Cenários Brasil 2045

ORGANIZADORES:

Elaine C. Marcial | Márcio Gimene | Marcello José Pio

ASSECOR

PROCAD DEFESA PROSPECTIVA PDPROSPECTIVA

Cenários **Brasil 2045**

ORGANIZADORES:
Elaine C. Marcial
Marcello José Pio
Márcio Gimene

2025

DIRETORIA DA ASSECOR

PRESIDENTE
Marco Antônio de Oliveira

VICE-PRESIDENTE
Alice Utida Ferreira Mânica

SECRETARIA-GERAL
Clara Marinho

DIRETORIA DE FINANÇAS
Eduardo Nunes Loureiro

DIRETORIA DE ASSUNTOS PARLAMENTARES E JURÍDICOS
Jorge Abrahão de Castro

SUPLENTES
Diego Victor Alves de Souza Melo
Leonardo David da Silva Luiz
Francisco Carneiro de Filippo

COORDENAÇÃO DO PROCAD DEFESA PROSPECTIVA

COORDENADOR PRINCIPAL – ESCOLA DE GUERRA NAVAL - IES LÍDER
Claudio Rodrigues Corrêa, Capitão de Mar e Guerra (RM1-IM), Dr.
Coordenador de Pesquisa do Laboratório de Simulações e Cenários
Professor do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos

COORDENADOR ASSOCIADO – ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA
Guilherme Sandoval Góes, Capitão de Mar e Guerra (RM1), Dr.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Segurança Internacional e Defesa

COORDENADOR ASSOCIADO -UNIV. DE SÃO PAULO – RIBEIRÃO PRETO
Alexandre Pereira Salgado Junior, Dr.
Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração das Organizações

COORDENADOR ASSOCIADO – FACULDADE CATÓLICA DE RONDÔNIA
Sávio Antíogenes Borges Lessa, Coronel (PMRO-R1), Dr.
Professor do Programa de Pós-Graduação em Direito

COORDENADOR ASSOCIADO – UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
Carlos Eduardo Valle Rosa, Coronel (Av-R1), Dr.
Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais.

COORDENADOR ASSOCIADO – ESCOLA SUPERIOR DE DEFESA
José Roberto Pinho de Andrade Lima, Coronel, Dr.
Professor do Programa de Pós-Graduação em Segurança, Desenvolvimento e Defesa.

O Programa de Cooperação Acadêmica em Defesa Nacional (PROCAD-DEFESA), uma iniciativa do Ministério da Defesa e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), tem como objetivo estimular a realização de projetos conjuntos de pesquisa utilizando-se de recursos humanos e de infraestrutura disponíveis em diferentes Instituições de Ensino Superior, Instituições Militares de Ensino e Pesquisa, Instituições de Ciência e Tecnologia, instituições governamentais e setor produtivo, enquadráveis, possibilitando a produção de pesquisas científicas e tecnológicas e a formação de recursos humanos pós-graduados em defesa, contribuindo, assim, para desenvolver e consolidar o pensamento brasileiro na área de Defesa e Segurança.

O Projeto Prospectiva para Segurança e Defesa do PROCAD–DEFESA (registrado na CAPES com número 88881-387695) tem o compromisso de criar uma rede colaborativa de pesquisa e monitoramento de sementes do ambiente futuro, apoiada em plataforma computacional, análise multicritério, com abrangência nacional, participação social pública e privada, civil e militar para acompanhamento dos cenários prospectivos do Ministério da Defesa e uso dual.

Liderado pela Escola de Guerra Naval, é composto pelas Instituições de Ensino Superior acima e pelas instituições: Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A (AMAZUL); Brainstorming Consultoria e Treinamento; Centro de Estudos Políticos e Estratégicos da Marinha (CEPE MB); Federação das Indústria do Estado do RJ (FIRJAN RJ); Petrobras - Setor de Inteligência; e Receita Federal do Brasil.

FICHA TÉCNICA

© Projeto Prospectiva para Segurança e Defesa – Procad-Defesa 2025
© Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento – Assecor 2025

Organizadores
Elaine C. Marcial
Márcio Gimene
Marcello José Pio

Colaboradores
Alfredo Kingo Oyama Homma
Anaely da Silva Machado
André de Melo Modenesi
Antonio dos Santos
Ariel Pares
Armando Dal Colletto
Bernardo Salgado Rodrigues
Bruno Martini
Carlos Eduardo Valle Rosa
Clarice M. O. Kobayashi
Danielle Alencar Parente Torres
Elaine C. Marcial
Fabio Pestana Bezerra
Francisco das Chagas Lemos Júnior
Gilmar Paulo Henz
Guilherme Rebouças
Guilherme Bratz Uberti
Jean Santos Lima
Jéssica Germano de Lima Silva
João Tribouillet Marcial de Menezes
José Alberto da Costa Machado
José Manuel Cabral de Sousa Dias
Juliano Antônio Sebben
Karen Gonzaga
Kelma Neiva Nascimento Martins
Layla Maria de Sousa Santos
Leonardo Wagner Willkomm de Farias
Lívia Abreu Torres
Marcello José Pio
Marcelo Schneck de Paula Pessôa
Márcio Gimene
Márcio Venício Pilar Alcântara
Mauro Thury de Viera Sá
Newton Lopes Júnior
Patricia Heinen Moellmann
Paulo da Cunha Passos
Pedro Abel Vieira
Pedro Silva Barros
Rafael Silva e Sousa
Raphael Gustavo Frischgesell
Renato Mendes Freitas
Ricardo Martins de Paiva Bastos
Rita C. Giraldi
Suripongse Naibert Chimpliganond
Valdenize Oliveira
Vanessa Passos Bandeira de Sousa
Vitor Átila do Prado Mendes
Waldicharbel Gomes Moreira

Projeto gráfico e diagramação
com.tática

Impressão
Meta Impressão e Soluções Digitais Ltda.

Tiragem
300 exemplares

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Cristine Coutinho Marcial CRB1-1159

Cenários Brasil 2045 / Elaine C. Marcial, Márcio Gimene, Marcello José Pio, (organizadores). – Brasília: Assecor/ProcadDefesa, 2025.
492 p.

Programa de Cooperação Acadêmica em Defesa Nacional (PROCAD-DEFESA)
Projeto Prospectiva para Segurança e Defesa do PROCAD–DEFESA.
Inclui bibliografia

ISBN 978-65-01-41907-7

1. Brasil. Cenários 2. Futuro 3. Megatendências-Brasil 4. Estratégia I. Marcial, Elaine, org. II. Oliveira, Márcio Gimene, org. III. Pio, Marcello José, org.

CDU 658”313”

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Escola de Guerra Naval e nem da Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

APRESENTAÇÃO DO PRESIDENTE DA ASSECOR

A ideia de se estabelecer um sistema de coordenação das atividades governamentais com base no planejamento começou a ganhar forma no Brasil com a proposta de reforma administrativa elaborada por determinação de Getúlio Vargas, em 1952. Aproveitando o acúmulo possibilitado por experiências anteriores, Juscelino Kubitschek governou tendo seu Programa de Metas (1956) como instrumento mobilizador da administração pública.

Novos passos foram dados a partir de 1962, quando o presidente João Goulart criou o cargo de Ministro Extraordinário de Planejamento e convidou Celso Furtado para assumi-lo. Furtado liderou a elaboração do Plano Trienal, lançado ainda em 1962, e apoiou os esforços de estruturação de um sistema nacional de planejamento, em sintonia com as recomendações dos técnicos que trabalharam na Comissão de Estudos e Projetos Administrativos (Cepa) e no Grupo de Estudo e Elaboração das Normas para a Implantação e Institucionalização do Planejamento.

É importante observar que os esforços de integração entre as atividades de planejamento e de orçamento tinham naquela época o planejamento do desenvolvimento nacional como mote central. Diferentes grupos dirigentes se sucederam, mas todos apostaram no planejamento como instrumento de promoção do desenvolvimento.

A ditadura militar instalada no país a partir de 31 de março de 1964 se beneficiou dos avanços anteriores e aproveitou as facilidades proporcionadas por regimes autoritários para centralizar no Ministério do Planejamento a integração planejamento-orçamento. Isso foi possível a partir da organização do tripé planejamento/orçamento-programa/desembolso financeiro, que consistia em assegurar que as diretrizes do planejamento fossem observadas em todos os níveis administrativos, garantindo que as instâncias de governo que se ajustassem ao planejamento governamental recebessem em tempo hábil autorização para a realização dos desembolsos financeiros necessários para a implementação dos programas governamentais sob sua responsabilidade. Os esforços de integração entre as atividades de planejamento e orçamento culminaram na publicação do Decreto nº 71.353/1972, que instituiu o Sistema de Planejamento Federal.

Com o processo de redemocratização, foi preciso fortalecer as capacidades estatais a partir da perspectiva republicana. Nessa esteira, a necessidade de fortalecimento da integração entre as atividades de planejamento e orçamento motivou a publicação do Decreto-Lei nº 2.347, de 1987, que criou a Carreira de Orçamento, depois renomeada Carreira de Planejamento e Orçamento. Na sequência, a Constituição de 1988 instituiu a tríade Plano Plurianual (PPA), Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e Lei Orçamentária Anual (LOA). E a Lei nº 10.180/2001 atualizou o Sistema de Planejamento e de Orçamento Federal, tendo como finalidade: formular o planejamento estratégico nacional; formular planos nacionais, setoriais e regionais de desenvolvimento econômico e social; formular o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e os orçamentos anuais; gerenciar o processo de planejamento e orçamento federal; e promover a articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, visando a compatibilização de normas e tarefas afins aos diversos Sistemas, nos planos federal, estadual, distrital e municipal.

No entanto, desde a década de 1980 tem prevalecido no Brasil o ideário neoliberal, substituindo a ideia de *desenvolvimento* pela de *controle de gastos* como mote central do planejamento governamental. Isso tem inibido iniciativas mais ousadas de planejamento que visem promover transformações estruturais no país, o que acaba dificultando inclusive os esforços de controle de gastos. Afinal, o predomínio de visões curto prazistas impede o avanço do país em direção a uma estrutura produtiva mais sofisticada tecnologicamente, que possa impulsionar o crescimento econômico e, consequentemente, a arrecadação tributária.

É nesse contexto que se situam as contribuições da Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento (Assecor) para o debate público por meio de iniciativas como: a *Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento* (*RBPO*); o podcast *Orçamento sem Segredo*; o *Prêmio Orçamento Público, Garantia de Direitos e Combate às Desigualdades*; a realização de seminários e lives disponíveis no canal da Assecor no YouTube; a publicação dos livros *Planejamento e Orçamento Público no Brasil*, *Planejamento, Orçamento e Sustentabilidade Fiscal* e *Gênero e Raça no Orçamento Público Brasileiro*; a organização da plataforma www.brasil2100.com.br, que funciona como repositório de documentos de planejamento; e a participação nos esforços coletivos que possibilitaram a elaboração dos documentos *O Brasil Pode Mais: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*, *Brasil 2035: Cenários para o Desenvolvimento* e este *Brasil 2045*, que atualiza reflexões sobre as perspectivas e os desafios para o desenvolvimento do Brasil nos próximos 20 anos.

Uma ótima leitura!

Marco Antônio de Oliveira
Presidente da Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento (Assecor)

APRESENTAÇÃO DO DIRETOR DA EGN

Quando se pergunta quais são os caminhos que o Brasil poderá trilhar até 2045 para que tenhamos um país desenvolvido, com uma sociedade mais livre, justa e solidária[1] nas próximas décadas, a construção das respostas precisa passar necessariamente por um processo metodologicamente consistente e que abarque contribuições de diferentes fontes de dados, informações e conhecimentos oriundos do mosaico nacional e internacional.

Este livro perseguiu esse formato plural e de tecitura engenhosa, ouvindo vários setores, dentre eles alguns ligados de forma direta ou indireta ao setor de defesa nacional.

Diante de um ambiente internacional tão volátil e complexo, esse país desejado, seus interesses e território, precisam ser protegidos soberanamente "contra ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas" segundo preceitua a Política de Defesa Nacional. Como acontece nos países mais desenvolvidos e como foi o desenho metodológico deste livro, o Ministério da Defesa e as forças singulares, Marinha, Exército e Força Aérea têm buscado se aliar a empresas, universidades e centros de pesquisa para contribuir para esse debate sobre o futuro comum, bem como para sondar as incertezas, tendências e rupturas que moldarão os cenários do ambiente para o setor de defesa.

É nesse contexto que se insere a contribuição da Escola de Guerra Naval (EGN) para este livro. Sua missão requer produzir e disseminar pesquisas científicas e conhecimentos nas áreas de Defesa Nacional, Poder Marítimo, Guerra Naval e Administração para a formulação de políticas, estratégias e doutrinas de alto nível da Marinha. Isso se desdobra em ações como investigar, estudar, experimentar e opinar sobre novos métodos, teorias, planos e doutrinas, estratégias e políticas ou temas de interesse da Marinha, bem como realizar pesquisa científica de interesse da Marinha por intermédio de grupos de pesquisa autônomos ou em cooperação com centros de conhecimento e/ou órgãos de fomento à pesquisa.

A EGN tem se envolvido na prática de estudos de futuros em diversas frentes internas e externas, sempre com o pressuposto da abordagem participativa e plural que este livro traz. Há décadas, os cenários prospectivos vêm sendo ensinados com metodologia de aplicação prática nos Cursos de Altos Estudos. Desde 2012, o Grupo de Pesquisa Cenários de Defesa do Laboratório de Simulações e Cenários (LSC), composto por mais de uma centena de profissionais e estudantes de dezenas de áreas do conhecimento, majoritariamente civis voluntários sem qualquer vínculo empregatício com o setor de defesa, como a Professora Elaine Marcial, vem realizando cursos, palestras, oficinas, jornadas científicas e outros eventos acadêmicos abertos à sociedade. Essa rede de pesquisadores com mais de vinte doutores tem produzido há anos o boletim digital Sementes de Futuro de Defesa[2], enviado por e-mail para qualquer assinante, que analisa impactos no longo prazo das incertezas, tendências e rupturas de temas de interesse geral como ameaças cibernéticas, escassez de recursos, energia nuclear, segurança espacial, cibersegurança e inteligência artificial.

Desde a criação do Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) há 11 anos, os estudos de futuro são ensinados na grade curricular, tendo produzido várias dissertações e teses, uma delas já premiada em primeiro lugar pela CAPES. O PPGEM é aberto a toda a sociedade e segue as regras acadêmicas da CAPES que o tem avaliado com a nota máxima.

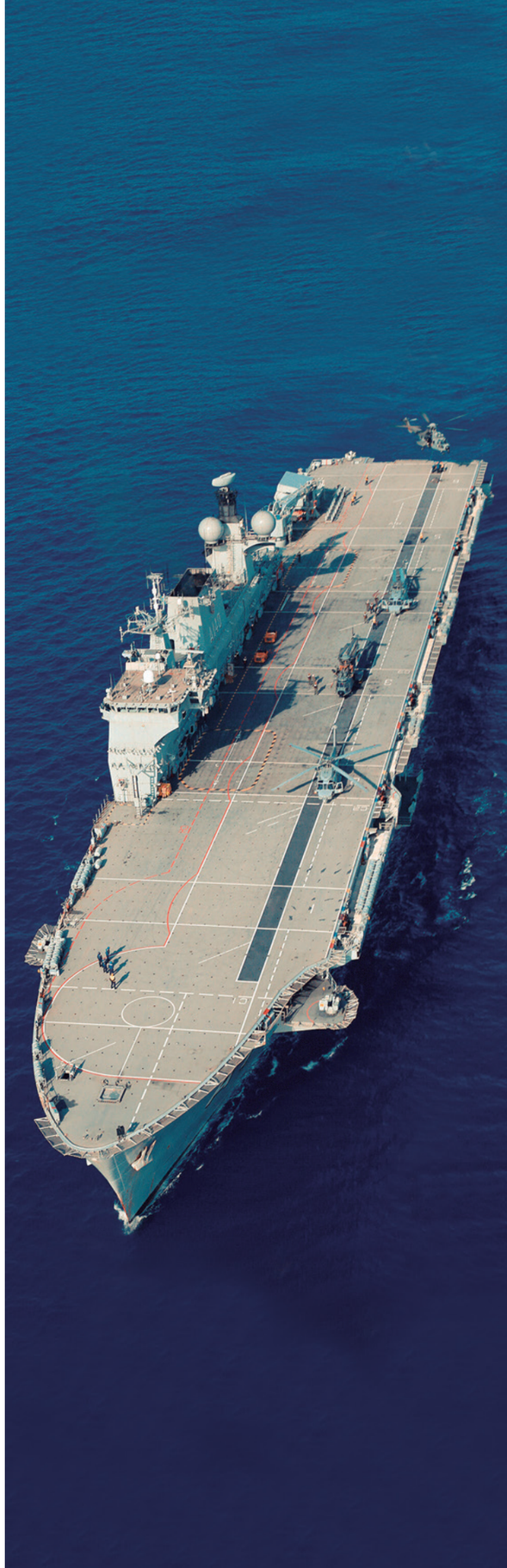
Cabe ser destacado que este livro foi produzido no contexto do Projeto "Prospectiva para Segurança e Defesa"[3], do qual participam 12 instituições sob a liderança da EGN, abrangendo o setor de ensino, empresas e outras entidades: Receita Federal, Universidade de São Paulo, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), Faculdade Católica de Rondônia, Brainstorming Consultoria, Escola Superior de Guerra (ESG), dentre outras. O Projeto integra o Programa de Cooperação Acadêmica em Defesa Nacional (PROCAD-DEFESA), financiado pelo Ministério da Defesa e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e visa propor o modelo de uma rede colaborativa de pesquisa e monitoramento de sementes do ambiente futuro, apoiada em plataforma computacional, análise multicritério, com abrangência nacional, participação social pública e privada, civil e militar para acompanhamento dos cenários prospectivos do Ministério da Defesa e uso dual. Essa rede conta hoje com mais de uma centena de pesquisadores qualificados.

Entre os anos de 2022 e 2024, o LSC produziu os cenários prospectivos para o ciclo de planejamento estratégico da Marinha e aqueles para empresa Amazônia Azul Tecnologias de Defesa (AMAZUL), sobre os quais se destacam os processos marcados pelo ineditismo de um arranjo institucional colaborativo único, uma estrutura metodológica sob medida para cada projeto, na qual centenas de especialistas e atores de diferentes graus hierárquicos e regiões do país, de mais de 20 áreas de conhecimento e de várias instituições civis e organizações militares foram consultados por uma gama de ferramentas prospectivas. Isso também permitiu acesso a uma base de dados especializada em temas de interesse dual.

Especificamente para este livro, podem ser destacadas três contribuições distintas da EGN. Primeiramente, foi a realização, em setembro de 2022, do Ciclo de Debates em Economia do Mar, realizado pelo LSC em conjunto com equipe do PROCAD–DEFESA Prospectiva para Segurança e Defesa da ESG. Foram convidados para o evento profissionais e especialistas em Economia do Mar, buscando pluralidade regional e temática. Durante dois dias, temas afetos à Economia do Mar foram expostos em palestras por especialistas, profissionais e acadêmicos, civis e militares (entre eles, professores do PPGEM). Em seguida, foram largamente debatidos nas oficinas com os presentes. Ao final, as sementes de futuro foram sumarizadas na plenária em forma de tendências, incertezas e rupturas desencadeadas a partir dos temas analisados. Tal contribuição está manifesta no capítulo 28 "ECONOMIA DO MAR NO BRASIL", escrito por uma doutoranda do PPGEM e uma doutoranda da UERJ e líder de pesquisa no LSC. O capítulo 16 do livro, "SEGURANÇA E DEFESA NACIONAL", foi escrito por uma Doutora pelo PPGEM e um Coronel R1 da ESG, ambos pesquisadores do LSC. Por fim, o capítulo 27 do livro, "RECURSOS MINERAIS BRASILEIROS: uma análise do potencial econômico-tecnológico-disruptivo", foi escrito por um Professor da UFRJ, editor do boletim Sementes de Futuro de Defesa e pesquisador sênior da linha de pesquisa de Escassez de Recursos no LSC, que fez seu pós-doutoramento pelo PROCAD-DEFESA que a EGN lidera.

A EGN, em consonância com o que preceituam as normativas nacionais de alto nível, como a Política Nacional de Defesa, tem a satisfação de participar e contribuir com essa rede de profissionais e pesquisadores que se dedicam a estudar os melhores caminhos para construir futuros para um Brasil com mais liberdade, justiça, solidariedade e segurança para todos.

Vice-Almirante Gustavo Calero Garriga Pires
Diretor da Escola de Guerra Naval



[1] Essa é, formalmente, a questão orientadora que os cenários buscaram responder neste livro.
[2] https://simulacoesecenarios.wixsite.com/projetosementes.
[3] https://simulacoesecenarios.wixsite.com/procadprospectiva.

PREFÁCIO

Prof. Dr. Vitelio Brustolin*

"**Se você não sabe para qual porto está navegando, nenhum vento é favorável**." A famosa frase do filósofo romano Sêneca, escrita no século I, tem sido repetida e adaptada nos últimos dois milênios. Sêneca alertava que quem não tem um objetivo, não consegue encontrar um caminho, pois quando "vivemos ao acaso, o acaso necessariamente tem grande poder sobre nossas vidas."[4] Poucos discordarão que saber o que se quer alcançar é importante para qualquer pessoa. Ainda mais importante, contudo, é que nações – sobretudo as formadas por milhões de pessoas – saibam o que querem.

O que o Brasil quer alcançar? Ninguém tem essa resposta, pois ela nunca foi definida. Temos alguns objetivos em áreas específicas, como meio ambiente, por exemplo, mas não como Estado. Essa não é, afinal, uma tarefa simples: seria necessário um debate nacional, com propostas factíveis e prazos exequíveis, pois esse é o rito em que operam (ou deveriam operar) as democracias.

No Capítulo 8 deste livro, no qual a professora Elaine Marcial apresenta o método empregado, ela afirma que os cenários prospectivos "não são um fim em si mesmos, mas insumo para a formulação e a tomada de decisão estratégica".[5]

Em outras palavras, o livro foi pensado, justamente, para que tomadores de decisão conheçam melhor o Brasil e avaliem para onde estamos indo, em meio a um mundo em processo acelerado de transformação.

Estaríamos navegando ao acaso como País? A resposta está na própria obra: "outro ponto crítico é a falta de consenso nacional sobre o papel do Estado e das instituições públicas na promoção do desenvolvimento, o que dificulta a formulação de estratégias consistentes e de longo prazo."[6] Ou seja, a frase de Sêneca pode ser empregada ao Brasil, e como não sabemos o rumo, também não há clareza da estratégia.

Mas esta obra não é destinada apenas a tomadores de decisão da esfera pública, é claro. Ela é destinada à sociedade brasileira. É importante, porém, que os cenários aqui mapeados sejam aproveitados sobretudo na esfera pública, pois esta tem o poder de transbordar a estratégia para todas as demais.

Neste ponto cabe destacar que não se trata de uma estratégia qualquer. No que concerne a nações, há um conceito específico: o de "Grand Strategy". Para Balzacq e Krebs, "Grande Estratégia é a 'teoria da vitória' de um Estado, explicando como o Estado utilizará seus diversos meios para promover e alcançar seus objetivos nacionais."[7] Esse conceito – descrito no internacionalmente empregado "Oxford Handbook of Grand Strategy" – merece ser analisado em partes.

Primeiro, trata-se da "'teoria da vitória' de um Estado". Ou seja, subentende-se que o Estado queira vencer. Evidentemente, o Estado é uma formulação abstrata; quem toma as decisões são os cidadãos e seus representantes. Por isso, também está implícito que seja formada uma coalizão nacional e um consenso mínimo para se escolher e se perseguir obstinadamente um rumo. A vitória aqui é tanto em relação aos demais – no ambiente competitivo e anárquico que é o sistema internacional – quanto em relação a si. A ênfase é na superação, em tornar-se melhor do que se foi, almejando-se o melhor que se pode ser. E, é claro, como se trata de um Estado, seus cidadãos são os primeiros beneficiários e os principais responsáveis por essa vitória.

A "teoria da vitória" de um Estado também "explica como o Estado utilizará seus diversos meios". Descrever didaticamente, esclarecer e justificar estão inclusos no conceito de explicação, contudo, para que sejam utilizados os diversos meios de um Estado, é necessário que aqueles sejam conhecidos. O quanto conhecemos o Brasil e suas potencialidades? É justamente nesse ponto que esta obra cumpre um de seus principais papeis – o de mapear e projetar cenários, levando-se em consideração os contextos interno e externo. São os próprios autores que nos informam: "acompanhamos avanços setorizados criarem ilhas de desenvolvimento e desigualdades sociais e regionais. As crises recorrentes associadas a uma falta de estratégia de longo prazo resultaram em avanços ao 'sabor das ondas', sem que se espalhassem para outros setores da economia ao ponto de promoverem um progresso verdadeiro e duradouro."[8]

Por fim, no conceito de "Grande Estratégia" está explícito que os diversos meios do Estado serão aplicados "para promover e alcançar seus objetivos nacionais". Que objetivos são esses? Alguém poderia citar trechos da nossa Constituição, mas esta se perfaz em um documento basilar. Ela nos diz o que o Brasil é, em termos de Estado Democrático de Direito, mas não postula objetivos para uma Grande Estratégia. De fato, os chamados "objetivos fundamentais" são elencados no Art. 3º:

> **I - construir uma sociedade livre, justa e solidária;**
>
> **II - garantir o desenvolvimento nacional;**
>
> **III - erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais;**
>
> **IV - promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação.**

Embora seja um documento programático, nossa Constituição, promulgada em 1988, não sustenta uma teoria da vitória do Estado, nem é esse seu intuito. Contudo, o Art. 3º nos ajuda a ter uma ideia de se estamos, ou não, atingindo o que os legisladores firmaram como fundamental, há 37 anos.

Enfim, outras pessoas, ainda, poderiam mencionar que nossos objetivos estão na Estratégia Nacional de Defesa, mas ela é endereçada a uma área, e embora elenque setores prioritários (nuclear, espacial e cibernético) não é uma carta de objetivos. O mesmo se aplica a outros documentos específicos, como, por exemplo, a Política Nacional do Meio Ambiente ou o Plano Nacional de Educação. Tratam-se diretrizes para determinadas áreas, que evidentemente têm efeitos sobre as demais. Não são, contudo, os "objetivos nacionais" de um Estado, para os quais uma "teoria da vitória" pudesse explicar como o Estado utilizaria "seus diversos meios para promover e alcançar" tais objetivos.

"Os obstáculos para formular e implementar uma Grande Estratégia são, de acordo com todos os relatos, formidáveis", enfatizam Balzacq e Krebs.[9] Ao mesmo tempo, os autores de "Cenários Brasil 2045" nos lembram, nas Considerações Finais, que "este livro não é apenas uma janela para visitar o futuro, mas também um convite à ação no presente."[10]

O que o Brasil planeja para as próximas décadas? Se não há clareza quanto a isso, como definir os movimentos do País, tanto na esfera interna, quanto internacional? Indo além: o Brasil carece de uma estratégia de longo prazo como nação. Sem elementos norteadores, o País tende a mudar de rumo com transições de governo e não chegar a lugar algum. A obra "Cenários Brasil 2045" contém insumos fundamentais para a construção, tanto dos objetivos, quanto da estratégia.

"Se você não sabe para qual porto está navegando, nenhum vento é favorável", escreveu Sêneca. Para onde o vento tem nos levado?

* Vitelio Brustolin, PhD em Políticas Públicas, Estratégia e Desenvolvimento. Professor de Relações Internacionais na Universidade Federal Fluminense (UFF). Pesquisador da Harvard Law School e do Harvard Department of the History of Science. Concluiu os estudos de pós-doutorado na Harvard University.

[4] Seneca, Lucius Annaeus; Brad Inwood, trad. (2007). Selected Philosophical Letters. Oxford University Press. Letter 71 (LXXI, 2-3), p. 25: "He who wants to shoot an arrow ought to know what he is aiming at and then direct and guide the weapon with his hand. Our counsels go astray because they do not have a target to be aimed at. If you don't know what harbour you sail for, no wind is favourable. Because we live by chance, chance necessarily has great power over our lives."

[5] Capítulo 8, O Método e seus Resultados Parciais, p. 101.

[6] Capítulo 7, Megatendências Brasileiras, Incertezas Críticas e Atores, p. 81.

[7] Balzacq, Thierry; Krebs, Ronald R., eds. (2021). The Oxford Handbook of Grand Strategy. Oxford University Press. p. 1: "Grand strategy is arguably the highest form of statecraft. In one usual definition, it is a state's "theory of victory," explaining how the state will utilize its diverse means to advance and achieve national ends. A clearly articulated, well-defined, and relatively stable grand strategy is supposed to allow the ship of state to steer a steady course through the roiling seas of global politics. When foreign policy is in line with grand strategy, the state's scarce resources are expended more efficiently, the state communicates its interests and priorities more clearly to both allies and adversaries, and the state's various arms can more smoothly harmonize their activities."

[8] Capítulo 5, Cenário Ilhas de Desenvolvimento, p. 52.

[9] Balzacq, Thierry; Krebs, Ronald R., eds. (2021). The Oxford Handbook of Grand Strategy. Oxford University Press. p. 1: "However, the obstacles to formulating and implementing grand strategy are, by all accounts, imposing. Practitioners often admit to pursuing policies without having in mind any clear strategy, let alone understanding how those particular policies advance larger national goals. They are commonly buffeted by the winds of short-term exigencies, and they often fail to do the hard work of aligning discordant interests. Grand strategy demands consistency and discipline, and both are in short supply."

[10] Capítulo 31, Considerações Finais, p. 570.

AGRADECIMENTOS

Um trabalho como esse somente pode ser construído a várias mãos, tanto pelo volume de conhecimento em diversas áreas, impossível de uma pessoa deter, pela complexidade dos temas tratados e, principalmente, pela necessidade de ouvirmos *experts* de diferentes áreas do conhecimento com o intuito de capturarmos a percepção deles a respeito do futuro.

Sendo assim, os nossos primeiros agradecimentos vão para o grupo de 481 *experts* que, no anonimato, contribuíram muito para o sucesso deste trabalho, disponibilizando seu tempo ao responder a todas as nossas pesquisas.

Agradecemos também:

• À Embrapa, por nos ceder um espaço excelente para a realização de seis oficinas presenciais, com destaque para a funcionária Livia Torres, dado a sua dedicação ao projeto.

• Aos 47 autores dos capítulos sobre análise retrospectiva e justificação das sementes de futuro, que dedicaram seu tempo livre, de forma não remunerada, para o sucesso desta nova edição.

• À SocialPort, empresa de tecnologia e de estudos de futuro, que nos cedeu gratuitamente sua plataforma para pudéssemos realizar oito pesquisas que muito contribuíram com o projeto, trazendo agilidade, facilitando as análises, muitas vezes em tempo real.

• À Assecor, em especial representado por Márcio Gimene, que mais uma vez abraçou o projeto, e cedeu também suas instalações para a realização de uma oficina e garantiu a impressão de alguns exemplares deste livro.

• À Escola de Guerra Naval, por acreditar no projeto, e ter envolvido pesquisadores de duas linhas de pesquisa e por ter realizado a oficina Economia do Mar em suas dependências, que seus resultados estão descritos em um dos capítulos do livro.

• À Suframa por receber o projeto em uma oficina organizada por Renato Mendes Freitas, em sua dependência em Manaus, que também resultou na redação de um dos capítulos deste livro.

• Aos colegas do Grupo de Pesquisa Conecticidade – Laboratório de Cidades Tecnológicas e Urbanismo (POLI-USP), que organizaram uma oficina em São Paulo para debaterem o futuro das cidades inteligentes e que resultou em um dos capítulos deste livro, bem como participaram de várias oficinas presenciais aqui em Brasília e redigiram um dos cenários. Destacamos aqui a participação da Clarice M. O. Kobayashi, do Prof. Marcelo Schneck Paula Pessoa, do Armando Dal Colletto e Fábio Pestana Bezerra.

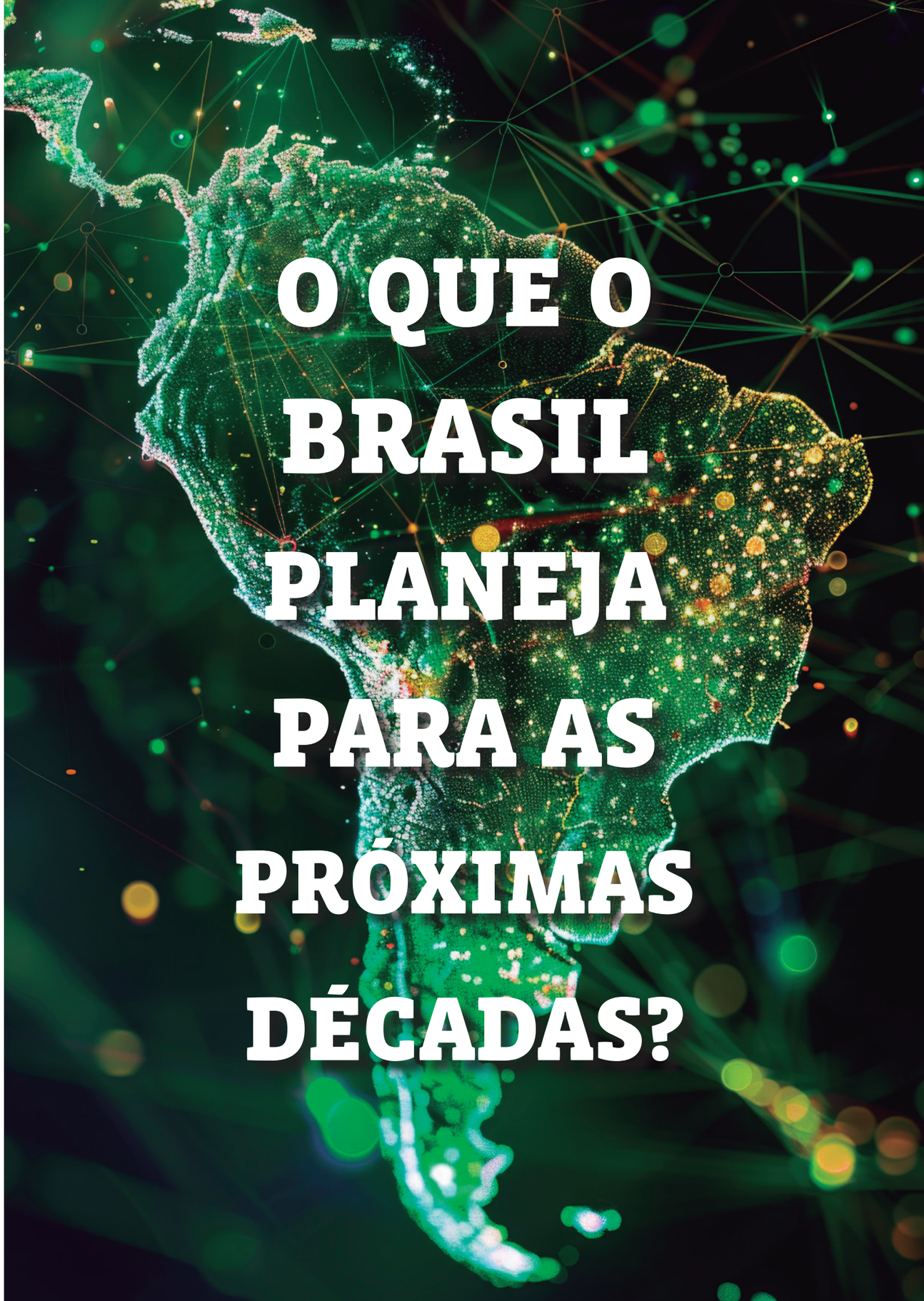
• Aos colegas do projeto Sergipe 2050, da Secretaria do Planejamento do Governo de Sergipe e da Desenvolve-SE, agência de desenvolvimento de Sergipe, que abraçaram o projeto, participaram de todas as oficinas e, em especial aos colegas Guilherme Rebouças e Guilherme Bratz Uberti que aceitaram o desafio de escrever um dos cenários.

• Aos colegas do Ministério da Defesa, Francisco das Chagas Lemos Júnior, Newton Lopes Júnior e Raphael Gustavo Frischgesell, que participaram de todas as oficinas e ainda aceitaram o desafio de escrever um dos cenários.

• A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio financeiro para editoração deste livro.

Por fim, agradecemos a todos que participaram das diversas oficinas e que, direta ou indiretamente, contribuíram para que essa obra fosse finalizada.

Os Organizadores



DIRETORIA DA ASSECOR 4
COORDENAÇÃO DO PROCAD DEFESA PROSPECTIVA 4
APRESENTAÇÃO DO PRESIDENTE DA ASSECOR 7
APRESENTAÇÃO DO COMANDANTE DA EGN 8
PREFÁCIO 10
AGRADECIMENTOS 12
CAPÍTULO 1 | **INTRODUÇÃO** 17

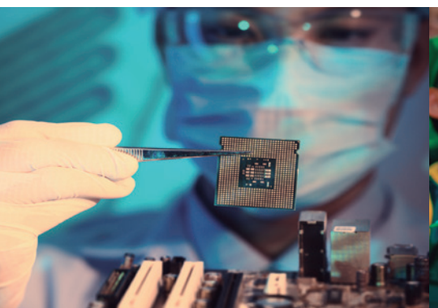
PARTE I | OS CENÁRIOS, SUA ANÁLISE E SEU MÉTODO 25
CAPÍTULO 2 | **CENÁRIO PROTAGONISMO GLOBAL** 27
CAPÍTULO 3 | **CENÁRIO INCLUSÃO SEM AMBIÇÃO** 35
CAPÍTULO 4 | **CENÁRIO SEM RUMO** 43
CAPÍTULO 5 | **CENÁRIO ILHAS DE DESENVOLVIMENTO** 51
CAPÍTULO 6 | **ANÁLISE ESTRATÉGICA DOS CENÁRIOS** 57
CAPÍTULO 7 | **MEGATENDÊNCIAS BRASILEIRAS, INCERTEZAS CRÍTICAS E ATORES** 67
CAPÍTULO 8 | **O MÉTODO E SEUS RESULTADOS PARCIAIS** 81

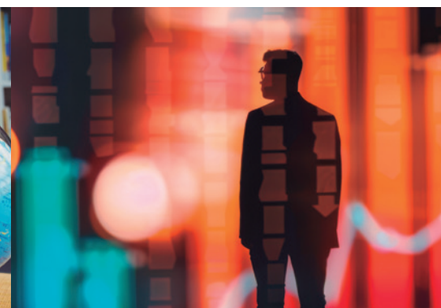
PARTE II | DIMENSÃO POPULAÇÃO E SOCIEDADE 94
CAPÍTULO 9 | **POPULAÇÃO E SOCIEDADE** 97
CAPÍTULO 10 | **EDUCAÇÃO** 115
CAPÍTULO 11 | **MERCADO DE TRABALHO: NOVAS RELAÇÕES DE TRABALHO** 129
CAPÍTULO 12 | **SETOR DE SAÚDE BRASILEIRO** 139
CAPÍTULO 13 | **PREVIDÊNCIA** 155
CAPÍTULO 14 | **CIDADES INTELIGENTES NO FUTURO DO BRASIL?** 165
CAPÍTULO 15 | **SEGURANÇA PÚBLICA NO BRASIL** 187

PARTE III | DIMENSÃO GEOPOLÍTICA 208
CAPÍTULO 16 | **SEGURANÇA E DEFESA NACIONAL** 211
CAPÍTULO 17 | **ESPAÇO EXTERIOR** 223
CAPÍTULO 18 | **INTEGRAÇÃO SUL-AMERICANA** 251
CAPÍTULO 19 | **DESENVOLVIMENTO REGIONAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL** 259

PARTE IV | DIMENSÃO ECONÔMICA 270
CAPÍTULO 20 | **PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO** 273
CAPÍTULO 21 | **GESTÃO MACROECONÔMICA** 287
CAPÍTULO 22 | **COMÉRCIO EXTERIOR DO BRASIL ATÉ 2045** 307
CAPÍTULO 23 | **INDÚSTRIA BRASILEIRA** 315
CAPÍTULO 24 | **TICS E SUAS TRANSFORMAÇÕES ATÉ 2045** 333
CAPÍTULO 25 | **ENERGIA NO BRASIL** 363
CAPÍTULO 26 | **TENDÊNCIAS E INCERTEZAS DA CADEIA DE VALOR AGROPECUÁRIA BRASILEIRA** 379
CAPÍTULO 27 | **RECURSOS MINERAIS BRASILEIROS: uma análise do potencial econômico-tecnológico-disruptivo** 399
CAPÍTULO 28 | **ECONOMIA DO MAR NO BRASIL** 409
CAPÍTULO 29 | **SEMENTES DE FUTURO DA SOCIOECONOMIA DA AMAZÔNIA: Tendências e Incertezas** 427

PARTE V | DIMENSÃO MEIO AMBIENTE E CONSIDERAÇÕES FINAIS 450
CAPÍTULO 30 | **AGENDA AMBIENTAL NA EMERGÊNCIA CLIMÁTICA** 453
CAPÍTULO 31 | **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 485





Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

Os Organizadores[11]

"O presente nos traz desafios
e o futuro esperança"
Elaine C. Marcial

É assim que Elaine Marcial vê o livro que ora apresentamos, ao expor os grandes desafios que a Nação brasileira terá que enfrentar nas próximas décadas para que nos tornemos um país desenvolvido, livre, justo e solidário, como escrito na nossa Constituição Federal de 1988. Entretanto, também traz esperança de dias melhores. Isso porque o futuro é múltiplo e incerto e sua construção é o resultado das diversas decisões que tomamos hoje.

A exploração de futuros possíveis e plausíveis por meio da construção de cenários é um processo estratégico e fundamental para organizações públicas e privadas, especialmente em um contexto de crescente complexidade e incerteza global. Este livro, ao apresentar quatro cenários distintos para o futuro do Brasil, oferece uma visão abrangente e fundamentada sobre os desdobramentos que podem emergir a partir de diferentes interações entre eventos críticos. Os cenários prospectivos aqui descritos, apesar de hipotéticos, não refletem um exercício especulativo, mas sim o resultado de uma análise criteriosa baseada em tendências, incertezas e forças motrizes que já se manifestam no presente.

O valor de um estudo como este reside na sua capacidade de ampliar a reflexão para a formulação estratégica e de tomada de decisão, de médio e longo prazo, de *stakeholders* de todos os níveis hierárquicos. Para organizações públicas, a compreensão desses cenários prospectivos permite identificar políticas públicas necessárias para mitigar riscos, alavancar oportunidades e promover a resiliência social, econômica, tecnológica e ambiental do País. Já para empresas privadas, a análise desses cenários oferece *insights* valiosos para a adaptação ou criação de modelos de negócios, investimentos estratégicos e desenvolvimento de competências capazes de garantir a competitividade em contextos dinâmicos.

Além dos cenários, o livro também apresenta uma síntese das megatendências mundiais que impactam o país, bem como 13 megatendências de maior impacto nacional e 11 desafios para o desenvolvimento do Brasil. Cada um dos cenários apresenta uma trajetória distinta e plausível de que caminho, como Nação, poderemos escolher trilhar, contendo em cada um deles oportunidades a serem abraçadas, ameaças a serem mitigadas e desafios a serem superados.

Os cenários descritos no livro são moldados por uma combinação de tendências estruturais – como mudanças tecnológicas, demográficas e ambientais – e incertezas críticas, que incluem dimensões tais como políticas econômicas, governança institucional e dinamismo social, dentre outras. Cada cenário captura diferentes equilíbrios e impactos entre esses eventos, proporcionando um espectro diversificado de possibilidades que vai desde um futuro otimista, de prosperidade inclusiva, até um panorama desafiador, marcado por retrocessos e crises estruturais.

Esses cenários nos mostram a força do nosso agronegócio e o potencial que outras *commodities*, como metais e energia podem contribuir para mantermos reservas em dólar, mas por outro lado nos mostra que pre-

[11] ***Elaine C. Marcial*** é Sócia fundadora da SocialPort, é doutora em Ciência da Informação pela UnB. Coordenadora da Linha de Pesquisa Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). É autora de livros e artigos na área de estudos de futuro. Atua na área de *foresight* desde 1996 e foi agraciada com as medalhas Honra ao Mérito de Defesa, Ordem do Mérito Militar no grau de Cavaleiro e Medalha Exército Brasileiro. ***Marcello Pio*** é Doutor em Gestão e Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Responsável pelo Núcleo Prospectivo do Observatório Nacional da Indústria da Confederação Nacional da Indústria. Pesquisador sênior do Grupo de pesquisa sobre Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). Consultor Cinterfor/OIT para desenvolvimento de cursos e aconselhamento sobre métodos prospectivos de formação profissional. Condecorado a Medalha do Exército Brasileiro em 2021 pelos serviços prestados na criação de cenários geopolíticos. Atua na área de prospectiva desde 2001. ***Márcio Gimene*** é Graduado em Economia (UFRJ), Mestre em Geografia (Unb) e Doutor em Geografia (UFRJ). Fez estágio de Pós-doutorado em Economia (UFRJ). Desde 2004 é Analista de Planejamento e Orçamento do Governo Federal.

cisamos dar um passo à frente e saímos do modelo agroexportador para o fabricante e exportador de produtos com de alta e média complexidade tecnológica, abraçando, por exemplo a biorrevolução – uma das megatendências identificadas. O mesmo para os nossos minerais, em especial os nobres.

Os cenários também nos mostram que, apesar de vivermos uma era turbulenta, tensa e repleta de incertezas, há grandes oportunidades que a geopolítica mundial nos apresenta. Saber navegar por esses mares turbulentos e aproveitar essas oportunidades que se apresentam, fazendo as escolhas certas, será a grande linha divisória entre o sucesso e o fracasso.

As megatendências identificadas no estudo não apresentam necessariamente megatendências específicas do Brasil, mas forças em atuação no ambiente, muitas inclusive globais que irão moldar o nosso futuro. Resta saber se o Brasil será capaz de aproveitar essas forças na construção de um futuro desenvolvido com uma sociedade cada vez mais livre, justa e solidária.

Cabe aqui também destacar a importância que vemos da construção de estudos como este. Referem-se a momentos de reflexão em um mundo com pressa. Oportunidade de revermos nossos modelos mentais ao abrirmos espaço para o contraditório em um mundo polarizado. Limpar nossas lentes, tão embaçadas pelas crenças e convicções que reforçamos ao longo do nosso caminhar, para que possamos enxergar o novo.

Além disso, levamos especialistas, *experts*, *stakeholders* e cientistas a pensarem sobre algo que não existe, o futuro. Lembramos a eles que o futuro somente existe nas mentes das pessoas e que é fruto das percepções desenvolvidas ao longo da existência deles. Mais desafiador ainda é aceitar que podemos estar errados e que há outros olhares e outras formas de se enxergar o futuro.

Estudos como esses são repletos de conversas difíceis, onde não há espaço para a ideia de um contrapor a do outro, mas de acomodações e consensos que façam sentido. Eles demandam ouvir muitos *experts*, de área e atividades diferentes para podermos capturar esses diversos olhares em relação ao futuro. Essa também não é uma tarefa trivial, pois cada um de nós enxerga o futuro tomando como base as suas lentes, sempre tentando mostrar sua visão pessoal sobre futuro e que determinadas dimensões são mais importantes que outras, quando, na realidade, o futuro é construído pela conjugação de fatores e decisões de atores motrizes, é fruto de resultados sistêmicos e complexos e é imprevisível.

Ao capturarmos visões diferentes a respeito do futuro, debatermos e conduzindo essas conversas difíceis, integramos essas diversas visões para construirmos os cenários e as megatendências brasileira, estamos gerando memória a respeito do futuro, ajustando nossos modelos mentais e nos preparando assim, para lidarmos melhor com o por vir, mesmo repleto de incertezas e eventos inusitados que, geralmente, surpreendem a todos.

Tanto os cenários quanto as megatendências nos apresentam diversos desafios, mas o maior deles está no campo da educação, que precisa passar por uma verdadeira revolução. A quantidade de jovens *nem-nem* em nossa sociedade, sinaliza que estamos no caminho errado. Temos que preparar os jovens, principalmente, para o novo mercado de trabalho e desenvolvermos competências para enfrentar os desafios futuros que aparecerão em todos os setores. Nossa produtividade é baixa. Principalmente no nível técnico, nossa mão de obra não atende às demandas atuais e futuras do mercado nacional e internacional. Há grandes deficiências em matemática e português, como nos mostra os resultados do PISA e a sociedade do conhecimento demanda um nível alto de letramento, inclusive o informacional e digital. Como industrializar e querer que empresas tragam suas empresas para o país, se contamos com uma mão de obra de baixa qualidade? Há muitos postos de trabalho vagos por falta de pessoas com as competências educacionais necessárias para ocupá-los. E para piorar a situação, o país tem perdido "cérebros" para outros países por falta de investimentos no país, em especial em ciência, tecnologia e inovação – áreas que também demandam um alto nível de escolaridade.

Este é o segundo estudo de construção de cenários para o desenvolvimento do Brasil conduzido pela Dra. Elaine Marcial com o apoio da Assecor. Na primeira edição, o Brasil 2035, contamos com o apoio do Ipea e da Embrapa. Nesta segunda edição, o Brasil 2045, também contamos com o apoio da Embrapa, a qual agradecemos muito. Destaca-se também que se tratou de um trabalho voluntário, envolvendo 48 *experts* no processo de justificação das sementes de futuro e de construção dos cenários, que não receberam recursos financeiros para tanto. Dedicaram seu tempo livre na construção dessa obra, os quais também agradecemos. Nesta edição, contamos com oficinas em Manaus – debatendo a contribuição da Amazônia no desenvolvimento do Brasil; São Paulo – debatendo o tema cidades inteligentes; no Rio de Janeiro, com o tema o futuro da economia do mar; e as tradicionais em Brasília, onde funciona um dos braços do grupo de pesquisa em *foresight* da Escola de Guerra Naval.

As oficinas que conduzimos em Brasília, com foco na construção dos condicionantes de futuro, dos cenários e de sua análise estratégica, contaram com um grupo itinerante. Entretanto, um grupo de pessoas participou de todas as oficinas, ficando assim as responsáveis por dar o tom do estudo, visto que os resultados das análises e debates de cada etapa alimentava a seguinte. Esse grupo formou, então, a Equipe de Controle do

projeto, a saber: Elaine Marcial, Francisco das Chagas Lemos Júnior, Guilherme Rebouças, Guilherme Bratz Uberti, Livia Torres, Newton Lopes Júnior, Raphael Gustavo Frischgesell. Além de agradecer o empenho desse grupo, destaques especiais aos colegas de Sergipe, Guilherme Rebouças e Guilherme Bratz Uberti, que se deslocavam para Brasília para participar dos debates e trouxeram um olhar diferente do centro-sul.

Nosso desejo é que essa rede se expanda e que na próxima edição tenhamos oficinas ocorrendo em todo o território nacional, enriquecendo o trabalho de olharmos para o futuro do Brasil.

A estrutura do livro busca equilibrar uma visão ampla e acessível com uma análise detalhada e profunda. Além de apresentar os quatro cenários, cada um deles acompanhado por narrativas que os tornam tangíveis, o livro também inclui capítulos que exploram mais profundamente os temas centrais que influenciam esses cenários. Esses temas – como políticas públicas, inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e demografia – são analisados de maneira interconectada, refletindo a complexidade dos sistemas que moldam o futuro do Brasil.

O livro, então, foi dividido em cinco partes. A primeira é seguida a essa ***introdução***, e é formada pelos capítulos que apresentam os cenários e sua análise preliminar, a apresentação das megatendências brasileiras, as incertezas críticas orientadoras dos cenários e os atores mais motrizes, seguido pela apresentação do método utilizado para a condução do projeto. Sendo assim, nos capítulos 2, 3, 4 e 5 são apresentados os cenários construídos durante o projeto: "***Protagonismo global***", "***Inclusão sem ambição***", "***Sem rumo***" e "***Ilhas de desenvolvimento***". Os cenários foram construídos a partir do cruzamento de dois eixos ortogonais. Um eixo é sobre o Brasil se desenvolver com protagonismo tecnológico ou ser refém da tecnologia do mundo. O outro é se o país será capaz de promover um desenvolvimento inclusivo e sustentável ou se avançará com ciclos curtos e não sustentados de crescimento (voos de galinha). Esses cenários buscaram responder a seguinte questão orientadora: *Que caminho o Brasil poderá trilhar até 2045 para que tenhamos um país desenvolvido, com uma sociedade mais livre, justa e solidária em 2122?*

O Capítulo 6 apresenta ***análise estratégica conjunta desses quatro cenários*** frente à questão orientadora. Ele apresenta as megatendências globais que foram utilizadas como pano de fundo para a construção dos cenários para o futuro do Brasil. O capítulo discute de que forma as megatendências como envelhecimento da população, mudanças climáticas, avanço tecnológico e transição energética moldam o futuro do mundo e impactam as dinâmicas nacionais.

Os cenários apresentam um conjunto promissor de oportunidades para o Brasil. O cenário "Protagonismo Global" destaca a capacidade do país de alcançar um desenvolvimento inclusivo e sustentável por meio de investimentos em tecnologia e planejamento de longo prazo. O cenário "Inclusão sem Ambição" evidencia a força do agronegócio, da energia e dos minerais na geração de riqueza interna e reservas internacionais, além do potencial dos ativos ambientais para gerar créditos de carbono. O cenário "Sem Rumo" reforça a importância de um ambiente político e econômico estável para atrair investimentos e evitar a fuga de capitais. Já o cenário "Ilhas de Desenvolvimento" ilustra a possibilidade do Brasil se tornar protagonista em áreas com diferencial competitivo, como o agronegócio e a exploração mineral, atraindo investimentos internacionais e impulsionando o crescimento econômico.

Os cenários também revelam ameaças significativas para o futuro do Brasil. O cenário "Protagonismo Global", apesar de otimista, alerta para o desafio do envelhecimento populacional e seus impactos nos sistemas de saúde e previdência. O cenário "Inclusão sem Ambição" aponta para o risco de estagnação tecnológica e dependência de tecnologias estrangeiras, caso o país não invista em inovação e reindustrialização. O cenário "Sem Rumo" ilustra as consequências negativas da polarização política e da instabilidade institucional, que podem levar à fuga de investimentos e cérebros. Por fim, o cenário "Ilhas de Desenvolvimento" adverte para o perigo do aumento da desigualdade social, caso o crescimento econômico se concentre em áreas e regiões específicas e não seja acompanhado de políticas de inclusão social.

Os cenários do projeto "Brasil 2045" revelam desafios importantes que o país precisa enfrentar para alcançar um futuro próspero e sustentável. Destacam-se a necessidade de formular estratégias de longo prazo com boa governança, promover articulação internacional, garantir desenvolvimento sustentável com inclusão econômica, implementar as competências STEM e o empreendedorismo no sistema educacional, induzir o desenvolvimento tecnológico e a reindustrialização, promover infraestruturas social e econômica robustas, atrair investimentos internacionais, obter recursos para financiar o desenvolvimento e desenvolver mecanismos de segurança cibernética e cognitiva.

As 13 ***megatendências brasileiras***, como envelhecimento da população, transformação digital e transição para uma economia de baixo carbono, são apresentadas no Capítulo 7. Também faz parte desse capítulo a apresentação das oito ***incertezas críticas*** que moldarão o futuro do Brasil até 2045 e deram origem aos cenários.

Por fim, o capítulo analisa o papel de diferentes atores, como o governo, o setor privado e a sociedade civil, na condução do desenvolvimento do país, e conclui que o Brasil precisa superar desafios e aproveitar oportunidades para alcançar um futuro próspero e sustentável.

O Capítulo 8 descreve o ***método utilizado no projeto "Brasil 2045"*** para construir cenários prospectivos para o desenvolvimento do Brasil até o ano de 2045. O método, baseado em *foresight*, envolveu cinco etapas: definição da questão orientadora e sistema de cenarização, análise retrospectiva e levantamento de sementes de futuro, identificação dos condicionantes de futuro, construção dos cenários e teste de consistência e avaliação estratégica dos cenários. O processo contou com a participação de 481 especialistas, em pesquisas e oficinas, e utilizou a plataforma SocialPort Enterprise para coleta e análise de dados. O capítulo detalha cada etapa do método, incluindo a identificação de megatendências, incertezas críticas e estratégias dos atores, e apresenta os resultados parciais do projeto, como a identificação de 872 sementes de futuro e a construção de quatro cenários prospectivos. Ao final, destaca-se a importância do monitoramento contínuo dos cenários e a necessidade de revisão periódica do estudo.

Quanto à ***Parte II*** deste livro, é composta dos capítulos 9 a 15, apresenta a ***Dimensão social do desenvolvimento***, destacando temas como *população e sociedade*, *educação*, mercado de trabalho e suas relações, saúde previdência, cidades inteligentes e segurança pública.

O capítulo 9 "***População e Sociedade***" discute as dinâmicas e tendências demográficas do país, com foco em infraestrutura social, desigualdade e desafios para o desenvolvimento. O texto destaca o crescimento populacional a taxas decrescentes, a transição para uma sociedade envelhecida, a redução do tamanho das famílias e o aumento da imigração e emigração. Também aborda a insuficiência de investimentos em infraestrutura social, a persistente desigualdade social e a necessidade de políticas públicas eficazes para lidar com os desafios e oportunidades da evolução demográfica brasileira.

O tema ***Educação*** é tratado no capítulo 10, e examina a evolução e as tendências do setor educacional no Brasil e no mundo, com foco na Educação 4.0, que coloca o aluno como centro do processo de aprendizagem e utiliza tecnologias digitais para o aprendizado e gestão educacional. Aborda também o avanço do ensino remoto, a necessidade da inclusão de educação financeira nas escolas e como as novas tecnologias podem apoiar o ensino. Destaca-se o baixo nível educacional do brasileiro e a necessidade do desenvolvimento de competências STEAM.

O Capítulo 11 aborda o tema ***Mercado de trabalho e suas novas relações***. O texto destaca a queda do desemprego no Brasil e o aumento da ocupação e do salário médio, mas aponta desafios como a informalidade e a baixa qualificação para a ocupação de cargos especializados. É explorado o impacto da tecnologia, digitização[12] e políticas ASG (Ambiental, Social e Governança) na demanda por competências, além das implicações do envelhecimento populacional, da empregabilidade dos jovens e das novas relações de trabalho que já estão em desenvolvimento.

O tema ***saúde*** foi tratado no Capítulo 12 e examina o estado atual e as tendências futuras do sistema de saúde no Brasil, incluindo o Sistema Único de Saúde (SUS) e o setor privado, com foco em avanços tecnológicos, desafios e oportunidades. O texto destaca o aumento do acesso à saúde, a melhoria de seus resultados com a adoção de novas tecnologias, como telemedicina e IA. Entretanto, aponta para desafios como o financiamento, a desigualdade e a necessidade de treinamento contínuo da força de trabalho. O capítulo discute a infraestrutura do SUS, incluindo disparidades regionais e a necessidade de investimentos e reformas, e analisa o crescimento do setor privado, especialmente em regiões mais ricas.

Previdência é abordado no Capítulo 13, que conta com a apresentação do histórico da previdência no Brasil e no mundo, destacando os desafios e oportunidades relacionados ao envelhecimento da população e à sustentabilidade do sistema previdenciário. O texto discute o aumento da longevidade da população brasileira, as novas relações de trabalho, o uso da tecnologia e a necessidade de reformas previdenciárias para garantir a segurança social no futuro. Também são exploradas as incertezas e possíveis rupturas no sistema, como o impacto da inteligência artificial no mercado de trabalho e a necessidade de adaptação do sistema previdenciário a essas mudanças. O capítulo conclui com uma análise das tendências e desafios para a previdência social e privada no Brasil, incluindo a necessidade de garantir a sustentabilidade financeira, ajustar contribuições e benefícios, e promover a inclusão social dos idosos.

No Capítulo 14, é apresentado um panorama abrangente das ***cidades brasileiras***, com destaques para os desafios e oportunidades para o desenvolvimento urbano até 2045. É apontado a disparidade entre os municípios brasileiros, as dificuldades de implementação de tecnologias e a importância de um planejamento urbano estratégico que integre aspectos sociais, econômicos e ambientais. O texto também discute a relação entre áreas urbanas e rurais, a necessidade de investimentos em infraestrutura e a importância da participação popular na construção de cidades inteligentes.

[12] Fenômeno tecnológico contemporâneo. Diz respeito à transformação do negócio em um modelo digital, pautado pelas novas demandas e comportamentos dos consumidores.

O último capítulo desta parte trata do tema ***segurança pública***. O texto traça um panorama dos desafios e oportunidades que o país enfrentará até 2045. Também destaca a influência da urbanização e da desigualdade social na criminalidade, a crescente importância da tecnologia na vigilância e combate ao crime, e os problemas persistentes no planejamento e implementação de políticas públicas eficazes. Ressalta a expansão de crimes complexos e o papel da mídia na construção da percepção de segurança pública, enfatizando a necessidade de reformas e adaptações para garantir a segurança da sociedade brasileira.

A **Parte III** deste livro aborda a ***Dimensão geopolítica do desenvolvimento***. Composto por cinco capítulos apresenta temas como segurança e defesa nacional, espaço exterior, integração física e produtiva sul-americana e desenvolvimento regional e ordenamento territorial. Nesse contexto, o Capítulo 16, trata do tema ***segurança e defesa nacional***, apresentando um diagnóstico da defesa nacional, explorando as complexas ameaças e oportunidades que o Brasil enfrenta em um contexto global de rápidas transformações. O texto destaca a importância de identificar e mensurar as ameaças, bem como as capacidades estatais de defesa necessárias para garantir a soberania nacional. Aborda também a crescente influência de tecnologias disruptivas, como inteligência artificial, cibersegurança e tecnologias espaciais, e a necessidade de adaptar as estratégias de defesa a essas novas realidades. O capítulo discute ainda o papel das Forças Armadas na proteção do território e dos recursos naturais, e na participação em operações de paz e ajuda humanitária. Enfatiza a importância da cooperação internacional e da diplomacia na resolução de conflitos e na manutenção da paz, e conclui com uma lista de "sementes de futuro" que representam tendências, sinais, eventos disruptivos e incertezas no campo da defesa nacional, com o objetivo de subsidiar o planejamento estratégico e garantir a segurança do Brasil até 2045.

Já o Capítulo 17 aborda o tema ***espaço exterior***, apresentando o estado atual e as tendências futuras da exploração espacial no Brasil e no mundo, com foco em avanços tecnológicos, desafios e oportunidades. Destaca-se o crescimento da atividade espacial, com a crescente participação de empresas privadas e a necessidade de regulamentação internacional para garantir a equidade e o acesso ao espaço. O capítulo também discute os desafios do Brasil para desenvolver seu programa espacial, incluindo investimentos, tecnologia, recursos humanos e a necessidade de cooperação internacional. O capítulo finaliza com uma análise dos riscos, desafios e oportunidades para o Brasil no setor espacial até 2045, enfatizando a importância de políticas públicas eficazes e investimentos para que o país possa alcançar seu potencial como potência espacial.

No Capítulo 18, são apresentados os desafios e perspectivas da ***integração sul-americana***, traçando uma retrospectiva histórica desde os caminhos pré-colombianos até as iniciativas recentes como a IIRSA e a UNASUL. O fracasso em estabelecer limites precisos entre os países após a independência e a influência externa, especialmente dos EUA, são apontados como obstáculos. A partir da segunda metade do século XX, a integração regional ganhou força, impulsionada pela CEPAL e pela necessidade de superar assimetrias e fortalecer a posição dos países sul-americanos frente aos blocos liderados por EUA e URSS. Apesar dos avanços, o texto destaca a lentidão do processo, a falta de protagonismo político e a necessidade de convergência regulatória. As tendências e incertezas do cenário atual incluem a pressão para manter estruturas produtivas primário-exportadoras, a consolidação de conexões multimodais bioceânicas, a intensificação dos movimentos migratórios, o papel dos países sul-americanos na governança global e sua inserção nas cadeias produtivas globais.

Já o Capítulo 19 apresenta o tema ***desenvolvimento regional e ordenamento territorial*** e destaca a importância do planejamento territorial para o desenvolvimento do Brasil, considerando as desigualdades regionais e a necessidade de políticas públicas específicas para cada localidade. O texto aborda o histórico das políticas de desenvolvimento regional, incluindo a criação de superintendências e fundos constitucionais, e destaca a persistência das desigualdades apesar dos esforços para reduzir as disparidades. O capítulo também discute o ordenamento territorial, com foco em temas como ordenamento fundiário, Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), desenvolvimento urbano e Zona Econômica Exclusiva (ZEE). Analisa-se as perspectivas de desenvolvimento para cada região do Brasil, destacando seus desafios e oportunidades, e conclui com uma lista de tendências e incertezas relacionadas ao desenvolvimento regional e ao ordenamento territorial do país.

Entrando na **Parte IV** deste livro, o foco é a **Dimensão econômica do desenvolvimento** e aborda os temas planejamento e orçamento, gestão macroeconômica, comércio exterior brasileiro, a indústria brasileira, as tecnologias da informação e comunicação e seus impactos, energia, agronegócio, recursos minerais e economia do mar, desenvolvimento regional e ordenamento territorial, finalizando com o futuro socioeconômico da Amazônia.

Quanto ao Capítulo 20 o foco foi ***planejamento e orçamento***. O texto analisa a relação entre planejamento e orçamento no Brasil, traçando um panorama histórico desde a década de 1930 e destacando os desafios para a integração desses instrumentos. Argumenta-se que, apesar dos avanços na modernização administrativa e na criação de mecanismos como o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA), a partir da Constituição de 1988, o planejamento governamental tem sido subordinado à lógica de curto prazo das restrições fiscais, especialmente com a Emenda Constitucional nº 95/2016. Neste capítulo, é defendida a necessidade de um regime fiscal sustentável que permita ao governo federal promover o pleno emprego e ajustar as despesas de acordo com os ciclos econômicos, com foco no planejamento de longo prazo e na participação social. O capítulo conclui com uma análise da Lei Complementar nº 200/2023, que instituiu o regime fiscal sustentável, apontando seus avanços e desafios para garantir a estabilidade macroeconômica e o crescimento socioeconômico do país.

O tema ***gestão macroeconômica*** é tratado no Capítulo 21, onde são analisadas as diferentes perspectivas teóricas sobre a gestão macroeconômica, incluindo a Lei de Say, a Teoria Quantitativa da Moeda, o Monetarismo Tipo I e II, e as Finanças Funcionais. Os autores argumentam que a crença na neutralidade da moeda e na ineficácia da política monetária, presente nas teorias monetaristas, impede que o Estado atue de forma anticíclica para promover o pleno emprego e o crescimento econômico. O capítulo destaca a importância do gasto público como indutor da demanda agregada e a necessidade de um planejamento de longo prazo que considere os custos de oportunidade, os impactos inflacionários e as restrições externas. Finaliza com uma análise das crises financeiras e suas implicações para o Brasil, enfatizando a importância de políticas macroeconômicas prudentes e da cooperação internacional para mitigar os efeitos das crises globais.

Segue-se, então, para uma avaliação e levantamento de perspectiva do ***comércio exterior brasileiro*** no Capítulo 22. No capítulo, analisa-se os desafios e oportunidades para o comércio exterior brasileiro, com foco em tendências de peso e incertezas críticas. Destaca-se a contínua dependência de *commodities* da balança comercial brasileira, a digitização das cadeias globais de valor, o crescimento da sustentabilidade e a crescente importância do comércio de serviços e dados. As incertezas incluem o protecionismo, as disputas geopolíticas entre EUA e China, o futuro do multilateralismo e a capacidade do Brasil de avançar na Indústria 4.0. Ao final, conclui-se que o Brasil precisa superar desafios estruturais, investir em inovação e qualificação, e adotar uma postura estratégica para aproveitar as oportunidades e garantir sua competitividade no comércio internacional até 2045.

Quanto ao Capítulo 23, ele trata da realização de um diagnóstico e perspectivas da ***indústria brasileira*** e examina o desenvolvimento da indústria nacional ao longo da história, com foco em desafios e oportunidades até 2045. Destaca-se a desindustrialização precoce brasileira e a especialização regressiva como obstáculos, enquanto aponta a importância da inovação, da tecnologia e do programa "Nova Indústria Brasil" para impulsionar o crescimento do setor. O capítulo também discute o papel do investimento em pesquisa e desenvolvimento, a distribuição geográfica da indústria e a necessidade de políticas públicas eficazes para promover a competitividade e a sustentabilidade da indústria brasileira. Finaliza com uma lista de "sementes de futuro", incluindo tendências, sinais, eventos disruptivos e incertezas que moldarão o futuro da indústria, com o objetivo de subsidiar o planejamento estratégico e a formulação de políticas públicas para o setor.

O Capítulo 24, apresenta o tema ***TICs e suas transformações*** até 2045 e discorre sobre as principais tendências e incertezas até 2045. O texto destaca o crescimento da conectividade, a digitização da sociedade, o avanço da inteligência artificial e a necessidade de investimentos em infraestrutura e segurança cibernética. Apresenta-se os desafios para o Brasil, como a inclusão digital, a qualificação da mão de obra e a necessidade de um ambiente regulatório favorável à inovação. Finaliza com uma lista de "sementes de futuro" que representam as tendências, incertezas e rupturas que podem influenciar o futuro das TICs, com o objetivo de subsidiar o planejamento estratégico e a formulação de políticas públicas para o setor.

Energia é o tema do Capítulo 25, o qual examina o futuro do setor energético brasileiro, com foco nas tendências, incertezas e potenciais rupturas que moldarão o futuro até 2045. Destaca-se a crescente demanda por energia, a transição para fontes renováveis, a digitalização do setor elétrico e a necessidade de investimentos em infraestrutura. O capítulo também discute os desafios relacionados à dependência tecnológica, à expansão da energia nuclear e aos impactos das mudanças climáticas. Ao final, conclui-se que o Brasil tem a oportunidade de se consolidar como líder em energia limpa, mas precisa superar obstáculos e adotar políticas eficazes para garantir a segurança energética e a sustentabilidade a longo prazo.

Quanto ao Capítulo 26, este trata das tendências e incertezas da ***cadeia de valor agropecuária brasileira*** e explora os desafios e oportunidades que o setor agropecuário brasileiro enfrentará nos próximos 20 anos. O Brasil, potência agrícola mundial, precisa se adaptar às novas demandas e exigências de sustentabilidade para manter sua posição de destaque. O aumento da produtividade com sustentabilidade, a intensificação de

sistemas produtivos integrados, a bioeconomia, a transição energética e o uso de tecnologias baseadas na biotecnologia, nanotecnologia e inteligência artificial são algumas das tendências que têm moldado o futuro do agro brasileiro. O texto também aborda a necessidade de diversificação da produção, incluindo aquicultura, fruticultura e novas fronteiras como agricultura em ambientes controlados e carne cultivada. A adaptação às mudanças climáticas, a preservação ambiental e a segurança alimentar também são discutidas, com destaque para a importância da Amazônia e do Pantanal. O texto finaliza com uma análise das tendências de consumo de alimentos e os desafios para atender às necessidades de uma população em constante mudança.

O Capítulo 27 foca na apresentação das sementes de futuro dos ***recursos minerais brasileiros***. Neste capítulo, é examinado o potencial econômico-tecnológico-disruptivo dos recursos minerais do Brasil, com foco em sua importância estratégica para o desenvolvimento do país. Destaca-se a abundância de recursos minerais no Brasil, incluindo nióbio, tântalo, terras raras, lítio e hidrogênio, e argumenta que o país tem a oportunidade de transformar esses recursos em riqueza e desenvolvimento tecnológico. O capítulo também discute os desafios da exploração mineral, como a "doença holandesa" e a necessidade de políticas públicas eficazes para garantir a sustentabilidade e a agregação de valor às cadeias produtivas. Ao final, conclui-se que o Brasil precisa de um projeto de reindustrialização que promova a inovação, a qualificação da mão de obra e a integração com cadeias produtivas internacionais, com foco na Quarta Revolução Industrial e na sustentabilidade ambiental.

Economia do mar é o foco do Capítulo 28, no qual é examinado o papel crucial do ambiente marítimo para o desenvolvimento econômico do Brasil, com foco em tendências, incertezas e rupturas que podem influenciar o setor até 2045. O texto destaca a importância da "Amazônia Azul" para a economia brasileira, abrangendo atividades como exploração de petróleo e gás, pesca e comércio exterior. Apresenta-se o uso de tecnologias emergentes para mitigar os impactos das mudanças climáticas, o aumento da exploração de recursos marinhos e a necessidade de investimentos em infraestrutura portuária. O capítulo também analisa o papel do Brasil no cenário internacional, incluindo desafios como a concentração do transporte marítimo em empresas estrangeiras e a necessidade de garantir a soberania nas águas jurisdicionais brasileiras. Finaliza com uma lista de "sementes de futuro" que representam as tendências, incertezas e rupturas que podem influenciar o futuro da economia do mar, com o objetivo de subsidiar o planejamento estratégico e a formulação de políticas públicas para o setor.

O último capítulo desta Parte foca no futuro da ***Amazônia*** até 2045, onde é examinado o desenvolvimento da região amazônica, com foco em tendências e incertezas socioeconômicas e ambientais. No texto, é destacado a persistente pobreza e desigualdade, o desmatamento e a exploração mineral, o crescimento da urbanização e a necessidade de investimentos em educação, saúde e segurança pública. Discute-se o papel da Amazônia no cenário global, como fornecedora de *commodities* e serviços ecossistêmicos, e a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento que promova a inclusão social, a sustentabilidade ambiental e a justiça social. O capítulo conclui com uma lista de "sementes de futuro" que representam as tendências, incertezas e rupturas que podem influenciar o futuro da Amazônia, com o objetivo de subsidiar o planejamento estratégico e a formulação de políticas públicas para a região.

Por fim, a Parte V destaca a **Dimensão meio ambiente** com um foco na agenda ambiental e climática e o capítulo contendo as **considerações finais** do estudo, que também apresenta uma avaliação do projeto e lições aprendidas com o processo realizado por diversos autores desse livro.

No Capítulo 30, que trata da ***agenda ambiental ancorada na emergência climática***, o texto examina o futuro do Brasil em relação às mudanças climáticas, com foco nas próximas duas décadas. É destacado que o país precisa se preparar para um cenário de agravamento dos fenômenos climáticos extremos, o que trará desafios em áreas como economia, agricultura e recursos naturais. Destaca-se a importância de conciliar o bem-estar atual com o das próximas gerações, buscando soluções para a crise climática. O texto também explora as incertezas e oportunidades que cercam a evolução projetada das mudanças climáticas para o mundo, incluindo a necessidade de um novo padrão de financiamento verde, o estabelecimento de uma governança climática eficaz e o desenvolvimento tecnológico. O texto conclui que o futuro do Brasil depende da sua capacidade de transformar suas vantagens comparativas em vantagens competitivas, por meio de uma nova economia verde e descarbonizada.

O último capítulo destaca a importância da condução de estudos prospectivos que envolva especialistas de diversas áreas em um processo de construção de cenários abrangente e interdisciplinar. Ressalta que os cenários construídos servem como ferramenta de reflexão e inspiração para governantes, empresários e cidadãos, estimulando a colaboração e a formulação de estratégias para um futuro mais justo, equitativo e próspero. O livro destaca a importância do planejamento de longo prazo, da inclusão social, da sustentabilidade ambiental e da inovação econômica para o desenvolvimento do Brasil. Além disso, enfatiza o papel crucial da educação e da consciência cidadã na construção de um futuro desejável para o país. Também apresenta os pontos fortes e

pontos de melhoria no projeto, segundo a visão dos *experts* que participaram das oficinas e da elaboração dos capítulos. Também apresenta os aprendizados gerados ao participarem desse estudo, no qual foram desafiados a olhar o longo prazo do Brasil de forma criativa. Termina com várias mensagens deixadas por esse grupo que valem a pena ser consultadas.

Por fim, acredita-se que uma das contribuições mais importantes do livro é seu enfoque na interação entre forças globais e locais. Em um mundo cada vez mais interdependente, o futuro do Brasil não pode ser entendido isoladamente, mas sim em relação a fenômenos globais, como a transição verde e digital, comércio global e novos modelos de negócio e dinâmicas geopolíticas. Ao mesmo tempo, o livro destaca como características únicas do contexto brasileiro, como a diversidade biológica, cultural e econômica, podem representar tanto desafios quanto oportunidades para o desenvolvimento.

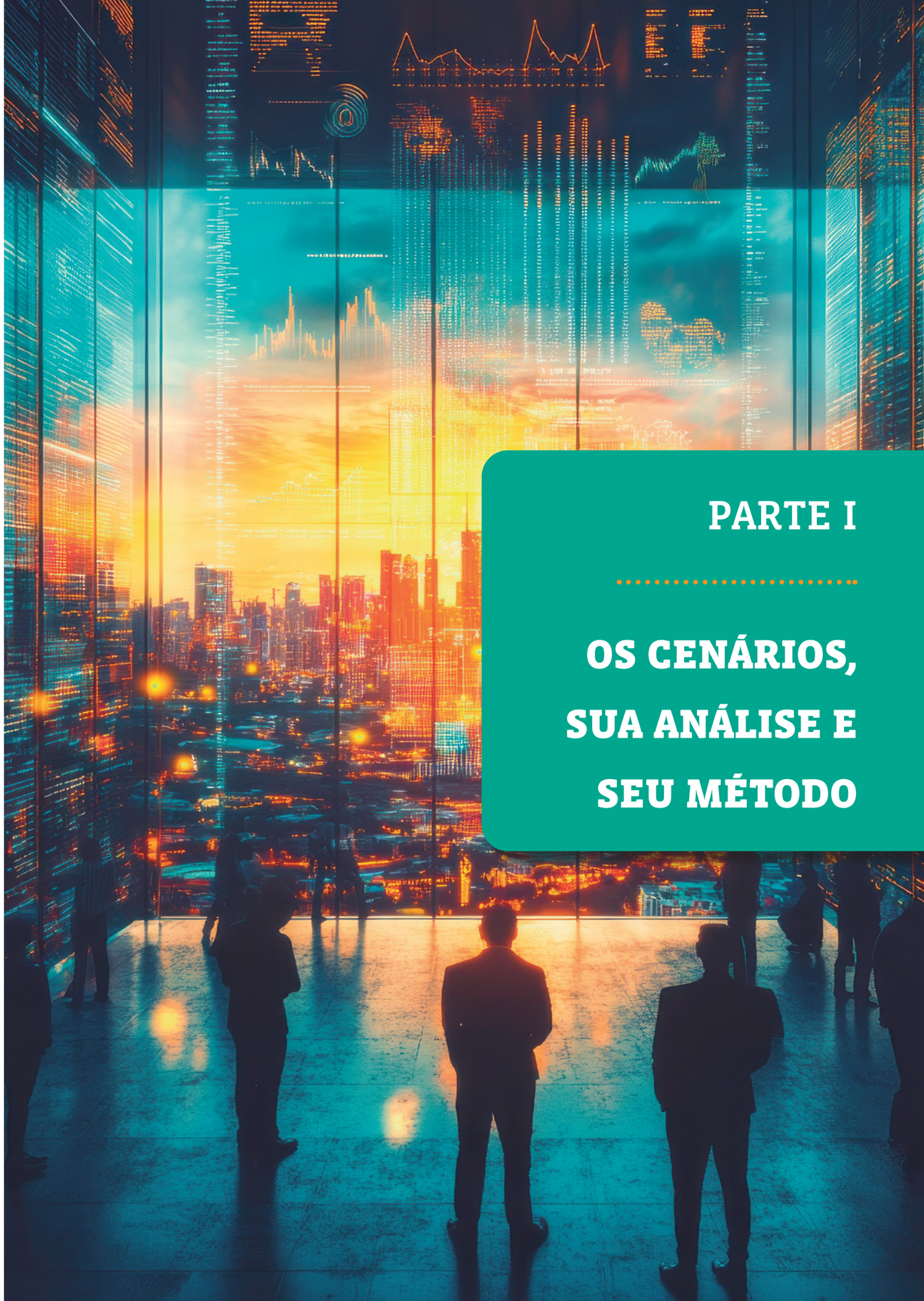
Destaca-se também como relevante a abordagem colaborativa que permeia a construção dos cenários. O trabalho reflete a contribuição de especialistas de diferentes áreas – economistas, cientistas sociais, ambientalistas e tecnologistas – além de envolver *stakeholders* do setor público, privado e da sociedade civil. Essa pluralidade de perspectivas confere maior legitimidade e riqueza às análises, tornando o livro uma referência não apenas para acadêmicos, mas também para líderes e gestores que enfrentam o desafio de planejar em ambientes incertos.

Ao navegar por estas páginas, o leitor é convidado não apenas a imaginar o futuro, mas a se engajar na sua construção. Os cenários apresentados não são previsões, mas possibilidades que dependem das escolhas e ações realizadas hoje. Nesse sentido, o livro é também um convite à responsabilidade coletiva, reforçando que o futuro do Brasil está, em grande parte, nas mãos de seus cidadãos e líderes. Sendo assim, e recuperando também as palavras destacadas no início desta introdução, deixamos as seguintes reflexões:

Quais as decisões que você tomará hoje e nos dias subsequentes em prol do desenvolvimento do nosso país?

Qual será a sua contribuição?

Boa leitura!



PARTE I

OS CENÁRIOS, SUA ANÁLISE E SEU MÉTODO

Capítulo 2

CENÁRIO *PROTAGONISMO GLOBAL*[13]

2

O cenário hipotético *Protagonismo Global* é contado por uma reconhecida revista britânica de economia, em reportagem especial de dezembro de 2045. A publicação, aqui reproduzida na versão em português, evidencia como o desenvolvimento no Brasil nos últimos vinte anos, guiado pela bioeconomia e pela incorporação de tecnologias avançadas, beneficiou inclusive territórios que até então apresentavam baixos índices econômico-sociais. Repórter da revista britânica viajou até o Brasil e relatou os grandes avanços econômicos e sociais que observou em seu deslocamento pelo sertão nordestino e Amazônia Legal, onde colheu depoimentos de cidadãos que experienciaram o desenvolvimento inclusivo e tecnológico pelo qual passou o país no período. O cenário *Protagonismo Global* possui a seguinte ideia-força:

> Em um contexto de instabilidade internacional, o Brasil formula e implementa políticas públicas de longo prazo, que priorizam áreas estratégicas e promovem avanços tecnológicos em áreas de média complexidade, posicionando o país como um *player* global de inovação, reduzindo a dependência tecnológica. Os avanços tecnológicos ocorridos nessas áreas transbordam para outras áreas, que aproveitam a oportunidade de um ambiente favorável para negócios e os avanços tecnológicos disponíveis. Observou-se, então, o surgimento de investimentos a longo prazo no país, tanto público quanto privado, em diversas áreas. O Estado, em parceria com agentes econômicos privados, investe na melhoria da qualidade da educação com foco no desenvolvimento das competências necessárias ao desempenho das profissões do futuro. Por volta de 2045, o Brasil desponta como um novo protagonista global e investe para se manter nessa posição, tomando como bandeira o desenvolvimento inclusivo e sustentável e a bioeconomia.

REPORTAGEM ESPECIAL DE REVISTA ECONÔMICA

O protagonismo brasileiro no quadro mundial: desenvolvimento guiado pela bioeconomia e pela apropriação tecnológica transforma a vida da população.

Londres, dezembro de 2045.

O notável protagonismo brasileiro nos rumos da economia mundial dos últimos cinco anos deita raízes em seu impressionante desenvolvimento econômico inclusivo e sustentável, concertado no país nos últimos vinte anos. Nossa última reportagem de 2045 leva a repórter Amelia até o Brasil, de onde relata sua experiência na visita a destinos que ilustram as mudanças econômicas e sociais pelas quais passou o país, após a implantação de reformas que alçaram o Brasil à posição de *player* global com influência decisiva no tabuleiro geopolítico contemporâneo.

Amelia entrevistou dois cidadãos brasileiros oriundos de regiões do país que até pouco tempo atrás tinham baixíssimos índices socioeconômicos, mas que agora desfrutam de uma nova realidade, em virtude da biorrevolução e do chamado Agronegócio 5.0: trata-se das regiões Nordeste e Norte, nos biomas da Caatinga e da Amazônia respectivamente.

Ela inicia sua jornada em Fortaleza, capital do estado do Ceará, onde se depara com uma cidade hiperconectada e que tem encontrado alternativas inovadoras para lidar com o histórico problema da insegurança hídrica. Após, visita um arranjo produtivo local (APL) no semiárido nordestino, em Carira, município localizado no estado de Sergipe, onde conhece uma engenheira florestal recém-formada que dá detalhes sobre a produção do combustível sustentável que move a frota das principais cidades do país.

Nossa repórter viaja então até o Norte do Brasil, passando por estradas modernas que compõem o corredor bioceânico da América do Sul, implementado graças à liderança brasileira na região. Durante o trajeto, relata mudanças importantes que o país conseguiu promover no comércio exterior e na organização das cidades.

[13] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Lógica dos Cenários" realizada no dia 5 de setembro de 2024, em Brasília, nas dependências da Embrapa Sede. A redação das ideias e conhecimentos gerados foi revisada por especialistas e parceiros e contou com a colaboração de Guilherme Rebouças e Guilherme Bratz Uberti em sua redação.

Amelia chega finalmente a Carauari, no estado do Amazonas. Lá, conversa com indígena que trabalha com exportação de óleos vegetais processados na região, e relata a mudança de paradigma na relação entre Estado e comunidades tradicionais dos últimos anos. A partir de agora, a narração é de nossa repórter.

Amelia vai ao Brasil

Inicio a preparação para minha viagem ao Brasil instigada a presenciar *in loco* os efeitos da política de desenvolvimento inclusiva baseada na transformação digital e na bioeconomia, que tem sido objeto de análise da comunidade acadêmica do mundo todo. O caso brasileiro foi alvo de minha recente tese de doutorado em universidade britânica, especificamente os APLs que se utilizam da bioeconomia. Minha curiosidade foi ainda mais aguçada pela história de meus pais, brasileiros que emigraram em busca de oportunidades que absorvessem e remunerassem adequadamente seus conhecimentos avançados em tecnologia, algo que não era realidade no Brasil de trinta anos atrás.

Inicialmente, cabe contextualizar como todo esse avanço foi possível. Na segunda metade dos anos 2020, trabalhou-se em um planejamento de longo prazo no âmbito do governo federal que tratou por priorizar determinadas frentes de atuação e orquestrar atores estratégicos para o desenvolvimento. Após amplos diálogos que envolveram especialistas da sociedade e do mercado, as áreas priorizadas foram bioeconomia, energia renovável, tecnologias da informação e agronegócio. O critério para essa escolha é que as áreas deveriam representar vocações econômicas com potencial desenvolvimento futuro, capazes de complexificar e dinamizar a economia, além de transbordarem seus benefícios a outros setores.

Especial ênfase foi conferida às particularidades das regiões do país: as áreas priorizadas foram trabalhadas conforme as características e potencialidades dos diferentes territórios. Assim, durante a implementação das estratégias, foram sendo desenvolvidos modelos próprios de desenvolvimento para cada região do Brasil.

Os atores envolvidos nesse amplo debate foram representantes do Executivo, Legislativo, associações empresariais e da sociedade civil, além de acadêmicos. Eles formaram o comitê para o desenvolvimento de longo prazo do Brasil, símbolo da governança das questões públicas no país.

A liderança desse conselho ficou a cargo do Executivo, mas as estratégias formuladas vêm sendo deliberadas de maneira participativa e transparente à sociedade, o que tem garantido sua permanência ao longo das trocas de governo, uma vez que o debate sobre as questões caras ao desenvolvimento nacional se tornou público. Institucionalmente, a medida virou lei, ao ser referendada pelo Congresso Nacional, o qual conta com comissões especializadas para tratar das questões estratégicas com impactos futuros.

Foram criados organismos na estrutura da Administração Pública para implementação das estratégias deliberadas no conselho, que contaram com mecanismos que os fizeram atuar próximos ao setor produtivo e aos indutores do desenvolvimento tecnológico e da inovação, os quais têm se mostrado propositivos para resolução dos problemas públicos.

Assim, com clareza acerca dos principais rumos que os grandes eixos da economia brasileira devem seguir, os esforços de gestão na Administração Pública tornaram-se mais especializados e espacializados, o que tem garantido avanços na formulação e implementação de políticas públicas junto a atores do mercado e da sociedade.

Como recompensa pela maior estabilidade institucional e pela pactuação de políticas de longo prazo, o país tem atraído investimentos privados nacionais e internacionais, que complementam os investimentos públicos.

As grandes capitais enquanto polos tecnológicos

Esclarecidas essas grandes questões, vamos à viagem. Desembarco no moderno aeroporto de Fortaleza, que está se tornando uma referência na automatização de serviços aeroportuários. Em poucos minutos me deparo com uma cidade hiperconectada: meu *smartphone* já estava integrado à infraestrutura da região, apresentando opções de transporte, gastronomia e lazer conforme minhas preferências, além de assistente virtual disposto a me acompanhar com informações e facilidades no que se refere a serviços de utilidade pública, como saúde e segurança.

Essa é mais uma das tantas "cidades inteligentes" brasileiras, que dispõem de tecnologias avançadas e conectadas à infraestrutura de serviços públicos. Isso foi possível graças ao domínio de tecnologias por parte do país e a políticas coordenadas pelo governo federal para otimização da prestação de serviços nas cidades.

No caminho para o hotel, a bordo de um carro autônomo, passo por sinais de trânsito, semáforos e postes de luz que se ajustam automaticamente ao fluxo de pessoas e veículos. Também percebo a rede de sensores que a capital cearense utiliza para otimizar o uso de água, energia e tratamento de resíduos. Além de um monitoramento intensivo da rede de distribuição de água, o sistema que integra esse conjunto de sensores tem papel essencial na conscientização da sociedade para o enfrentamento da histórica escassez hídrica na cidade, preocupação que vem sendo agravada com as mudanças climáticas.

Essa preocupação com a questão ambiental em Fortaleza está dentro de uma política nacional de enfrentamento aos eventos climáticos, que envolve a defesa dos biomas brasileiros. Foram muitas as resistências até o início dos anos 2030, mas a ocorrência de diversos eventos climáticos fez com que essa pauta alavancasse. Assim, as extensas áreas de monocultura foram sendo, aos poucos, restringidas no Brasil. No seu lugar, ganhou força um agronegócio tecnológico e a agricultura regenerativa, com recuperação de nascentes e matas ciliares das bacias hidrográficas brasileiras.

Para tanto, foram reforçadas instituições de proteção ambiental e sustentados embates com grandes proprietários de terras. O pacto social gerado pelo debate público no âmbito do conselho do desenvolvimento foi, aos poucos, atenuando os conflitos. Não havia mais tolerância à incapacidade de dar conta aos recorrentes desastres naturais nas cidades.

Os investimentos nesse e em outros tipos de infraestrutura pública têm se dado no Brasil não só via recursos do Tesouro, mas também mediante parcerias com parceiros privados ou empréstimos com bancos e organismos multilaterais. Aliás, um número considerável de governos no país é reconhecido pela excelência na elaboração de projetos para captação de recursos via operações de créditos. Isso foi fruto de uma política do Governo Federal que incentivou a especialização das Administrações Públicas dos entes subnacionais e de entidades do mercado e da sociedade para atração de investimentos. Com isso, todos esses atores tornaram-se menos dependentes dos recursos da União.

Nesse contexto, é de se ressaltar que o papel dos entes públicos tem se especializado também na regulação das atuações dos parceiros privados. As agências reguladoras no país têm se tornado instituições de excelência. Está consolidada a cultura de que os problemas públicos no país devem ser solucionados mediante ecossistemas que integrem organismos públicos e privados.

Assim, as alternativas encontradas para a solução das grandes questões de desenvolvimento econômico e social no Brasil têm absorvido tecnologias modernas, pois as instituições reconhecem que devem se manter atualizadas às tendências internacionais na captação de recursos mundo afora para se desenvolver.

Nesse sentido, algo que se desenvolveu em larga escala no país foram iniciativas de financiamento verde, o que tem reforçado a política nacional de enfrentamento aos eventos climáticos liderada pelo Governo Federal. Isso avançou no final dos anos 2020, com especializações dos entes subnacionais na entrada ao mercado regulado de carbono.

Voltando ao tema da tecnologia no Brasil, é de se ressaltar que ela não apenas está difundida na infraestrutura pública das grandes cidades, mas também está amplamente absorvida pelos setores econômicos mais dinâmicos no país. É possível identificar alto nível de automação em linhas de produção industriais, de utilização de *Big Data* para tomadas de decisão e de impressão 3D. Foi essencial para isso a implementação de uma política nacional de estímulo à criação de *hubs* tecnológicos, que reúnem os principais agentes do ecossistema de inovação.

Essa orientação foi fruto das estratégias pactuadas no âmbito do conselho para o desenvolvimento de longo prazo. Uma de suas primeiras decisões, ainda nos anos 2020, foi de que a ciência e a tecnologia deveriam ser priorizadas. Houve uma forte articulação junto às universidades para encontrar soluções à dinamização dos setores priorizados e à resolução de problemas públicos, mediante a utilização de tecnologias. Esses projetos foram os principais beneficiados na canalização dos investimentos realizada a partir de então.

Fortaleza é um caso paradigmático nesse assunto. Aproveitou do fato de se apresentar como ponto de entrada de cabos de fibra ótica transoceânicos, bem como atraiu investimento para a fabricação de uma nova geração de *chips*. Essa inovação tem transformado diversos setores no país, incluindo indústria, saúde, comunicações, e segurança, posicionando o Brasil na vanguarda dessa tecnologia em âmbito mundial. O sucesso na consolidação desses polos de inovação deve-se ao forte apoio de pesquisa aplicada junto às universidades e centros de pesquisa brasileiros, que se valeram de colaborações internacionais e laboratórios dedicados ao estudo de algoritmos quânticos.

Outras regiões do país também têm se destacado como polos tecnológicos, a exemplo de Recife, no Nordeste; Florianópolis, no Sul; além dos tradicionais centros no Sudeste.

A utilização de sistemas avançados de comunicação criou ambiente para o desenvolvimento até mesmo de satélites no Brasil, por meio do polo de inovação voltado para o espaço. A atuação conjunta entre Empresa de Aeroespaço (Embraer) e instituições indianas colocou o país como importante *player* na corrida espacial, valendo-se do Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão. Esse foi o pontapé para o reforço à Base Industrial de Defesa, que passou a ser considerado um centro prioritário de inovação e tecnologia, em benefício às áreas estipuladas pelo Conselho do Desenvolvimento de Longo Prazo.

O caso dos *chips* de Fortaleza é ilustrativo também da nova política de atração de empresas que o Conselho do Desenvolvimento passou a orientar no Brasil, resultado de uma ousada estratégia de inserção internacional

para o país, em um contexto de instabilidade geopolítica. No caso cearense, fábricas saíram de Taiwan, em meio a tensões geopolíticas na China, e vieram para o Brasil, mediante intensa articulação diplomática. A instalação dos taiwaneses foi mediante contratos que previam a transferência de tecnologia, medida que tem sido crucial para desenvolver a ciência e tecnologia no país e, consequentemente, tornar o Brasil um centro de atração de talentos.

Replicando essa estratégia em outras áreas prioritárias e regiões do país, o Brasil tem conseguido realizar o domínio de tecnologias críticas para seu desenvolvimento, incentivando cadeias que transbordam a outras áreas. Esse tem sido o diferencial para seu protagonismo em âmbito mundial.

Outro ponto digno de registro em minha passagem pela capital cearense, que também tem a ver com tecnologia, mas que está intimamente ligada ao processo de transição ecológica do país, é a descarbonização do sistema de transporte. A frota de mobilidade urbana de Fortaleza, assim como das principais cidades do país, está baseada no Diesel e Hidrogênio Verdes, que tem seu encadeamento produtivo inteiramente realizado no país. É justamente para entender mais sobre o papel dos biocombustíveis que planejei minha próxima parada no Brasil, em Carira, interior de Sergipe, sede de um importante elo nessa cadeia.

Bioma da Caatinga: combustível para o desenvolvimento inclusivo e sustentável

Carira é uma cidade no território do Agreste Sergipano, cuja vocação agrária é evidente. Com uma estrutura fundiária de pequenas e médias propriedades, preserva entre seus habitantes um ritmo de vida pacato e bucólico. Mas, sob a calmaria do interior e a movimentação das feiras livres de produtos da agricultura de subsistência, encontra-se uma revolução numa das cadeias globais mais promissoras desse novo Brasil: os biocombustíveis.

É aqui que se concentra um dos APLs da Macaúba, um dos principais insumos para a produção do Diesel Verde, o biocombustível que está movendo cada vez mais a frota brasileira de transporte de cargas e de passageiros, em especial nas grandes metrópoles do país. O Arranjo Produtivo da Macaúba, em Carira, abriga cooperativas, centros de pesquisa, empreendimentos industriais e do agronegócio, e até uma pequena incubadora de *startups*, focada em serviços agroindustriais. Seu funcionamento tem alterado substancialmente as perspectivas de futuro dos moradores da região.

Assim que cheguei a Carira, fui recebida por Selma dos Santos, engenheira florestal egressa da universidade estadual sergipana. Ela é a diretora técnica da Cooperativa de Produtores de Macaúba do Agreste, responsável por cerca de 20% de todo óleo de macaúba produzido no país. A história de Selma é a mesma de um grande contingente de nordestinos, filhos de pequenos agricultores que, entre os horários de estudo, ajudam os pais nos trabalhos no campo. "Há não muito tempo, jovens emigravam para as grandes cidades, em busca de outras oportunidades de educação e de outras ocupações. Quem ficava por aqui era só quem gostava da roça", lembra ela. "Mas, de uns anos para cá, apareceram muitos trabalhos diferentes em Carira", diz Selma referindo-se ao APL da Macaúba.

Ela relata que, ainda na escola, testemunhou a mudança nas políticas governamentais da educação que se voltaram à formação profissional, focalizando as habilidades verdes e digitais: "Na pós-graduação, minha formação foi direcionada aos problemas da comunidade, com enfoque no APL da Macaúba. Esse ecossistema foi objeto de meus estudos enquanto bolsista de iniciação científica e foi também o local em que realizei meu estágio".

A fala de Selma retrata a ruptura que houve no ensino público no país: orientado pelas estratégias pactuadas no âmbito do conselho de desenvolvimento, o Ministério da Educação formulou uma nova política na gestão pedagógica, a qual induziu aos entes subnacionais mediante condicionamentos no repasse de recursos. O currículo passou a estar fortemente centrado nas competências requeridas para os novos mercados, em especial aqueles dentro da cadeia das áreas priorizadas pelo planejamento de longo prazo.

Isso garantiu que os ensinamentos passassem a estar vinculados à resolução de problemas da comunidade e a oportunidades de emprego. Assim, junto a outras medidas de gestão educacional, como profissionalização de gestores escolares e ampliação do contraturno, observaram-se melhorias no engajamento da comunidade escolar, valorização dos professores e, consequentemente, melhores resultados educacionais. Essa reformulação na educação foi fator chave para as mudanças percebidas na sociedade.

Quis ouvir um pouco mais sobre a implantação do APL da Macaúba em Carira. Selma contextualizou que a macaúba surgiu com o investimento de um fundo soberano de um país árabe que, há pouco mais de 20 anos, foi convencido por nossa diplomacia a investir na cadeia produtiva da macaúba, começando-a praticamente do zero. Com objetivos firmes e aportes de capital, o polo produtivo da macaúba se consolidou nos estados de Sergipe e Bahia. Em pouco mais de 10 anos, a produção de óleo de macaúba e dos subprodutos estava em franca produção, abastecendo o mercado interno, sendo que parte do Diesel Verde era exportado para o país financiador, como recompensa.

O sucesso desse empreendimento despertou a atenção de investidores nacionais e internacionais e, em pouco tempo, outros polos produtores de macaúba e outros insumos surgiram no Brasil. Para tanto, contribuíram a política de juros baixos, às vezes inferiores aos praticados nos Estados Unidos e na Ásia, que perdura há mais de dez anos, e a segurança jurídica afiançada por legislações estáveis e posições previsíveis dos tribunais brasileiros.

Assim, surgiu a produção de macaúba em Carira, que abriu oportunidades para Selma e outros profissionais de diversas áreas de formação. "A situação mudou com a chegada do Núcleo, pois aprendemos a produzir o óleo concentrado da macaúba e os demais produtos da cadeia produtiva, implantando o modelo de economia circular. Estruturamos uma cooperativa de produtores para ganhar escala e montarmos nossas agroindústrias". O "Núcleo" a que Selma se refere é o Núcleo Vocacional Tecnológico.

Esses núcleos, espalhados em todo o país, são o principal instrumento da política nacional de inovação: eles reúnem os produtores locais com pesquisadores em busca de soluções para os principais gargalos nas cadeias e arranjos produtivos, conforme as particularidades dos territórios. Por meio de arranjos similares, o Brasil conseguiu diversificar sua produção de *commodities* para linhas com potencial desenvolvimento futuro como frutas, agricultura marinha, *indoor*, além de carne vegetal e produtos cultivados em biorreatores.

Algumas instituições que têm marcado presença crucial para o sucesso desses núcleos são a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), mediante capacitações e pesquisas aplicadas de alto nível. Complementam a rede de atores centrais para o funcionamento desses organismos cooperativas, universidades e instituições de formação profissional e de caráter social que compõem o Sistema S.

Chama atenção o fato de que, mediante iniciativas como essa, a política de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) brasileira conseguiu estruturar fluxos de financiamento estáveis e efetivos, inclusive aumentando significativamente o investimento privado em pesquisa e desenvolvimento (P&D), que historicamente sempre foi muito reduzido no Brasil.

Os investimentos privados floresceram a partir de arranjos inovadores e também da manutenção de taxas de juros em patamares favoráveis aos investimentos produtivos em outro setor que é fundamental para o sucesso do APL da Macaúba, e de toda a competitividade econômica, o da infraestrutura.

Os investimentos em infraestrutura proporcionaram uma diversificação dos modais de transporte no Brasil, o que impactou fortemente na redução do "Custo Brasil", uma vez que o sistema de logística no país sempre foi extremamente concentrado no modal rodoviário. Sobre esse tema, Selma explica: "Nosso óleo e demais produtos são transportados de caminhão só até a estação da Ferrovia Centro Atlântica, de lá segue pela Transnordestina até a Refinaria de Abreu e Lima, em Pernambuco. Isso tem barateado o preço final do Diesel Verde e contribuído para a ampliação da demanda. Para nós, de Carira, significa que o APL ainda tem muito a crescer".

Além da transição energética e da descarbonização da economia, o APL Macaúba ainda contribui com outro setor prioritário do planejamento de longo prazo brasileiro: o do agronegócio sustentável. Após o processo de extração do óleo, o resíduo é chamado de torta de macaúba, há muito conhecida pelas qualidades como fertilizante em diversas culturas. Essa torta é encaminhada a uma indústria que através de técnicas de nanotecnologia tem conseguido agregar um biodefensivo agrícola natural, destinado à recuperação dos terrenos da agricultura familiar e ao polo de citricultura do centro-sul sergipano, certificando a laranja produzida no estado como livre de agrotóxicos e agregando valor a sua comercialização às indústrias localizadas em Sergipe e nos estados vizinhos: "a gente está no conceito da Economia Circular", comemora Selma.

Tanto a cultura da macaúba quanto a da citricultura têm recebido crescentes investimentos nas técnicas relacionadas à agricultura de precisão: sensores para monitorar a qualidade do solo e das plantas, robôs na aplicação do defensivo e de fertilizantes, utilização de dados climáticos para ajustar as práticas da irrigação, além de drones e câmeras que avaliam o desenvolvimento das plantações.

Toda essa dinâmica econômica, que tem se observado nos quatro cantos do país, tem gerado impactos perceptíveis na redução das demandas locais por assistência social, fruto da inclusão produtiva que ela tem propiciado. Nesse sentido, especial papel tem apresentado as parcerias governamentais com o Sistema S, que proporcionam capacitações profissionais adaptadas à nova realidade.

Minha jornada para entender a revolução da bioeconomia brasileira estava apenas começando. E eu teria uma longa viagem pela frente passando pelo coração do Brasil.

Nordeste-Norte: novo protagonismo global e avanços nas cidades médias

Para chegar ao meu novo destino, a Amazônia, decidi percorrer o trajeto por terra. Apesar das grandes distâncias que enfrentaria, queria presenciar três questões que me chamavam a atenção. A primeira foram as estradas do corredor bioceânico da América do Sul, financiadas com apoio de agentes financeiros internacio-

nais, mediante liderança brasileira. Esses corredores simbolizam uma nova etapa da relação do Brasil com seus vizinhos sul-americanos e também a abertura de novas áreas no comércio exterior para a região, provenientes das transformações observadas nas cadeias produtivas globais, o que propiciou condições para avanços no número de portos brasileiros com infraestrutura adequada.

No final dos anos 2020, o país coordenou investimentos de infraestrutura que interligaram os Oceanos Pacífico e Atlântico. Ainda que tenha viabilizado maior escoamento das *commodities* agrícolas inicialmente, isso proporcionou maior interligação econômica, política e cultural entre Brasil e países da América do Sul, estreitando relacionamentos regionais, o que foi importante para construção de estratégias visando à blindagem das indústrias e dos recursos estratégicos da região, dada a forte influência de países avançados na Ásia, América do Norte e Europa.

Essa iniciativa, conjugada com outras ações do país, foi responsável pela redução do gap tecnológico frente aos países centrais em termos de atividades de média-alta e alta intensidade tecnológica, quando comparamos com os dados de vinte anos atrás, e do aumento da participação desses bens e serviços na pauta exportadora brasileira e da região sul-americana.

O segundo ponto que pude observar foram os avanços na rede policêntrica de cidades, que acabou fortalecendo o papel das cidades médias. Estudiosos apontam que esse fenômeno tem se dado pela interiorização da infraestrutura social e produtiva, pela ascensão dos APLs agrícolas e da bioeconomia, mas também pela incapacidade de resolução de todos os problemas sociais nas grandes cidades brasileiras.

Embora melhorias tenham ocorrido nas grandes cidades, mediante planos diretores mais atentos à pauta ambiental, o passivo do histórico de crescimento desordenado é extenso. Persistem nos grandes conglomerados urbanos áreas periféricas com infraestrutura inadequada, moradias precárias, localizadas em áreas irregulares, e uma considerável segregação espacial. Todas essas questões foram agravadas pelos desafios das mudanças climáticas.

Entretanto, nos municípios médios que visitei, constatei evidências importantes de desenvolvimento, como boa infraestrutura rodoviária, existência de importantes polos industriais e de serviços, bem como de modernas escolas e hospitais. Além disso, são notáveis os investimentos em infraestruturas resilientes e tecnologias adaptativas. Pude presenciar a disseminação da certificação verde em edificações recém-construídas, de parques, além de redes de eletricidade que integram energia solar e eólica.

Os avanços nos interiores brasileiros são ainda mais perceptíveis nas regiões Sul e Sudeste, em que cidades médias apresentam índices econômicos e sociais, além de tamanho de população, similares aos das capitais. Muitas delas atentaram à tendência de seus crescimentos e começaram a ordenar sua expansão desde meados dos anos 2020, com especial atenção à questão climática e ao desenvolvimento de núcleos tecnológicos, que acompanham suas vocações econômicas.

Isso evitou muitos dos problemas percebidos nas regiões metropolitanas, tornando o interior mais atrativo a novos moradores do que as tradicionais capitais. Destaca-se aqui o papel ativo do Ministério da Integração Regional que, junto aos entes subnacionais, articularam-se com atores sociais e privados para criação de cidades inteligentes não só em termos tecnológicos, mas também em infraestrutura social.

Já nas rodovias que me levavam de um município a outro, observei modernas tecnologias nas pavimentações e, durante o percurso, pude atentar à implantação de medidas inovadoras na gestão dos recursos hídricos, como tecnologias de dessalinização e de nanotecnologia na purificação de água, práticas que não são mais exclusivas do semiárido nordestino e agora se expandem para a Amazônia. Mais um resultado do Plano Clima, que tem se aproveitado da captação de recursos externos.

Amazônia Legal: soberania, desenvolvimento e democratização do aproveitamento dos recursos naturais

Finalmente chegava à Amazônia, região símbolo da disputa pelo uso e pela preservação dos recursos naturais na América do Sul, na qual foi possível observar o fortalecimento da soberania brasileira, em que pese a manutenção da pressão pela sua utilização de forma predatória.

A Amazônia é outro bioma que tem se mostrado como eixo relevante do desenvolvimento sustentável brasileiro nos últimos anos, com base no aproveitamento da bioeconomia. Meu destino foi Carauari, no interior do estado Amazonas, onde entrevistei Caique, pequeno empresário de origem indígena que atua na exportação de produtos oriundos da cadeia produtiva de óleos essenciais, processados pelas indústrias e cooperativas da região.

"Eu exporto mais de uma centena de tipos de óleos diferentes para mais de 30 países. Tem óleo para indústria de informática, para indústria farmacêutica, cosméticos, automobilística, até para foguete! Tem óleo da Amazônia no espaço, viu moça!" comenta Caique, orgulhoso.

Assim como Selma, Caique reputa às políticas nacionais o surgimento de oportunidades de geração de emprego e de renda na sua região: "Minha empresa foi uma das primeiras a se beneficiar da política nacional para incentivar empreendimentos liderados por indígenas na Amazônia Legal. Esse programa promoveu as parcerias entre cooperativas e pequenos e médios negócios na região, disponibilizou crédito para capital de giro e para a aquisição de máquinas e ainda deu apoio à capacitação do pessoal, por meio de cursos técnicos. Posso dizer que fui beneficiado em grande medida por cada uma dessas ações."

A política a que Caique se refere é mais uma oriunda dos consensos gerados no conselho para o desenvolvimento de longo prazo. Nessa, a presença de representantes indígenas na composição do colegiado foi primordial, uma vez que reforçaram as pautas dos povos originários nos debates. Isso também teve influência do grande enfoque conferido à Amazônia por parte de organismos internacionais. Assim, foi entendido que já havia passado da hora do Brasil trazer a Amazônia para o centro do planejamento de seu desenvolvimento de longo prazo, sob risco de perda de soberania.

Outro consenso foi de que os indígenas não poderiam mais ficar à parte dos debates sobre desenvolvimento e avanços no país. Eles deveriam ser inseridos em políticas que respeitassem suas tradições. Assim, suas demandas foram tratadas com prioridade no conselho e contaram com políticas desenhadas especialmente para suas particularidades.

Os arranjos de financiamento foram similares aos grandes projetos do país, mediante núcleos vocacionais, os quais contam com amplo apoio de instituições de ensino e apoio profissional, além de financiamento público-privado. A especificidade foi a atuação intensiva de instituições públicas de defesa do patrimônio natural, histórico e cultural da Amazônia, bem como de organizações sociais comprometidas com a preservação da região.

Em conversas com outros indígenas em Carauari, ouvi relatos que atestaram os grandes impactos da política nacional, como redução considerável da presença de intermediários nas cadeias produtivas e agregação de valor aos produtos que são exportados. Para tanto, destacou-se a intensa pesquisa aplicada na região amazônica, que ampliou o leque de produtos da biodiversidade integrados a cadeias produtivas de média e alta complexidade no Brasil. Nesse sentido, destacam-se os Centros de Pesquisas de Classe Mundial que se instalaram na região.

"Aos poucos, foram percebendo que a floresta em pé gera mais riqueza do que ela arrancada". Caique resume assim o principal motivo para um ciclo de desenvolvimento que transformou a vida da população da região, beneficiando a comunidade ribeirinha, produtores e agricultores.

É bem verdade que ao lado das políticas de promoção da bioeconomia e agricultura de precisão, das políticas de inovação e transformação tecnológica, outros fatores devem ser considerados para o sucesso da Amazônia e do Brasil como um todo: primeiramente, a simplificação, trazida pela reforma tributária, que deu mais tranquilidade ao empreendedor e reduziu o risco regulatório. Em segundo lugar, a taxa de juros atrativa a investimentos produtivos. Por último, a inflação manteve-se estável e abaixo da média mundial, o que trouxe, para negócios como o de Caique, menor pressão nos insumos e maior retorno sobre o investimento.

A Amazônia de Caique, assim como o Nordeste de Selma, foram fundamentais no novo ciclo de desenvolvimento brasileiro puxado pela bioeconomia e pelo agronegócio com sustentabilidade e tecnologia. Há vinte anos, estavam aí as populações mais vulneráveis, com os piores indicadores de desenvolvimento humano do país. Ainda assim, os problemas sociais não desapareceram, especialmente nas grandes cidades, como já comentamos.

Um dos maiores fatores de preocupação é o fortalecimento do crime organizado, que demanda ações mais efetivas. Na Amazônia, percebemos maior presença dos agentes de segurança nacional e pública, inclusive na proteção das fronteiras, evitando o tráfico de ativos da biodiversidade e a extração ilegal de minérios e de madeira. Contudo, em todo o país proliferam práticas de crime cibernético, lavagem de dinheiro, entre outros.

Outro desafio para o Brasil é o envelhecimento de sua população e as consequentes pressões nos sistemas de saúde e seguridade social. Por outro lado, essa questão vem sendo atenuada pela atração de pesquisadores e mão de obra qualificada, por conta do desenvolvimento tecnológico que o país tem conseguido promover. São brasileiros qualificados que retornam e estrangeiros que se interessam em fixar moradia no país. Assim, o Brasil tem experimentado um alongamento de seu bônus demográfico, com maior percentual de pessoas em idade ativa.

Ainda que conviva com determinados problemas, o Brasil parece ter encontrado o caminho para enfrentá-los, promovendo um modelo de desenvolvimento efetivamente inclusivo e sustentável. Um alento em tempos de tanta instabilidade política, econômica e climática.

Após minha jornada, acabo por fazer o caminho inverso ao de meus pais. Emigrei, ao menos temporariamente, da Inglaterra para o Brasil. A revista aceitou meu pedido e a partir de agora sou a mais nova correspondente em solo brasileiro, pronta para entender mais profundamente as mudanças que têm acontecido em todos os cantos do país.

CENÁRIO *INCLUSÃO SEM AMBIÇÃO*[14]

3

O cenário hipotético *Inclusão sem ambição* é contado por meio de sínteses de *capítulos de um livro sobre a história recente do Brasil*, lançado em janeiro de 2045. Possui como ideia-força:

> O país avança, por meio de políticas públicas de longo prazo voltadas para a inclusão produtiva e a sustentabilidade do meio ambiente, mas com grande dependência tecnológica do exterior. O Brasil se mantém como grande exportador de *commodities*, produtor e exportador de energia limpa, importando produtos manufaturados e de alta tecnologia. O país se beneficia das altas nos preços das *commodities* e do mercado de energia que cresce no mundo. Os recursos advindos da matriz exportadora e dos créditos de carbono recebidos do mundo para a gestão de seus ativos ambientais financiam o acesso à importação de alta tecnologia e promovem os investimentos voltados para a capacitação com foco na inclusão produtiva da população carente no mercado de trabalho. Esse movimento contribui com avanços lentos rumo ao desenvolvimento, apesar da manutenção do processo de desindustrialização no Brasil. Por volta de 2045, o conformismo, estabelecido pela balança comercial positiva pautada em *commodities*, passa a ser questionado com maior intensidade, levantando-se o debate quanto à necessidade de investimentos para a redução da dependência tecnológica e da reversão do envelhecimento populacional, visto que há uma tendência de redução dos ganhos obtidos, até então, com a balança comercial e os créditos de carbono.

CAPÍTULO 10: CONFORMISMO ECONÔMICO E TECNOLÓGICO

Nas últimas décadas, o Brasil manteve um modelo econômico baseado na exportação de *commodities* e na importação de produtos tecnológicos, defendido pelas elites ruralistas e aceito pelos governos, em função dos benefícios financeiros de curto prazo. Ao proporcionar uma balança comercial favorável, faltou-nos enxergar que a manutenção de nossa desindustrialização e dependência dos setores primário e terciário, impediria uma transformação econômica mais profunda, baseada no protagonismo dos setores de alta tecnologias emergentes e disruptivas, além de aumentar nossa dependência externa nessa área.

A sensação de segurança retardou a urgência de promoção de mudanças estruturantes, promovidas por um forte investimento em ciência, tecnologia e inovação (C&TI) que contribuísse para o surgimento de um parque industrial 5.0 brasileiro. O setor agro mineral energético exportador também não investiu na produção de tecnologias nacionais, preferindo adquiri-la de fornecedores estrangeiros.

O governo, por sua vez, optou por reforçar os programas sociais a partir da perspectiva de inclusão produtiva. O objetivo era empoderar os indivíduos e promover a autonomia, especialmente para a população mais carente. Esse novo programa adotado, causou uma revolução na educação, levando o país a se posicionar entre os 40 melhores no PISA. A adoção de um novo currículo contou com a ênfase no português, na matemática e novas tecnologias. Habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade, colaboração e comunicação no ensino básico, também foram incorporados, preparando as crianças e os jovens para o exercício da cidadania e para a entrada no mercado de trabalho.

Foram também ampliadas as ofertas de cursos profissionalizantes, em especial para cidadãos que estavam desempregados, os quais recebiam uma bolsa durante o processo de capacitação e entrada no mercado de trabalho. Além de aprenderem um ofício, também recebiam formação empreendedora, visto que com o avanço da automação inteligente as grandes corporações cada vez empregavam menos pessoas, focando na contratação de profissionais com alto nível de qualificação. A cada ano, mais brasileiros chegavam ao mercado de trabalho mais bem capacitados, proporcionando maior produtividade. Como resultado, observou-se o crescimento de

[14] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Lógica dos Cenários" realizada no dia 5 de setembro de 2024, em Brasília, nas dependências da Embrapa Sede. A redação das ideias e conhecimentos gerados foi revisada por especialistas e parceiros e contou com a colaboração de Francisco das Chagas Lemos Júnior, Newton Lopes Júnior, Raphael Gustavo Frischgesell e Elaine C. Marcial em sua redação.

uma economia de serviços que contava cada vez mais com mão de obra mais bem capacitada e especializada.

O foco no desenvolvimento de uma economia de serviços e agro mineral exportadora nos manteve presos ao modelo de exportação de *commodities* e importador de alta tecnologia, somente com parcos investimentos em C&TI em áreas específicas, que não foram capazes de transformar as riquezas naturais brasileiras em produtos de alta complexidade tecnológica. A falta de uma visão de longo prazo talvez tenha levado a esse quadro. Entretanto, o país não se desenvolveu baseado apenas no setor agro mineral energético exportador, as habilidades desenvolvidas, focadas no exercício do empreendedorismo, na gestão da economia de serviços e no setor de turismo posicionaram o Brasil, em 2045, como importante rota turística mundial.

Observou-se o crescimento dos investimentos em transporte e logística tanto para apoiar a exportação de *commodities* agrícolas, minerais e de energia, quanto para a infraestrutura turística. O Ministério da Infraestrutura priorizou os investimentos em ferrovias, hidrovias e navegação de cabotagem, com o predomínio da importação de tecnologia para viabilizar suas operações. As obras realizadas foram vetores de geração de emprego e renda, o que dinamizou a economia nessas regiões, inclusive as costeiras. Essas contratações seguiam o modelo de inclusão produtiva. Ao final do empreendimento, os trabalhadores recebiam capacitação que os preparava para o exercício de novas atividades. Essas atividades eram realizadas pelas empreiteiras em parceria com o Estado e o Sistema S, e muitos desses empregados eram contratados para novos projetos, mais bem preparados.

A abundância de energia e a mão de obra cada vez mais qualificada tornaram o Brasil um montador de produtos desenvolvidos por outros países, reduzindo a fuga de cérebros. Observa-se a presença de um número reduzido de indústrias genuinamente brasileiras e, em sua maioria, com produção de baixa complexidade tecnológica. Apesar do potencial existente, faltam os investimentos em CT&I, e o Brasil segue dependente de produtos de alta complexidade tecnológica produzidos por outros países.

O alerta quanto à necessidade urgente de mudança na política econômica, começou a dar sinais por volta de 2040. A nova crise econômica mundial, a volatilidade do mercado de *commodities* e a redução dos pagamentos dos créditos de carbono forçaram o Brasil a reavaliar sua economia, dada a sua vulnerabilidade e dependência tecnológica. Embora o país seja um grande exportador de energia limpa e tenha um setor agrícola robusto e inovador, com alta produtividade, a maioria dos equipamentos utilizados é importada, criando um ciclo de dependência externa que não atende às necessidades brasileiras. A falta de inovação voltada para o desenvolvimento de tecnologias críticas brasileiras impede o crescimento econômico e as disputas geopolíticas nos tornam mais vulneráveis.

Também devemos considerar o envelhecimento da população brasileira, hoje com cerca de 22% com 65 anos ou mais, demandando uma resposta coordenada que aborde não apenas cuidados médicos, mas também a inclusão social e econômica dos idosos.

A nova crise no horizonte se apresenta como uma oportunidade para o Brasil investir em setores de tecnologias estratégicas para o país, por meio de políticas públicas que priorizem a inovação, aproveitando a potencialidade de sua população que, além de criativa, hoje possui um alto nível de escolaridade com habilidades e conhecimentos que contribuirão para o desenvolvimento de CT&I em bio e nanotecnologia, automação inteligente, computação quântica e no programa espacial brasileiro.

CAPÍTULO 11: MERCADO DE CRÉDITOS DE CARBONO

Nas últimas duas décadas, o Brasil adotou políticas mais resilientes para lidar com os eventos climáticos extremos. Observou-se a intensificação da pressão internacional por compromissos mais rígidos de sustentabilidade e preservação ambiental. Por outro lado, as oportunidades advindas da evolução do mercado de crédito de carbono reforçaram tais iniciativas. Os sucessivos governos brasileiros passaram a adotar medidas de conservação do meio ambiente e adaptação às mudanças do clima. Essas medidas impactaram até mesmo as atividades agropecuárias e de mineração que, por meio de investimentos em C&TI, se tornaram referências mundiais em atividades sustentáveis nessas áreas.

As mudanças climáticas afetaram a agricultura em todo o mundo. No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) teve papel significativo na manutenção da produtividade agrícola brasileira, ao desenvolver soluções que aumentassem a resiliência no campo, incluindo a captura de carbono na produção pecuária – um modelo para o mundo.

No final dos anos 2020, observou-se o avanço do fenômeno da desertificação, fruto das mudanças climáticas. Seridó (RN/PB), Cariris Velhos (PB), Inhamuns (CE), Gilbués (PI), Sertão Central (PE), Sertão do São Francisco (BA), que já eram núcleos desse fenômeno, tiveram o acréscimo de Alegrete (RS), Uruguaiana (RS) e Rodelas (BA). Com o alerta aceso e com a possibilidade de que tal fenômeno se alastrasse ainda mais, investimentos em pesquisa foram realizados, frutos de uma parceria da Embrapa com Israel, tornando essas regiões produtivas e sustentáveis. A inclusão produtiva nessas regiões também ocorreu tanto movida pelo agro quanto pelo avanço do turismo na região. Esse processo levou mais de 10 anos e o êxodo para fugir dessa desertificação foi refreado. Hoje, a região é produtiva e geradora de emprego e renda. Tais investimentos foram possíveis graças à manutenção de uma balança de exportação favorável, aos créditos de carbono e aos avanços de políticas públicas e pela atuação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e do Turismo. Infelizmente, os investimentos em C&TI não transbordaram para a indústria, mantendo o Brasil preso ao modelo de exportação de matérias-primas e importador das tecnologias.

As mudanças foram implementadas lentamente, com os empresários e governos locais relutantes em modificar um sistema que até então gerava lucros para os grandes proprietários. Entretanto, o processo de desertificação crescente levantou a necessidade de um olhar mais responsável para o meio ambiente. Em 2045, nosso País possui maior controle desses fenômenos e é um importante *player* na adaptação e sustentabilidade do meio ambiente.

Os créditos de carbono provenientes da conservação florestal (baseados em projetos *reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries* – REDD+), adotados nos anos 2020 pelo Equador, foram vistos por muitos como um mecanismo promissor para mitigar as mudanças climáticas e alavancar as economias que aderiram a esse modelo. O Brasil, dispondo de uma abundância de florestas nativas, aderiu aos acordos internacionais e passou a obter benefícios monetários pela manutenção da floresta em pé. Investimentos em CT&I, principalmente capitaneados pela Embrapa, universidades e centros de pesquisa na Amazônia, colocaram em prática soluções existentes desde meados dos anos 2020 para a exploração da floresta em pé. O aperfeiçoamento dessas soluções nos últimos 20 anos garantiu o recebimento de créditos de carbono, que cresceram a cada ano, promovendo qualidade de vida às pessoas da região. Observou-se ao longo dos anos 2030 significativa redução do desmatamento e o surgimento de áreas de reflorestamento produtivo. A região se tornou polo de turismo ecológico e de aventura, dinamizando a economia da região que cresce de forma sustentável.

Nos últimos dez anos, o Brasil desenvolveu uma economia de baixo carbono, aproveitando sua capacidade de geração de energia limpa, frutos de sua transição energética, mesmo com o uso de tecnologias importadas, o que beneficiou as políticas públicas de inclusão e crescimento sustentável. Pesquisas, como a da Universidade Federal de São Carlos e da Embrapa Agroenergia, nesse setor, deram início a esse crescimento.

O Programa Nacional de Hidrogênio Verde, lançado em 2021, desempenhou papel relevante na concretização da visão brasileira de transição energética e neutralidade de carbono, ao desenvolver um mercado de hidrogênio robusto e competitivo, levando o Brasil a se tornar um dos maiores exportadores nos anos 2030. Também foi observado o aumento da produção de energia nuclear. Mudanças na legislação resultaram na instalação de diversos pequenos reatores nucleares e modulares, aumentando a nossa capacidade de produção de energia limpa além de atrair grandes empresas com interesse de instalar *datacenters* no país.

O Plano Estratégico Quinquenal de Inovação (PEQuI) do setor elétrico brasileiro, coordenado pela ANEEL, estimulou os investimentos em C&TI em meados dos anos 2020. Esses incentivos, apesar de modestos, associados às políticas voltadas para a produção de energia limpa, capitaneadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, impulsionaram o aumento da inovação no setor elétrico brasileiro. Os resultados fizeram com que as próprias empresas, tanto de transmissão, quanto de geração e distribuição, percebessem as vantagens dessas iniciativas e passassem a investir também, ampliando as inovações no setor, em especial com o uso de redes de *startups*.

O uso de tecnologias voltadas para a captura de carbono, apesar de importadas, foi incentivado e adotado por várias empresas e consumidores de tecnologias geradoras de carbono, evitando que esse chegasse à atmosfera. Tais medidas ampliaram a capacidade de obtenção de créditos de carbono. No entanto, em 2040, a exposição de práticas de *greenwashing*, a falta de um padrão global para quantificar emissões evitadas ou compensadas, o risco de uma bolha especulativa no mercado de carbono e a nova crise internacional, resultaram na redução no fluxo desses créditos para a economia brasileira.

O governo e os setores produtivos agora enfrentam a necessidade de aperfeiçoar os acordos internacionais, o nosso modelo econômico e diversificar a balança comercial do país, fazendo o necessário *trade-off* entre nosso potencial verde e nossas políticas de inclusão produtiva, além de estimular a pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico nesse setor.

CAPÍTULO 12: BIOECONOMIA E APL MINERAIS

A bioeconomia foi outro carro chefe na promoção do desenvolvimento sustentável, entretanto, focada na produção de baixo valor agregado. São exceções a produção de energia e de algumas empresas brasileiras tradicionais que há décadas já investem nesse setor, a exemplo da Suzano, por meio dos projetos financiados pela EMBRAPII[15]; a Natura, com os produtos da linha Ekos e que, em 2024, inaugurou a primeira agroindústria de óleos essenciais no Pará; e o Grupo Boticário que, em parceria com o Instituto SENAI de Inovação em Biomassa, no início da década de 2020, passaram a desenvolver cosméticos sustentáveis a partir de microrganismos. Destaca-se que há décadas o Grupo Boticário se posiciona como uma das organizações mais sustentáveis no *ranking* global de beleza.

Os avanços em bioeconomia com o olhar na sustentabilidade, em especial nas regiões amazônica, pantanal, cerrado e caatinga, foram acompanhadas de políticas de promoção da inclusão social produtiva e permitiram o avanço do desenvolvimento sustentável e inclusivo da população anteriormente carente. As melhorias em educação e em C&TI para a promoção de uma exploração sustentável desses biomas brasileiros foram chave nesse processo. Isso contribuiu para a redução de práticas de exploração ilegal de madeira e de minério e conteve o desmatamento, o que garantiu, por quase duas décadas, o recebimento dos créditos de carbono.

A visão de que a exploração dos recursos naturais impulsiona o crescimento econômico é limitada e não sustentável a longo prazo, especialmente por não haver transformação dos produtos minerais e investimentos em C&TI para a produção de produtos com maior valor agregado, comprometendo seu desenvolvimento.

Na segunda metade de 2020, cresceu o interesse nos minerais de transição energética (lítio, cobalto, grafita e outros), visando redução de emissão de carbono. Entretanto, com o surgimento de novos materiais alternativos e meios de produção disruptivos em outros países, o Brasil manteve sua inserção nas cadeias globais de valor como fornecedor de produtos primários de baixo valor agregado.

Outro movimento que, ao longo dos últimos 20 anos, logrou sucesso foram as iniciativas de turismo associadas a bioeconomia, estimuladas pelo SEBRAE e pelo Ministério do Turismo (turismo rural e de aventura, biocosméticos, castanhas, frutas, produtos amazônicos e insumos derivados, bem como produção de artesanato de alta qualidade), junto aos Arranjos Produtivos Locais (APL) que inclui, além da base mineral, o setor de turismo/ hoteleiro, moveleiro, derivados do leite e cooperativas regionais. Destaca-se também que os investimentos em infraestrutura muito contribuíram para o escoamento da produção da bioeconomia dessa região, com o transporte fluvial e ferroviário em operação.

Com a queda observada no mercado de carbono, chegou-se a 2045 com pressões políticas e econômicas que favorecem a exploração rápida e predatória dos recursos naturais, colocando em dúvida o efetivo comprometimento do Brasil com o desenvolvimento sustentável.

CAPÍTULO 13: INCLUSÃO PRODUTIVA E O FUTURO

O crescimento econômico dos últimos vinte anos, impulsionado pelas exportações de *commodities* e o recebimento dos créditos de carbono, contribuiu para o fortalecimento das políticas de inclusão produtiva que ampliaram o acesso ao mercado de trabalho para a população vulnerável. O governo implementou programas de capacitação e incentivos à aprendizagem e formalização do emprego, integrando milhões de brasileiros à economia formal. O sistema S[16] teve atuação determinante nesse processo. Percebeu-se melhora significativa nos resultados do ensino fundamental com a utilização do enfoque em português, matemática, ciências e novas tecnologias de automação e digitização. O avanço do formato de ensino integral e a adoção do contraturno foram iniciativas importantes, principalmente, para os alunos com dificuldades. Adultos em situação de vulnerabilidade receberam tratamento especial, tendo acesso à capacitação e apoio à inclusão no processo produtivo, frutos do novo programa social do Estado, instituído em 2027 e mantido até hoje em função do sucesso alcançado.

Os setores mais beneficiados, e que apresentaram louvável crescimento, foram o do turismo; da bioeconomia, mas focados na produção de baixo e médio valor agregado; e do varejo. Setores como os do agronegócio, energia e mineral mantiveram sua pujança, refletida nos sucessivos recordes de exportação. Avanços também foram percebidos na produção de software, em especial para jogos, fruto dos avanços educacionais.

[15] EMBRAPII – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial.
[16] O sistema S é formado pelas seguintes instituições: Senai/Sebrae/Sesc/Sesi/Senac/Senar/Sescoop/Sest.

O sistema educacional de nível médio melhorou significativamente, se tornando mais técnico e profissional, voltado para as demandas do mercado de trabalho. O sistema S também exerceu papel importante na profissionalização da mão de obra técnica e empreendedora. Houve foco na melhoria da produção com aumento de produtividade das *commodities*, da bioeconomia, do turismo e da indústria de software. As escolas técnicas foram fortalecidas. Entretanto, enfrentam-se limitações em pesquisa e desenvolvimento tecnológico para área de alta complexidade. Mesmo com os esforços do Ministério da Educação e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, há pouco desenvolvimento e registro de patentes, exceto nos campos da bioeconomia e energia. Ainda convivemos com trabalhadores atuando em setores de baixa qualificação, mas houve redução significativa do número de desempregados e da pobreza nos últimos 20 anos, tornando o Brasil uma referência em inclusão social produtiva.

O varejo foi alavancado pelo SESC/SENAC, enquanto o SEBRAE alavancou as atividades turísticas e de desenvolvimento de software diversos (economia criativa, gerenciamento de projetos, arquitetura de produtos, realização e aplicação de testes, UX *design* etc.). Polos como Fortaleza, Natal, Recife, Campina Grande, Salvador, Brasília, Goiânia, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Campinas, São Carlos, Curitiba e Porto Alegre, hoje são referências nessa área, inclusive com avanços significativos no campo da inteligência artificial. A produção de software atende tanto ao mercado local quanto regional. O apoio da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (ApexBrasil) na divulgação de nossos produtos, em especial, advindos da indústria de software e da bioeconomia para o exterior contribuiu para a diversificação da pauta e dos destinos das exportações brasileiras.

Dado o avanço tecnológico experimentado mundialmente, em especial advindo da nova corrida espacial, a falta de incentivo à reindustrialização e ao desenvolvimento de produtos com maior valor agregado deixou o país nas mãos das potências inovadoras. Apesar de receber até hoje significativas receitas pelo aluguel da base de lançamento de Alcântara, o Brasil não aproveitou plenamente as oportunidades da nova corrida espacial.

A crise mundial que atravessamos no momento, demanda uma mudança profunda da nossa estrutura produtiva, com o intuito de avançarmos em atividades de média-alta e alta intensidade tecnológica.

CAPÍTULO 14: AGRONEGÓCIO 5.0: SUCESSO TECNOLÓGICO

O agronegócio brasileiro é um exemplo de sucesso na adoção de tecnologias avançadas, utilizando ferramentas digitais como drones, sensores, Internet das Coisas (IoT) e inteligência artificial para monitorar plantações e gerenciar recursos hídricos. A completa implementação dos conceitos de "Agronegócio 5.0", que integra sistemas robóticos, IoT, drones e ferramentas de IA, referenciou o Brasil como uma potência agrícola com produção sustentável e eficiente. Tecnologias como gestão digital do solo e sistemas automatizados de controle de máquinas agrícolas estão se tornando comuns, resultando em um setor competitivo, com exportações em crescimento e impacto significativo no PIB. Fruto desse sucesso, observaram-se avanços significativos no setor de logística, incluindo o setor de transportes para o escoamento das safras, com investimentos tanto no transporte terrestre como no transporte marítimo. Chegamos a 2045 com uma rede de silos que usam alta tecnologia importada para o armazenamento da produção.

Esse é o resultado de anos de investimento e pesquisas, especialmente capitaneados pela Embrapa, que trouxe ganhos de produtividade para o campo, requerendo menor uso da terra e maior nível de tecnologia. Entretanto, o Agronegócio 5.0 somente foi possível graças à importação de boa parte da tecnologia que hoje apoia as fazendas de última geração brasileiras.

O agronegócio se destaca entre os setores da economia por aproveitar o vasto território agrícola e os investimentos em tecnologia, especialmente em segurança alimentar. No entanto, a dificuldade em replicar esse sucesso em outras indústrias revela uma limitação estrutural que o Brasil precisa superar para aumentar sua competitividade global em inovação tecnológica. É crucial monitorar as oscilações de preços no mercado internacional e a crescente competição de outros países que exportam produtos similares ou impõem barreiras tecnológicas ao setor.

CAPÍTULO 15: DESAFIOS TECNOLÓGICOS

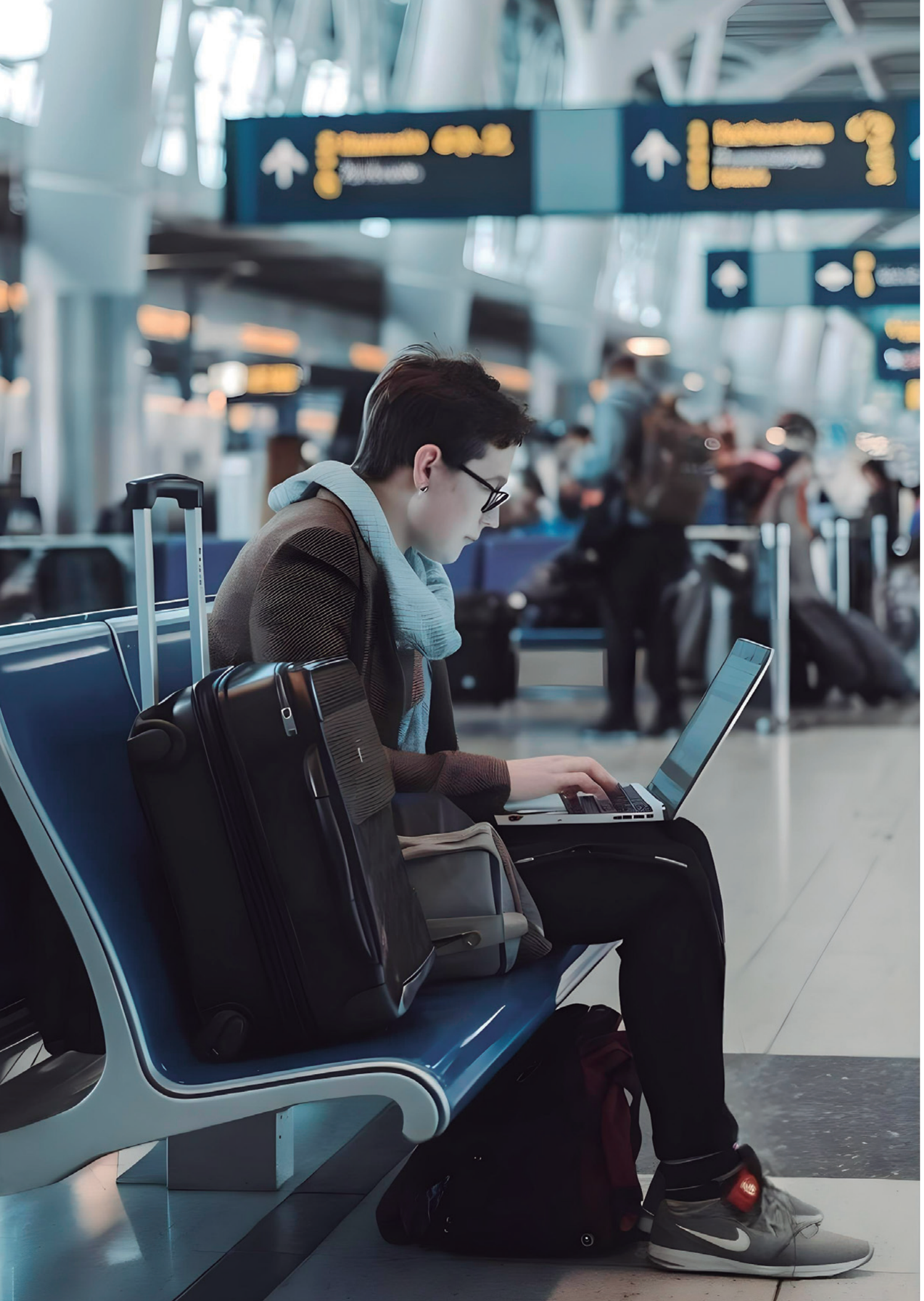
A revolução digital e a automação transformaram economias globalmente com tecnologias tais como robótica, novos materiais, realidade ampliada, autônomos, tecnologias quânticas, inteligência artificial, *big data* e *data science*. O Brasil passou a adotar tais tecnologias, entretanto, com alta dependência de fornecedores ex-

ternos. Setores como agronegócio e energia limpa, apesar de estarem na vanguarda, são grandes consumidores dessas tecnologias. Entretanto, os produtos são, em sua maior parte, importados, financiados pelos altos ganhos de produtividade e as crescentes receitas obtidas com as exportações. O setor de serviços também faz uso dessas novas tecnologias, em especial o de turismo, mas também dependentes de tecnologia adquirida de fornecedores, em sua maioria estrangeiros. Quanto ao restante da indústria brasileira, esta ficou para trás, enfrentando dificuldades na adoção de inovações e na obtenção de ganhos de produtividade.

Os programas voltados para o financiamento de *startups* foram exitosos ao permitiram que estudantes de escolas técnicas ou de universidades, adquirirem competências e recursos financeiros para o desenvolvimento dessas *startups* com o apoio dos professores. Entretanto, não conseguiram escala suficiente para reduzir a dependência do Brasil na importação de bens e serviços de alta tecnologia.

No setor de serviços, a transformação digital avança rapidamente, com a digitização de processos administrativos e operacionais, em parte atendida pela indústria de software brasileira. Os avanços na educação brasileira, ao longo desses últimos 20 anos, possibilitaram a formação de profissionais qualificados para o uso eficiente dessas tecnologias, inclusive pelo varejo, além do desenvolvimento de soluções. O uso de *data science* integrado com IoT é mais comum hoje em dia, mesmo no varejo, ao dispor de acesso a soluções que facilitam seu uso, gerando aumento de produtividade, inclusive nas pequenas empresas. Há também o avanço do uso de sistemas robóticos e autônomos, mas essas tecnologias são importadas.

Entretanto, apesar de se ter apresentado avanços na educação básica bem como na formação profissional e empreendedora, o novo ambiente internacional que se configura dificulta a inserção do Brasil na economia global orientada por alta tecnologia, sendo necessário um esforço conjunto de governos, empresas e sociedade civil, na estruturação de um parque industrial 5.0.



CENÁRIO *SEM RUMO*[17]

4

O cenário hipotético *Sem rumo* é contado a partir da transcrição de uma troca de hologramas entre dois amigos em novembro de 2045. O diálogo se concentra nos motivos que levaram João e sua esposa a decidirem sair do Brasil. Na conversa, o jovem se despede da amiga, pois está indo embora do Brasil, momento em que, o recém-formado, sem expectativa de progredir no emprego e de fornecer melhor qualidade de vida a sua família, explica o porquê da sua decisão. O cenário possui como ideia-força:

> O Brasil é um país marcado pela dependência tecnológica e a exclusão social. A instabilidade política levou ao cerceamento dos direitos da população e a uma alta dependência do Estado, com baixa capacidade de resposta. A retração econômica, com ciclos de crescimento cada vez mais curtos, o ambiente de negócio instável e inseguro, o ambiente internacional instável e a estagnação educacional levam à ampliação da pobreza e do desemprego. O país perde competitividade e não aproveita as oportunidades advindas dos avanços tecnológicos que ocorrem no mundo. O Brasil caminha sem rumo em 2045.

H-mail ‹qua, 15 nov 2045›

João – Oi Anita! Sei que você não concorda com a minha decisão, mas não gostaria de viajar sem me despedir. Infelizmente, não vejo futuro no nosso país. Só perdemos competitividade e posição no mercado mundial, que volta a crescer. Pode ser que, um dia, eu volte, se a situação melhorar. Agora, tenho que pensar em mim e na minha família. Temos uma nova vida a caminho e não quero que minha filha cresça em um país com uma democracia relativa, direitos cerceados e que vive em um caos político e econômico sem precedentes e sem sinais de melhora. A oportunidade de emprego na nossa área apareceu e não vou desperdiçá-la. O Pedro, que já está lá há um ano, me avisou da seleção, disse que valeu a pena ter se mudado com a família para um país desenvolvido que valoriza a inovação e o conhecimento, livre e cheio de oportunidades.

As instituições públicas no Brasil se tornam cada vez mais ditatoriais. Entra e sai governo e não há melhora. A concentração da economia nas mãos do Estado só aumenta, bem como a ineficiência. Esses governos mantiveram a crença que com um Estado forte e centralizador dos investimentos econômicos atingiremos o desenvolvimento. Entretanto, cadê os ganhos de produtividade? Só consigo perceber no campo onde o capital é privado e os avanços vieram de pressão externa. As mudanças climáticas levaram o Estado a investir em C&T. As contribuições da Embrapa foram decisivas para que mantivesse os avanços em produtividade na mesma proporção em terras cultivadas. Mas na área de exploração mineral só nos mantemos como importantes exportadores porque o mundo ainda demanda nosso minério.

Apesar de você não concordar, para mim o Estado sozinho não consegue se financiar para garantia das políticas sociais e econômicas, mantendo as contas públicas sob controle.

Anita – Oi amigo! Vou sentir saudades. Respeito sua decisão, só não concordo com as causas dos problemas que você aponta. Esse pensamento estadofóbico não resiste a um debate sério.

João – Não é estadofobia. Os desenhos de instrumentos de financiamento e para a inovação, propostos e disponibilizados ao longo do tempo pelo BNDES e pela FINEP, por exemplo, não lograram os resultados esperados. Até se esforçaram, mas não foram efetivos. Lembra do financiamento que a nossa *startup* pegou com a FINEP para desenvolvermos o braço robótico? Na primeira crise foi descontinuado e a gente quase quebrou. Se não tivéssemos nos virado, não teríamos sobrevivido. Até hoje o projeto está parado, como tantos no Brasil,

[17] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Lógica dos Cenários" realizada no dia 5 de setembro de 2024, em Brasília, nas dependências da Embrapa Sede. A redação das ideias e conhecimentos gerados foi revisada por especialistas e parceiros e contou com a colaboração de Elaine C. Marcial e Márcio Gimene em sua redação.

que poderiam nos colocar em um outro patamar, passando de exportadores de *commodities* para de produtos de alta complexidade tecnológica. A gente sonhou e até tentou, mas sozinhos não tínhamos capital. Imagino quanto dinheiro já foi desperdiçado pela falta de continuidade de projetos dessa natureza.

A realidade é que o sistema de C&T não avança nas áreas que fariam a diferença e nos tornamos reféns da tecnologia desenvolvida pelos outros. Acho que ainda não implodimos, pois conseguimos exportar *commodities*.

Anita – Tudo bem, você tem razão, mas não se esqueça que somos competitivos na exportação de *commodities* porque temos bancos públicos e instituições públicas que viabilizaram e seguem viabilizando crédito, subsídios, compras governamentais, pesquisa, infraestrutura, formação da força de trabalho, regulação etc.

Como temos abundantes recursos naturais, as diversas formas de apoio governamental foram suficientes para consolidar o Brasil como um grande exportador de *commodities*. Só que essas atividades geram poucas oportunidades de trabalho, normalmente com baixas remunerações. São importantes pelos superávits comerciais que proporcionam e pelas sinergias potenciais com atividades industriais e serviços. Evoluir para uma economia mais sofisticada tecnologicamente exige que o Estado disponha de instrumentos de ação compatíveis com os desafios a serem enfrentados. Isso foi feito no Brasil entre as décadas de 1930 e 1970 e os resultados econômicos foram positivos. O Brasil passou a ter atividades agrícolas, industriais e de serviços avançadas para a época.

A partir da década de 1980 embarcamos no discurso neoliberal e o resultado foi uma desindustrialização precoce combinada com a reprimarização da pauta de exportações. Desde então, sempre que o Governo Federal tenta fazer algo mais ousado para estimular a produção nacional em atividades de média-alta e alta complexidade tecnológica entra em campo o exército de adversários do desenvolvimento com seus discursos sobre corrupção e terrorismo fiscal, a serviço dos interesses de corporações estrangeiras.

João – Eu sei de tudo isso Anita. Há 15 anos também exportamos energia limpa, graças a investimentos dos ministérios da Ciência e Tecnologia e Minas e Energia e até da ANEEL, iniciados no final da década de 2020 com o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) e o Programa BNDES Hidrogênio Verde e com a criação de uma empresa estatal, a H2Brasil. Os avanços das mudanças do clima pressionaram tais investimentos e, como o Brasil possuía as condições para seu desenvolvimento, recebeu investimentos inclusive do exterior. A energia ainda é um dos nossos carros-chefe, mas o setor se desenvolveu com importação de tecnologia. O problema é que a maior parte da matriz de insumos vem de fora, inclusive para auxiliar na produção de *commodities*. Triste!

Anita – Pois é... Como dizia Friedrich List: as nações mais avançadas costumam chutar a escada pela qual subiram. Apoiam suas indústrias nascentes até que os produtores nacionais tenham condições de competir em igualdade de condições com os similares produzidos em outros países; e quando alcançam esse nível de competitividade passam a defender o livre comércio nas atividades que lhes interessam. Temos que fazer como eles fizeram e seguem fazendo, e não como nos dizem para fazer.

João – Anita, eu até concordo com você, mas não é isso que ocorre. O que vivenciamos são ciclos econômicos de crescimento cada vez mais curtos, muito influenciados pela instabilidade mundial e os avanços tecnológicos, levando a uma volatilidade da moeda, da inflação e da taxa de juros. O resultado é a retração da economia, o que tem levado a menores investimentos por parte do setor privado, que prefere aplicar seus lucros em renda fixa e não no processo produtivo e de inovação. Os postos de trabalho só se reduzem e a classe média está retrocedendo. Não há um plano de longo prazo para sairmos desse atoleiro, apesar da tentativa, em 2025, liderada pelo Ministério do Planejamento. De lá, as crises sucessivas, nos levaram ao retorno à tirania do hoje, e continuamos sem rumo. O plano elaborado nunca saiu do papel, pois não obteve o alinhamento necessário com os demais ministérios e agentes econômicos. Na minha visão, o Estado não deveria ser controlador, mas regulador, e dar um rumo para que os agentes econômicos agissem.

Eu concordo com você que há áreas que sem uma parceria com o Estado não avança, por isso os modelos de tríplice hélice e a atividade de regulação entendo serem aceitáveis para um país em desenvolvimento, mas controlador nunca. O que observamos como medidas concretas foram o cerceamento das redes sociais, para evitar críticas às ações do Estado, as pautas e bandeiras em debate que não são as econômicas, como se fossem resolver o problema do povo e contribuir com o desenvolvimento do país. Ou seja, a sociedade civil ou está acuada ou milita sem se conectar com pautas econômicas. Na realidade, não consigo perceber vontade política e até conhecimento para promover em um processo efetivo de desenvolvimento. A inflação, desde quando nos formamos, por volta de 2040, não para de oscilar, e pior, com um viés de alta. Sei que a instabilidade geopolítica e econômica mundial nos afetou. Mas há países que aproveitaram essa instabilidade e cresceram. Hoje o mundo está em outro patamar. As cadeias produtivas se movimentaram para países mais próximos e amigos e nós ficamos fora desse movimento. Na minha opinião, as equipes econômicas que passaram pelo país nas últimas

décadas falharam ao ficarem reféns de políticos populistas, que se alternaram no poder e não quiseram queimar capital político com medidas impopulares. Sei que você as defende, mas a meu ver, mantiveram políticas econômicas anacrônicas que não funcionaram no passado e muito menos vão responder aos desafios impostos hoje em dia.

Anita – Mas você não está acompanhando o Programa Desemprego Zero, que o atual desgoverno acabou. Achei um avanço. O impacto fiscal estava administrado, inclusive porque uma economia que está operando em pleno emprego contribui para a elevação dos salários e da qualidade de vida do conjunto da população. Isso possibilita condições mais adequadas de nutrição, saneamento, saúde, habitação, educação, segurança etc. Os Centros Locais de Emprego permitiam que cada trabalhador encontrasse um posto de trabalho próximo da sua residência. As populações locais sugeriam onde e quais serviços seriam prestados. E a União, como ente responsável pela emissão da moeda estatal, entrava com o financiamento, a tecnologia do aplicativo e as diretrizes gerais do programa. Tanta coisa bacana que estava acontecendo... Consertos e pequenas obras de espaços públicos, cuidado de crianças e idosos, aulas de reforço escolar e qualificação profissional, projetos artísticos e esportivos, produção de alimentos orgânicos, reflorestamento, proteção ambiental... Os impactos fiscal e inflacionário foram irrisórios frente aos benefícios sociais. Durante os ciclos recessivos, o PDZ recepcionava os trabalhadores que não encontravam ocupação no setor privado. E nos ciclos de retomada do crescimento econômico os empregadores privados podiam contar com uma força de trabalho mais capacitada, produtiva e com maior autoestima. Mas tem muita gente que não aceita filhos de pobres melhorando de vida... Entrando para a universidade e viajando para o exterior. Como pega mal admitir isso em público, ficam fazendo terrorismo fiscal e inflacionário.

João – Não é terrorismo, Anita. É matemática. Manter programas como esse é caro. E quem paga a conta é quem produz e gera empregos. Fizeram uma constituição muito generosa com os direitos e pouco exigente com os deveres. Como a Constituição de 88 não cabe no orçamento, sem reformas o país vai quebrar.

Anita – Como um país vai quebrar na moeda que ele mesmo emite, João? É impossível. Precisamos discutir como melhorar a qualidade dos gastos. Qual o custo de oportunidade de fazer uma coisa e não outra com os recursos disponíveis... Mas nem isso os estadofóbicos se dispõem a fazer. É o orçamento público que deve se adequar aos objetivos de desenvolvimento do país, e não o contrário! Com planejamento de médio e longo prazo, os problemas de curto prazo no fluxo de caixa são resolvidos. Inclusive do ponto de vista fiscal, pois o crescimento econômico ajuda a estabilizar a relação dívida/PIB e aumenta a arrecadação tributária.

João – Se tiver crescimento econômico... Com carga tributária sufocante e um ambiente de negócios instável, os investidores privados fogem. E sem investimento privado não há crescimento.

Anita – Os agentes privados fogem se não tiver demanda agregada. O investimento privado acontece quando há demanda do setor público e uma população grande com capacidade de consumo.

João – Não é só uma questão de demanda, Anita. É preciso ter estabilidade institucional, segurança jurídica, trabalhadores capacitados etc. No fundo, você sabe...

Anita – E você acha que ajuda ter Ministro da Fazenda e presidente do Banco Central colocando em dúvida a capacidade do governo de honrar seus compromissos? Eles deviam ser os primeiros a mostrar que o país tem plenas condições de pagar o que deve com a moeda que emite, tanto para os credores quanto para o conjunto da população.

João – Os credores sabem que só vão continuar recebendo o deles se as reformas forem aprovadas. Veja o caso da previdência. A população envelheceu, os padrões de produção mudaram e continuamos com um modelo de previdência pública insustentável. Sem aumentar a idade mínima e as alíquotas de contribuição a conta não vai fechar. As pessoas têm que ter educação financeira para poupar e investir desde cedo, sem ficar contando com o Estado para tudo.

Anita – Meus pais fizeram isso. Aplicaram em previdência complementar o que conseguiram poupar ao longo da vida. Agora estão com medo de se aposentarem e não conseguirem pagar nem o plano de saúde. Aumentaram muito as despesas deles com o plano de saúde. Um exame atrás do outro. Aí o especialista numa área recomenda consultar com especialistas de outras áreas, que pedem outros exames e por aí vai. Um monte

de remédio para tomar. Sem contar o estresse com as crises sanitárias. Volta e meia aparece algum surto, epidemia, endemia ou pandemia que sobrecarrega os hospitais e provoca corridas para a compra de medicamentos e equipamentos de proteção.

João – Nisso tenho que reconhecer que a Fiocruz e o SUS têm sido fundamentais. Mas enquanto o Brasil não consolidar seu complexo econômico industrial de saúde, o país continuará gastando uma baba de dinheiro com importações de bens e serviços que geram emprego e renda no exterior. Meu pai conta que, ao final dos anos 1990 e início dos anos 2000, adquirir tecnologia era relativamente barato, o acesso era fácil. O câmbio também ajudava, pois houve tempo de estar 1 para 1. Como já nasci em um ambiente em que comprar tecnologia era caro eu não entendia como isso foi possível um dia. Agora compreendo o quanto viver em um país com inflação controlada é importante. De que adianta produtos de média e alta complexidade estarem disponíveis, mas com uma moeda desvalorizada que não permite a sua aquisição? Vai tentar comprar qualquer coisa... não é só produtos de alta tecnologia, tudo está muito caro. O salário que recebo mal dá para pagar as contas e não há perspectiva de mudança.

Os juros sobem e descem ao sabor de quem está no Banco Central, que há 15 anos deixou de ser independente. Descem sem consistência e sobem, pois, a população pressiona quando a inflação dispara. Meu entendimento é que os poucos momentos de crescimento econômico experimentados não tinham alicerces econômicos sólidos, eram suportados por transferência de renda sem aumento de produtividade e investimentos no processo produtivo.

Essa instabilidade econômica associada a uma instabilidade jurídica e tributária afasta os investimentos privados e, em especial, os estrangeiros que preferem investir em países que estão aproveitando a nova onda de desenvolvimento. Dou até um destaque em um dos pontos da nossa discussão que foi a recente aprovação da lei de tributação das fortunas. Qual o resultado? A maior parte desses caras tiraram o capital do Brasil antes mesmo da lei ser aprovada. E não diga que não viu isso. Saiu em todos os jornais.

O pior é que como você, que já sonhou um dia em ser empreendedora, muitos acham que investir na desregulamentação do mercado de trabalho e incentivar a educação empreendedora é um discurso liberal que não leva a lugar nenhum e prejudica o trabalhador. Só que está dando certo em vários países. O mundo mudou. E te pergunto: como estamos?

Mas para mim, há uma questão que ainda é a mais agravante: o descaso com o sistema educacional. A estagnação na educação se espalha por todo o sistema educacional brasileiro. Por mais recursos que recebam a gestão é de baixa qualidade e o nível dos professores só cai. O nivelamento por baixo e a baixa cobrança por resultados em aprendizado nos coloca entre os piores países no PISA. O modelo adotado, há décadas, levou a formação de uma população com baixo nível educacional, sem capacidade de desenvolver raciocínio lógico e compreender um texto escrito. Nosso país não tem um povo com competências para avançarmos nesse novo mundo.

Anita – Com tanta pobreza, insegurança alimentar, desemprego e violência não tem solução mágica para a educação que dê jeito. Todos os países que se desenvolveram procuraram atrair profissionais qualificados. No Brasil, acontece o contrário: quem trabalha na fronteira científica e tecnológica não encontra oportunidades e condições de trabalho compatíveis com a sua qualificação. Aí acabam aceitando convites para trabalhar em países que não se especializaram na exportação de *commodities*. Os países desenvolvidos investindo em políticas industriais e nos serviços de média-alta e alta complexidade tecnológica, adotando políticas comerciais protecionistas quando lhes convém, e por aqui vamos mantendo o gigante adormecido em berço esplêndido...

O controle nacional sobre o desenvolvimento de tecnologias chaves é fundamental para o desenvolvimento soberano das nações. As grandes potências mundiais monitoram a atuação de empresas estrangeiras em seus territórios, dificultando ou mesmo impedindo a aquisição de empresas nacionais por grupos estrangeiros quando isso significa risco à soberania. Empresas como Petrobras, Eletrobrás e Embraer são instrumentos de atuação estratégica do Estado. Precisam ser geridas de acordo com os interesses nacionais, assim como as demais empresas que atuem com tecnologias avançadas, como as de telecomunicações e espaciais, e em atividades voltadas para a exploração de recursos como água, fontes energéticas e mineração. As riquezas naturais do Brasil o habilitam a se tornar líder mundial em economia verde. Mas com esse bando de entreguistas no comando... vamos ficar só com o bagaço!

João – O problema é que sem pessoas competentes não dá para dar um salto, e o *gap* tecnológico só aumenta. Hoje somos consumidores de tecnologia e somente para alguns, em função das altas taxas de importação que temos que pagar. O nosso parque industrial está sucateado e se reduz a cada ano. As empresas de alta tecnologia praticamente desapareceram. Não há mais incentivo para a criação de *startups*. O que resta são algumas montadoras, muito voltadas para o agronegócio, a indústria automobilística e o setor de energia que seguem por inércia.

Diferente de nossos pais, apesar de termos nos formado em uma universidade pública que oferecia um bom curso na nossa área, nem chega aos pés do curso de engenharia que seu pai fez. Lembra do laboratório em que fizemos estágio? Ele ainda guardava resquícios daquela época, mas defasado. Se não fosse a gente correr atrás do conhecimento, estaríamos defasados também. O sucateamento das nossas universidades é uma realidade, e os excelentes professores que já passaram por elas se mudaram do país e não retornaram. Mesmo os esforços do Sistema S, que até andei dando aulas lá sobre tecnologia, não conseguem desenvolver as competências necessárias, visto que quem chega não consegue interpretar um texto e mal conhece as operações e conceitos básicos da matemática. É deprimente e desgastante tentar ensinar algo a quem não tem base para aprender. Só indo cada vez mais para o fundo do poço. Meritocracia, produtividade e efetividade é o que poderiam nos levar a um novo rumo, sem eles não haverá desenvolvimento. E estamos vendo isso, olhe para fora, o mundo voltou a crescer e a gente está fora dessa nova onda, outra vez.

Para agravar a situação, a instabilidade política impacta o ambiente econômico. Chegamos a viver alguns momentos que pareciam que havíamos apaziguado como nação e iríamos conseguir superar as dificuldades, mas a falta de um rumo com olhar para as mudanças em curso no mundo e centrado nas crenças passadas, levou a um novo ciclo de grande polarização. O que acabou, no meu entender, levando ao aumento da ação do Estado sobre a população. Há décadas, temos um Congresso acuado e fraco, sem fortes lideranças. A cada eleição o nível dos congressistas piora, dificultando o debate e atuação na arena política.

Talvez se tivéssemos a tão falada orientação de longo prazo, o ambiente seria outro. Escuto esse discurso desde que saímos da universidade. Entretanto, nunca passaram de palavras vagas. A realidade é que o ambiente se torna cada vez menos favorável e inseguro para os negócios e o nosso sonho de um dia termos uma empresa de tecnologia de ponta e nos tornarmos jovens milionários ficou no passado. Não sonhamos mais.

A nossa área teria que estar bombando, pois conjuga comunicação, transformação digital e automação inteligente. Mas como viver sem liberdade e sem perspectivas de crescimento? Sem poder sonhar com grandes projetos ou de um dia nos tornarmos empresários inovadores de sucesso? Não há qualidade de vida nas cidades. O avanço da pobreza atingiu até parte da classe média. O crime organizado nada de braçadas nesse caos.

Vou trabalhar em uma área de desenvolvimento tecnológico, com a possibilidade de inovar, em um país que oferece qualidade de vida para minha família. A cidade onde vamos morar é inteligente, segura e ambientalmente adaptada, o que não temos no Brasil. Minha filha terá oportunidade de estudar em boas escolas, o que é impossível no Brasil, pois a decadência foi tão grande que até as escolas privadas não são mais de primeira linha. E ainda pagamos caro.

Há mais de vinte anos que o Brasil está preso ao passado, tentando resolver os problemas do hoje com modelos anacrônicos que não respondem à nova realidade alterada pelos avanços tecnológicos, seja no trabalho, nas atividades pessoais e de lazer. Os países que conseguiram entender a mudança se adaptaram e estão fortalecidos. Por isso resolvi me mudar. Apesar de jovens, ainda fazemos parte de uma geração que conseguiu ter acesso a uma educação de qualidade e soubemos aproveitá-la. Investimos em capacitação continuada e avançamos na nossa área, mas por esforço pessoal.

Me desculpa o desabafo... Espero que me compreenda. Sei que não enxerga o mundo da mesma forma que eu. Sei que ainda acha que estamos no caminho certo, que há um olhar para os mais carentes. Mas eu só vejo a miséria aumentar.

Anita – Tranquilo, João. Só lamento que você tenha embarcado na narrativa estadofóbica. O que a parcela corrupta da população quer é justamente um Estado fraco, que não disponha de instrumentos e servidores públicos estáveis em condições de fiscalizar e punir a sonegação de impostos e o descumprimento de leis, como as trabalhistas e ambientais. O sucateamento das instituições e essa reforma administrativa que estão querendo implementar só vão facilitar ainda mais a corrupção e o assédio institucional sobre os servidores públicos. Daqui a pouco vão querer privatizar o ar também. Sempre com o discurso batido de "ajuste fiscal".

O Brasil está com saldo de R$ 1,8 trilhão na Conta Única do Tesouro e mais de US$ 400,0 bilhões em reservas internacionais. Nossa relação Dívida/PIB segue menor do que a de países como Japão, Estados Unidos, Canadá, Reino Unido e França. Pelo lado da despesa, o único grande ajuste que dá para fazer é nos juros da dívida. Mas isso é tabu para os estadofóbicos. Para eles, o Brasil pode seguir eternamente com uma das taxas básicas de juros mais altas do mundo que está tudo bem.

João – O Copom não pode baixar a taxa Selic na marra. Precisamos primeiro fazer o ajuste fiscal.

Anita – E quando esse ajuste fiscal será concluído? Qual é a meta?

João – A meta é não gastar mais do que arrecada. Como fazem as famílias e empresas bem-sucedidas.

Anita – A humanidade já tem mais de 5 mil anos usando formas variadas de crédito e você ainda acredita nisso, João? Mesmo as famílias e empresas bem-sucedidas gastam mais do que arrecadam em determinados períodos. Mas nós estamos falando de orçamento público, que é muito diferente dos orçamentos privados. Um princípio básico de contabilidade é que todo ativo corresponde a um passivo de igual valor. O que significa que para as famílias e empresas terem orçamentos superavitários é preciso que os governos monetariamente soberanos tenham orçamentos deficitários, supondo contas externas equilibradas, para simplificar. É por isso que todos os países operam a maior parte do tempo com orçamentos deficitários. O problema não é o déficit; é quem se beneficia de cada tipo de gasto. Gastos com juros e desonerações tributárias para grandes empresas aumentam a concentração de renda, enquanto investimentos em áreas como infraestrutura, saúde, educação, ciência, tecnologia e inovação tendem a aumentar a produtividade da economia e reduzir os custos de vida e produção.

João – Então podemos sair gastando sem critério que está tudo certo? Nem os EUA e a China, que hoje são os emissores das moedas de maior aceitação internacional, fazem isso.

Anita – Claro que não! Para importar bens e serviços que não estejam disponíveis para venda na sua própria moeda é preciso que o país disponha de reservas internacionais. Por isso é importante exportar. Senão pode-se entrar em um ciclo de endividamento em moedas emitidas por outros países e aí sim acabar se complicando. Para que um gasto público seja funcional é preciso considerar também os custos de oportunidade e os possíveis impactos inflacionários.

João – Na teoria isso é lindo, o difícil é colocar em prática.

Anita – Fácil não é. Mas problemas complexos exigem o enfrentamento das suas causas estruturais. A força de trabalho, os recursos naturais, as tecnologias disponíveis, a capacidade de gestão e a disponibilidade de divisas internacionais são recursos escassos. Logo, demandam planejamento e definição de prioridades para que não sejam subaproveitados nem desperdiçados em atividades com baixa capacidade de melhorar o bem-estar do conjunto da população. Sem planejamento adequado o resultado óbvio é a descoordenação de ações no tempo e no espaço, o que gera gargalos na oferta de infraestrutura e de outros requisitos necessários para as atividades produtivas. O que leva a pressões inflacionárias. Querer controlar a inflação só com a taxa básica de juros e cortes de gastos públicos não faz o menor sentido.

João – Um planejamento governamental nesse nível é muito difícil no Brasil. Boa parte dos recursos é gasto por governos municipais sem o mínimo de estrutura administrativa. A maioria dos deputados e senadores prefere que não existam critérios técnicos e republicanos para a alocação de recursos. Criam dificuldades para vender facilidades e vão se apropriando dos orçamentos com emendas voltadas para garantir votos para suas próprias reeleições.

Anita – É difícil, mas não impossível. Precisamos consolidar o sistema de planejamento com foco na promoção do desenvolvimento. Muito já foi feito no passado, por mais que o desgoverno atual tente destruir as instituições e as políticas públicas.

João – Bom... Pelo menos, a Comissão de Monitoramento e Avaliação é uma instituição que está sendo fortalecida.

Anita – Fortalecida para cortar gastos e inviabilizar o financiamento da promoção de direitos. Se a turma que colocaram lá estivesse de fato preocupada com a melhoria da qualidade dos serviços públicos, as recomendações da CMA seriam no sentido de autorizar os gastos necessários e suficientes para a implementação do planejamento governamental. Sem restrições fiscais autoimpostas por leis que impedem os planos setoriais e regionais de serem adequadamente implementados.

João – É que não adianta ficar colocando mais dinheiro em políticas ineficientes, Anita.

Anita – Não conheço ninguém que discorde disso. Acabei de falar que precisamos planejar melhor os gastos públicos... Meu ponto é que o foco da avaliação de políticas públicas não deve ser reduzir gastos. Sou favorável a avaliar e aperfeiçoar sempre as políticas públicas, desde que não seja com viés fiscalista. Se os pretensos defensores do "ajuste fiscal" estivessem mesmo preocupados em igualar receitas e despesas apoiariam o aumento dos tributos sobre patrimônio e renda. Nossas elites querem serviços públicos de primeiro mundo, mas não aceitam pagar tributos correspondentes. Como realizar os objetivos de erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades com uma tributação que onera proporcionalmente mais os mais pobres? Nos países desenvolvidos os tributos incidem mais sobre o patrimônio e a renda, enquanto aqui tributamos mais o consumo e a produção, o que afeta de forma desproporcional os segmentos mais vulneráveis da população e reduz a competitividade dos nossos bens e serviços no mercado internacional.

João – Se tivéssemos serviços públicos de qualidade as pessoas pagariam impostos sem reclamar. Mas é tanta corrupção e ineficiência que quem trabalha duro, investe e gera empregos tem toda razão de protestar. A carga tributária brasileira é uma das mais pesadas do mundo, mas nossas escolas públicas não têm estrutura adequada, professores qualificados e um sistema de ensino que prepare nossos jovens para o futuro. Na saúde, as filas nos hospitais públicos são imensas, como meses de espera por exames e procedimentos. O déficit de infraestrutura é enorme. A segurança pública é uma vergonha. O Brasil tem um potencial imenso. Somos um país rico, com pessoas trabalhadoras e talentosas. O que falta é gestão, transparência e, acima de tudo, respeito com os pagadores de impostos.

Anita – Com certeza precisamos melhorar e muito a qualidade dos serviços públicos. Mas não é estrangulando financeiramente as instituições e políticas públicas que isso vai acontecer. A qualidade dos serviços só tende a piorar com a redução do orçamento.

João – Vou ter que desligar. Ainda temos que terminar de arrumar as malas... Mas a gente vai se falando.

Anita – Ok. Boa viagem! Se souber de alguma oportunidade por lá me avise, tá? Pretendo ficar por aqui, mas não descarto buscar novos ares.

João – Aviso sim. Vou nessa. Tchau.

CENÁRIO
ILHAS DE DESENVOLVIMENTO[18]

5

O cenário hipotético *Ilhas de desenvolvimento* é contado por meio de um discurso do líder da oposição no Congresso por ocasião de mais um aniversário da República, alertando que o Brasil não conseguiu encontrar o rumo do desenvolvimento inclusivo e sustentável. Tem como ideia-força:

> A instabilidade política e econômica vivida nas últimas décadas, leva a não adoção de uma política de longo prazo no País. O Brasil apresentou picos de crescimento seguidos de períodos de crise/estagnação, com a economia do país seguindo a reboque das agendas de outros países e corporações internacionais. Na busca por soluções que promovessem o desenvolvimento, há, nos períodos de prosperidade, investimentos públicos e privados em algumas áreas que o país possui vantagens comparativas e retorno nos curto e médio prazos. Os descontinuados investimentos em pesquisa e inovação, focados apenas em algumas áreas, impedem que a inovação gere *spin-off*. O acesso à educação de qualidade é restrito e não está disponível para a grande maioria da população, resultando em baixa produtividade e aumento da desigualdade social. Somente é possível observar ilhas de desenvolvimento nas quais o Brasil alcançou protagonismo internacional.

O discurso

Senhoras e Senhores,

Hoje, venho a esta tribuna para discutir um tema crucial para o futuro do nosso país: o desenvolvimento inclusivo e sustentável. Infelizmente, o Brasil tem enfrentado dificuldades significativas para alcançar esse desejo de maneira ampla e contínua. Em vez disso, avanços setorizados criaram ilhas de desenvolvimento e desigualdades sociais e regionais. As crises recorrentes associadas a uma falta de estratégia de longo prazo resultaram em avanços ao "sabor das ondas", sem que se espalhasse para outros setores da economia a ponto de promoverem um progresso verdadeiro e duradouro.

Apesar das dificuldades enfrentadas nos últimos 20 anos, chegamos a 2045 apresentando um protagonismo internacional inédito nas áreas de energia, semicondutores, aeroespacial e agronegócio 5.0. Muitos dizem que foi um grande avanço e que os indicadores econômicos mostram isso. Entretanto, esse desenvolvimento está restrito a essas "ilhas" de média e alta complexidade tecnológica. Ao demandar principalmente mão de obra altamente especializada, se destacou no mercado de trabalho ao não demandar boa parte da população que não se beneficia desses avanços por se manterem, até hoje, com baixo nível de escolaridade. Não estamos piores no campo da sustentabilidade, pois apostamos na transição energética.

O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro sobe e desce ao "sabor dos ventos". Cresce quando o mundo encontra certa estabilidade, mas volta a cair nos momentos de crise, sejam elas internas ou externas. Só não passamos por apertos econômicos mais sérios pela existência dessas "ilhas" exportadoras. Mesmo tendo obtido protagonismo em algumas áreas, tal protagonismo foi insuficiente para colocar o Brasil em um patamar de país desenvolvido. Fomos condenados a viver da rentabilidade de poucos setores exportadores, mesmo sendo alguns deles de alto valor agregado, mas dependentes do "humor" do "mercado" internacional.

Muitos argumentam que estamos melhor, pois passamos por diversas crises nesses últimos 20 anos e nossa economia se manteve entre as dez primeiras do mundo. Entretanto, se olharmos a renda per capita, estamos na vergonhosa 70ª posição no mundo, com altos índices de desigualdade social, mantendo o mesmo IDH dos anos 2020 em torno de 0,7, e permanecendo na 90ª posição há mais de uma década. Aqui enumero os

[18] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Lógica dos Cenários" realizada no dia 5 de setembro de 2024, em Brasília, nas dependências da Embrapa Sede. A redação das ideias e conhecimentos gerados foi revisada por especialistas e parceiros e contou com a colaboração de Armando *Dal Colletto*, Elaine C. Marcial, Fábio Pestana Bezerra, Marcelo Schneck Paula Pessoa em sua redação.

principais pontos positivos alcançados neste período como mostra de que temos condições de avançar muito mais, não ficando restritos apenas a "ilhas de excelência" como fazemos há mais de meio século.

A inflação segue instável e ora dentro e ora fora da meta, o Brasil seguiu oscilando entre reduções e aumentos da taxa de juro, mas em patamares sempre mais elevados que os países desenvolvidos. Em setores específicos, nos quais o Brasil tem sido competitivo, houve a atração de investimentos internacionais, como grandes fundos europeus, bancos de desenvolvimento e até empresas multinacionais, mas restritos a poucos setores. Os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação (C&TI) seguiram concentrados nas atividades que o Brasil já possuía vantagens comparativas, não atendendo aos objetivos de levar o Brasil à posição de país desenvolvido. O montante de investimentos em C&TI continua nos patamares históricos, correspondendo a cerca de 30% dos valores que os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) praticam.

O crescimento dos eventos climáticos extremos e as pressões internacionais levaram o Brasil, em meados dos anos 2020, a investir na produção de energia limpa – primeira "ilha de desenvolvimento" criada. Os investimentos e programas desenvolvidos pelo Estado resultaram na consolidação do Brasil como uma potência global em energia limpa, liderando em questões como o uso de urânio, na geração de energia nuclear, na produção de hidrogênio verde, energia hidroelétrica, de biomassa e de biocombustíveis, bem como na produção de baterias e outros produtos associados à geração de energia limpa.

Hoje, o Brasil se configura como um dos maiores exportadores mundiais de hidrogênio líquido e amônia, com 25 usinas em funcionamento. Somos o segundo maior produtor mundial, se posicionando atrás da Alemanha, competindo com Portugal e Espanha. Os investimentos iniciais foram realizados no âmbito do Programa BNDES Hidrogênio Verde, lançado pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em 2022. Seu objetivo era apoiar projetos-pilotos de produção ou utilização de hidrogênio, na iniciativa PH2 do governo federal, que visou fomentar a produção e uso de hidrogênio verde no Brasil. O fato de sermos líderes em produção de energia hidrelétrica, bem como nossa capacidade de geração de energia solar e eólica, facilitou nossa entrada nesse mercado. Sua capacidade de utilização de outras energias renováveis na sua produção fez com que nos despontássemos nessa área.

O aumento da ocorrência e da intensidade dos eventos climáticos extremos conduziu os países ao redor do mundo a retomada dos investimentos em energia nuclear. Como o Brasil dispunha de grandes reservas de urânio, tornou-se estratégico a reativação de investimentos nesse setor. Com apoio de parceiros do BNDES e do Novo Banco de Desenvolvimento (BRICS), o Brasil tem hoje em operação cinco usinas nucleares do programa original. O País também investiu e se despontou na fabricação de energia nuclear com o uso de pequenos reatores nucleares e modulares, desenvolvidos com tecnologia brasileira. Hoje, fazemos parte do projeto ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) sendo um dos países-membros deste consórcio que visa construir o maior reator de fusão nuclear do mundo. A matriz energética total do país passou, de 2020 para cá, de 48% para 65% de energia limpa.

Nesse processo de investimento na transição energética, o Brasil tomou um novo caminho, investindo em C&TI para uso de seus recursos minerais como base para o desenvolvimento de uma indústria de alta complexidade. Nesse contexto, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) promoveu, por meio de suas agências, o programa de desenvolvimento de minerais críticos estratégicos no país, que alavancou a transformação mineral e a agregação de valor na cadeia da transição energética. Um desses minerais foi o nióbio, com foco no uso e aplicações em óxidos, metais, ligas em materiais e produtos de alta tecnologia, incentivando a pesquisa na área e dando início a sua exploração voltada para seu uso. As pesquisas desenvolvidas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais e a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) aceleraram o desenvolvimento de tecnologias de alto desempenho e de materiais supercondutores usando o nióbio. Os projetos iniciais foram financiados pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e obtiveram como resultado as primeiras inovações, que superaram as dificuldades de exploração do nióbio. O seu aproveitamento na área de energia proporcionou a melhoria da eficiência energética de ligas metálicas e do armazenamento de energia, com o desenvolvimento de baterias de lítio de carregamento ultrarrápido com o uso do nióbio que dominaram o mercado. Essas iniciativas deram início ao protagonismo que hoje o Brasil experimenta.

Outro movimento no campo mineral, utilizado para dinamizar a transição energética, foi o uso de nossas terras raras. Detentores das maiores reservas de terras raras do mundo, passamos a explorá-las na produção de motores de carros elétricos, paineis solares e geradores eólicos.

Foram importantes para esses avanços: o desenvolvimento científico e tecnológico e a formação de recursos humanos na área de engenharia dos materiais. Cito algumas universidades brasileiras que desenvolveram soluções inovadoras para a cadeia produtiva de terras raras brasileira: a Federal do Rio Grande do Sul, de São Carlos e do Rio de Janeiro, com destaque ao Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo.

Os avanços tecnológicos e o desenvolvimento de competências aumentaram a produtividade do setor. Esses fatores, associados à redução de impostos para as atividades industriais, reduziram os preços finais dos produtos da cadeia, inclusive no mercado internacional. No campo do financiamento reitero a participação da FINEP e do BNDES, bem como os investimentos advindos do Plano Estratégico Quinquenal de Inovação (PEQuI) do setor elétrico brasileiro, coordenados pela ANEEL, que deu início a esses processos de inovação ao incentivar as empresas do setor elétrico a investirem em inovação, em meados dos anos 2020. Outro ponto importante foi contar com empresas que já possuíam competência nessa área como a WEG, produtora de motores elétricos e referência em inovação, para o país poder dar um salto tecnológico.

Chegamos a 2045 como protagonistas mundiais na produção para a cadeia de transição energética, destacando-se como exportadores de energia verde e ofertando produtos de média complexidade tecnológica competitivos mundialmente, deixando de ser apenas exportadores de commodities minerais.

Outros dois eventos mundiais auxiliaram no surgimento de novas "ilhas de desenvolvimento". O primeiro está associado à manutenção das tensões geopolíticas, em especial envolvendo China, Taiwan e Estados Unidos. O segundo remete ao aprendizado gerado pelo impacto da COVID-19 nas cadeias de valor internacionais. Esses eventos levaram países ocidentais, em especial os Estados Unidos, a migrarem parte de suas empresas, que antes operavam na Ásia, para países alinhados e geograficamente próximos. A oferta abundante de energia renovável e de mão de obra qualificada em algumas áreas, bem como a redução de impostos sobre as atividades industriais, fizeram com que o Brasil fosse um dos países escolhidos.

O rápido crescimento de empresas produtoras de placas solares no Brasil não foi por acaso. O país, além de possuir um mercado interno promissor, por ser um dos melhores locais no mundo para a geração de energia solar, possui abundância dos insumos-chave para a sua produção, como o silício – somos o terceiro maior produtor mundial. Investimentos em P&DI financiados pela FINEP e pelo BNDES, bem como a formação de mão de obra qualificada para atuar nessa indústria, liderados pelas universidades federais brasileiras, transformaram o Brasil em um dos grandes produtores, consumidores e exportadores de placas solares. Também no campo da energia, o Brasil despontou na produção de baterias utilizando suas grandes reservas de terras raras e de nióbio. Esses avanços também foram possíveis, por haver redução da carga tributária, possibilitando uma produção com valores competitivos mundialmente.

A produção abundante de energia limpa fez com que *big techs* possuidoras de grandes datacenters, como a Google, resolvessem também investir no Brasil. A possibilidade de uso de pequenas centrais de energia nuclear para a manutenção de seus datacenters, grandes consumidores de energia, foi chave nesse processo. Esse movimento, associado ao aumento das tensões entre China e Taiwan, no final dos anos 2020, fez com que fábricas americanas de semicondutores que buscavam países próximos e amigos dos Estados Unidos da América, migrassem para o Brasil. Outros fatores contribuíram para tornar a nossa terra o principal destino dessas empresas, a disponibilidade de matéria-prima, de mão de obra qualificada, que só foi possível por meio do desenvolvimento de ações conjuntas entre governo e empresas privadas, e de energia verde e mais barata que no restante do mundo.

Os investimentos em capacitação realizados no âmbito do Programa Brasil Semicondutores, desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) e pelo MCTI, tornaram o que era um ponto fraco brasileiro em um ponto forte. Foram também importantes os financiamentos para o desenvolvimento e produção de microchips por parte do BNDES e da FINEP. Os investimentos em C&TI e em engenharia reversa fizeram com que empresas brasileiras também passassem a fabricar esses componentes essenciais para a revolução 5.0. Cita-se como exemplo a HT Micron, de São Leopoldo (RS), que, em 2023, recebeu financiamento do BNDES para investir na ampliação da capacidade produtiva e em inovação no seu processo de fabricação de semicondutores utilizados em *smartphones* e *tablets*, e hoje lidera o mercado nacional e exporta grande parte de sua produção. O Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec) também ocupa cada vez mais participação no mercado internacional.

Trago outra área que despontou: a aeroespacial. Na década de 2030, a nova corrida espacial deu um salto, demandando a expansão das áreas de lançamento de foguetes no mundo e o Brasil se despontou. Sua posição geográfica transformou a base de Alcântara, no Maranhão, no local mais barato para o lançamento de foguete. A demanda mundial cresceu tanto que hoje a Barreira do Inferno, em Natal, se tornou o quarto maior centro de lançamento de foguetes.

Ao longo dos últimos 20 anos, além das oportunidades vindas das demandas do exterior, diversas decisões tomadas pelo Estado permitiram o avanço do programa espacial brasileiro, que ora lucramos com ele. Cita-se por exemplo, a parceria com a NASA no projeto Artemis nos 2020, a aprovação do 5º Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) – 2022-2031, aprovação da Lei nº 14.946, em 2024, que passou a regular as atividades espaciais no Brasil, os investimentos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a atuação

mais contundente da Agência Espacial Brasileira. O ITA passou a formar engenheiros espaciais, fornecendo mão de obra altamente especializada. As políticas de incentivo para a criação de uma rede de *startups* em parcerias com universidades, centros de pesquisas e empresas internacionais, como a SpaceX, também foram elementos que contribuíram para o Brasil passar a produzir veículos lançadores de microssatélites e de veículos lançadores de pequeno porte. A AVIBRAS, que já possuía competência na construção de foguetes, trouxe grandes contribuições para o avanço dessas atividades no Brasil.

Em 2024, os dois projetos de iniciativa privada brasileira para desenvolvimento de Veículo Lançador de Pequeno Porte (VLPP) financiados pela FINEP deram início aos investimentos privados na área. Em 2025, a criação da ALADA, pelo governo brasileiro, também contribuiu com a alavancagem dos projetos aeroespaciais, ampliando a exploração econômica da infraestrutura e da navegação aeroespaciais, bem como o desenvolvimento de projetos e equipamentos aeroespaciais. Todas essas decisões estratégicas e de investimento resultaram no surgimento de novos centros de pesquisa e ampliaram a formação de pessoal ao longo dos anos 2030, tanto para apoiar as missões na Lua e Marte, quanto para outras atividades espaciais, com a produção e lançamento de foguetes e satélites.

O complexo industrial espacial construído se beneficia de sua posição geográfica, dos recursos naturais brasileiros, da disponibilidade de energia e da existência de mão de obra qualificada desenvolvida durante mais de uma década e meia. A redução da carga tributária na cadeia aeroespacial e o aumento da produtividade também foram fatores importantes para seu desenvolvimento, oferecendo produtos a valores competitivos mundialmente. Todas essas iniciativas intensificaram o desenvolvimento de um complexo industrial de fabricação de foguetes e outros produtos vinculados a essa corrida espacial. Hoje, Alcântara, além de ser um dos principais centros de lançamento de foguetes do mundo, é também um polo industrial de foguetes propulsores, lançadores de carga útil e satélites com tecnologia brasileira.

Por fim, não poderia deixar de destacar o nosso agronegócio. As cooperativas, nos últimos 20 anos, se profissionalizaram para movimentar valores significativos, propiciando facilidades na implementação de inovações e reduzindo os *gaps* tecnológicos, sendo difusoras da indústria 5.0 no agronegócio. O surgimento de inúmeras *fintechs* especializadas no financiamento do agronegócio e na oferta de soluções inovadoras de financiamento e alavancagem muito contribuíram para o crescimento do setor. O Brasil segue como maior exportador de carne bovina, soja e café, mas também avançou no desenvolvimento de produtos com alto valor agregado tecnológico nos campos da química fina verde e de novos materiais a base de bio e nanotecnologia, graças aos investimentos em C&TI, em especial liderados pela Embrapa.

A exemplo do agronegócio, todas essas "ilhas de desenvolvimento" que citei se despontaram, pois estavam voltadas tanto ao mercado interno quanto, principalmente, para o externo, se destacando na pauta de exportação brasileira. Foram os investimentos em CT&I, em centros de pesquisa e em formação profissional realizados, principalmente no final dos anos 2020, que deram suporte ao que estamos vivenciando hoje.

Nos anos sucessivos, apesar de repletos de altos e baixos, nos períodos de crescimento econômico o país reforçava suas apostas e nos períodos de estagnação mantinha políticas de incentivo à inovação e tributárias, que garantiam a manutenção dos investimentos privados, que permaneciam lucrando com os ganhos sempre crescentes das exportações de produtos e serviços dessas "ilhas de excelência".

Quando olhamos para esse panorama, parece que o país está muito bem. Entretanto, problemas históricos do país não foram resolvidos e o desenvolvimento e o protagonismo internacional brasileiro nessas áreas que citei não se espalharam para o restante do país. Acredito que o fato de esses avanços não terem sido planejados como parte integrante de uma estratégia nacional de longo prazo impediu o efetivo desenvolvimento de nosso povo e a inclusão dos menos favorecidos. Os ganhos ficaram presos nas ilhas, gerando poucos *spin-offs*.

Apesar do crescimento econômico e de uma tímida redução da pobreza, muito associada à execução de políticas de transferência de renda, o Brasil segue bastante dependente tecnologicamente em áreas como automação inteligente, veículos autônomos e IoT conectado com *data science*. Muito menos avançamos na indústria da saúde, hoje de alta complexidade tecnológica, que impacta as contas públicas em função da população cada vez mais envelhecida.

Com exceção das "ilhas de desenvolvimento" associadas às oportunidades que se abriram no comércio internacional, a produtividade do setor industrial, manufatureiro e de serviços em geral é baixa e de alta dependência de importações. A educação se mantém de baixa qualidade e não é voltada às demandas do mercado de trabalho de uma forma geral, muito menos para o empreendedorismo. Com exceção das "ilhas de desenvolvimento", boa parte da população se mantém excluída do mercado de trabalho. Essa situação cria uma posição competitiva precária, principalmente se considerados os países de semelhante porte econômico , resultando em boa parte da população desempregada, substituída por processos de automação e pela inteligência artificial.

A baixa produtividade e a falta de políticas públicas de longo prazo e de investimentos em C&TI de forma contínua no desenvolvimento de tecnologias disruptivas dificultam a superação de desafios antigos. Somente as "ilhas" conseguiram avançar ao longo dos anos. A taxa de desemprego tem oscilado em 15%.

Mais uma vez, com exceção das "ilhas de desenvolvimento", as estruturas de formação profissional, como o Sistema S, não possibilitaram a geração de profissionais com capacidade de adaptação a novos desafios, o domínio do conhecimento sobre as diversas especialidades e estratégias, o que agravou os problemas. O processo de envelhecimento da população requeria uma adaptação maior por parte do Brasil em termos de saúde e educação. Parcela da população se vê desassistida de suas necessidades básicas. Os indivíduos ficaram expostos à contravenção ou mesmo ao crime.

Embora o governo tenha ampliado leis e regulações para a proteção ambiental, devido à pressão internacional, tais medidas impediram a exploração do potencial oriundo do real desenvolvimento das regiões amazônicas e outros biomas, como tenho defendido aqui nesta tribuna. E mesmo assim, o desmatamento ilegal permanece sem gerar desenvolvimento para essa região.

Este relato evidencia um ponto que tenho falado aqui nesta tribuna referente à educação que patinou na formação de pessoas com baixa qualificação, além de ter sido insuficiente nas áreas prioritárias para o desenvolvimento sustentável e inclusivo.

Os riscos climáticos se ampliaram com o aquecimento global. Os eventos climáticos como ondas de calor e secas prejudicaram a agricultura e o Nordeste, que segue como uma das regiões mais afetadas devido à desertificação. Só não está pior por conta de algumas "ilhas de desenvolvimento" que se desenvolveram por lá.

A manutenção de uma polarização política e de boa parte da população com baixo nível de escolaridade, bem como as crises recorrentes, nos impediram de trilhar o caminho do desenvolvimento planejado, contínuo e sustentável, devido a mudanças nos projetos de país dependendo de quem seja eleito, deixando de haver uma política de Estado e carente de planejamento para a resolução das demandas reais da sociedade como geração de empregos e competitividade global. Permanecemos sem lidar adequadamente com riscos específicos como o envelhecimento da população e eventos climáticos extremos. É necessário que façamos um pacto para ser definido um caminho de interesse coletivo para o país, com horizonte de longo prazo para o enfrentamento dos nossos problemas recorrentes. O Brasil permanece no modelo de crescimento *stop and go* e a maioria da população segue empobrecida, dependente de políticas assistenciais e sem perspectivas de mudança.

Senhoras e Senhores, o Brasil tem um potencial imenso para se tornar um líder em desenvolvimento sustentável e somente não está pior porque conseguimos avançar na transição energética e nas demais "ilhas de desenvolvimento" que citei. Destaco que essas "ilhas" não foram os frutos de uma estratégia de longo prazo, mas de oportunidades que surgiram ao longo do tempo e soubemos aproveitar. Já passou da hora de traçarmos uma estratégia de longo prazo que seja inclusiva e sustentável.

Para tanto, precisamos de um compromisso coletivo e de ações concretas de todos os setores da sociedade: governo, cidadãos, empresariado, sindicatos e organizações não governamentais focados na melhoria da qualidade da educação e na sofisticação tecnológica, de forma a colocar o Brasil em uma diferente trilha. Precisamos trabalhar juntos para construir um futuro mais justo, próspero e sustentável para todos os brasileiros e brasileiras.

Muito obrigado!

Capítulo 6

ANÁLISE ESTRATÉGICA DOS CENÁRIOS

6

Por Elaine C. Marcial[19] e Marcello Pio[20]

Para pensarmos o futuro do Brasil, é importante termos em mente o contexto internacional, no qual o País está inserido. Esse contexto, baseado nas megatendências globais, tanto nos ajudou a construir os cenários para o Brasil, quanto em sua análise estratégica realizada após os cenários construídos.

Deve-se ressaltar que considerar as megatendências mundiais como contexto internacional para a construção e análise dos cenários Brasil permite antecipar mudanças estruturais de longo prazo que moldam o futuro do mundo e, consequentemente, influenciam diretamente as dinâmicas nacionais. Megatendências como envelhecimento da população, mudanças climáticas, avanço tecnológico e transição energética têm impacto transversal, afetando setores econômicos, estruturas sociais e a governança política. Incorporá-las na análise permite que os cenários sejam mais robustos e alinhados às realidades emergentes, proporcionando uma visão ampla das forças que podem transformar a sociedade e a economia de um país.

Além disso, as megatendências globais ajudam a identificar riscos e oportunidades estratégicas de forma antecipada. Por exemplo, a digitização e a automação, enquanto impulsionam a produtividade, podem aumentar desigualdades se não forem acompanhadas por políticas inclusivas. Por outro lado, tendências como a economia verde oferecem oportunidades para países que adaptam seus setores produtivos a práticas sustentáveis. Ignorar essas forças globais pode levar a estratégias limitadas na amplitude e no tempo, que não consideram as pressões externas e a necessidade de adaptação, limitando a capacidade de um país de competir em um ambiente global em constante transformação.

Por fim, as megatendências servem como referência para avaliar a resiliência e a capacidade de resposta de um país frente a mudanças inevitáveis. Cenários que consideram estes eventos permitem explorar caminhos para alinhar políticas públicas e estratégias empresariais com as demandas de um futuro que já está se delineando. Isso fortalece a capacidade de um país ou região se preparar para desafios como crises climáticas, disrupções tecnológicas e reconfigurações geopolíticas, enquanto maximiza suas chances de aproveitar oportunidades para crescer e prosperar em um cenário global dinâmico. Assim, integrar megatendências na análise de cenários não é apenas uma questão de visão estratégica, mas uma condição indispensável para a relevância e a eficácia das decisões nacionais.

6.1. As megatendências mundiais

Para a construção e análise dos cenários, foram consideradas as megatendências mundiais descritas por Marcial e Pio (2023), que juntas formaram o contexto internacional considerado. As 12 megatendências identificadas foram agrupadas em quatro partes: população e sociedade; geopolítica mundial; ciência e tecnologia; economia e meio ambiente.

População e Sociedade

As megatendências identificadas no estudo foram o *envelhecimento da população*, a *diversidade cultural* e o *empoderamento do cidadão*.

[19] Elaine C. Marcial é Sócia fundadora da SocialPort, é doutora em Ciência da Informação pela UnB. Coordenadora da Linha de Pesquisa Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). É autora de livros e artigos na área de estudos de futuro. Atua na área de *foresight* desde 1996 e foi agraciada com as medalhas Honra ao Mérito de Defesa, Ordem do Mérito Militar no grau de Cavaleiro e Medalha Exército Brasileiro.

[20] Marcello Pio. Doutor em Gestão e Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Responsável pelo Núcleo Prospectivo do Observatório Nacional da Indústria da Confederação Nacional da Indústria. Pesquisador sênior do Grupo de pesquisa sobre Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). Consultor Cinterfor/OIT para desenvolvimento de cursos e aconselhamento sobre métodos prospectivos de formação profissional. Condecorado a Medalha do Exército Brasileiro em 2021 pelos serviços prestados na criação de cenários geopolíticos. Atua na área de prospectiva desde 2001.

O *envelhecimento populacional*, que combina o aumento da expectativa de vida com a redução das taxas de natalidade, altera a composição da população mundial. Essa megatendência mundial, identificada por Marcial e Pio (2023), também foi identificada no Brasil, sendo que com uma velocidade muito maior do que sua ocorrência em vários países desenvolvidos. Essa megatendência apresenta desafios para a previdência social, para o sistema de saúde e para a infraestrutura urbana, exigindo políticas voltadas ao cuidado e à inclusão da população idosa, bem como estratégias para lidar com a diminuição da força de trabalho ativa. Também gera mudanças no perfil de consumo. Com a população mais idosa, surge um campo econômico direcionado para a chamada geração prateada, que envolve produtos e serviços voltados para o público sênior, como serviços bancários voltados exclusivamente para este público, cuidados médicos personalizados, tecnologias de assistência e produtos de bem-estar.

O envelhecimento da população está muito associado aos avanços observados no campo da saúde e que tendem a se amplificar. As inovações em biotecnologia, como a edição genética e a saúde personalizada, prometem transformar o setor de saúde globalmente. As questões de saúde pública serão influenciadas por fatores como mudanças climáticas, urbanização e desigualdade. Novas epidemias e pandemias também são uma realidade que os países precisarão enfrentar. Avanços no campo dos diagnósticos personalizados, terapias gênicas e o uso de inteligência artificial na análise de dados médicos estão transformando o setor de saúde.

A *diversidade cultural* está associada tanto aos avanços da globalização, da conectividade e dos movimentos migratórios. Esses processos também oferecem desafios, pois se por um lado o processo gera maior absorção cultural pelas diversas identidades culturais que passam a apresentar características globais, por outro acirra a valorização da identidade local e da cultura regional gerando maior intolerância. A crescente diversidade cultural e étnica em regiões urbanas impulsiona uma demanda por políticas de inclusão e serviços adaptados a públicos variados, incluindo educação e saúde culturalmente sensíveis.

Os processos migratórios ocorrem tanto entre países quanto do campo para as cidades, e essa migração em massa para as cidades pressiona a infraestrutura e demanda o desenvolvimento de "cidades inteligentes" para oferecer melhor qualidade de vida, transporte eficiente e acesso a serviços básicos. A crise climática está gerando uma crescente população de refugiados. Países e organizações internacionais enfrentam o desafio de integrar essas populações, desenvolvendo políticas de inclusão, treinamento profissional e assistência social para reduzir os impactos sociais e econômicos.

Estes fatores influenciam questões como qualidade de vida, acesso a serviços essenciais e a necessidade de adaptação das cidades e das instituições. Os consumidores de 2045 valorizarão o bem-estar, com uma maior procura por produtos e serviços que promovam saúde física e mental e experiências em vez de bens materiais e práticas de *mindfulness*.

Quanto ao *empoderamento do cidadão*, esta *megatendência* está associada ao crescimento da classe média em todo o mundo, aos avanços em educação e o acesso a tecnologias digitais e de comunicação. Tal movimento resultou no fato de que mais pessoas adquiriram controle sobre sua própria existência, maior autonomia e poder para questionar e interferir em decisões e ações do Estado. Este movimento tem gerado reações dos estados, alguns buscando se ajustar a essa nova realidade e ofertando respostas aos cidadãos e outros tentando impedir essas manifestações por meio de censura e com a imposição de governos mais totalitários.

Destaca-se o papel da educação, que sofre uma revolução digital, com o aprendizado à distância e recursos personalizados ganhando destaque. Competências tecnológicas duras e *softs*, como o desenvolvimento do pensamento crítico, serão essenciais. O uso de inteligência artificial (IA) permitirá a adaptação dos currículos às necessidades individuais dos alunos, proporcionando aprendizado mais eficiente e acessível. Com a rápida obsolescência das competências demandadas por um mercado de trabalho em constante evolução, as estratégias de educação ao longo da vida se tornam essenciais. Modelos como cursos *on-line*, micro certificações e aprendizado baseado em projetos ganham popularidade. Tecnologias de realidade aumentada e virtual já são usadas para criar experiências de aprendizado imersivas, que facilitam o ensino de habilidades práticas e teóricas de forma mais envolvente. Nesse contexto, a educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) é destacada como uma tendência a ser adotada nas próximas décadas.

As mudanças em andamento, que estão descritas em todas as megatendências identificadas no estudo, afetam e afetarão o mercado de trabalho. A natureza do trabalho passará por profundas transformações, impulsionadas por tecnologias emergentes e novas exigências dos consumidores. Profissões ligadas à tecnologia, saúde e sustentabilidade estarão em alta, enquanto trabalhos repetitivos e rotineiros tendem a ser automatizados. Além do mais, a automação e a digitização já começaram a impactar o mercado de trabalho. A inteligência artificial, a automação dos fluxos produtivos e o trabalho remoto são algumas das tendências que impactarão profundamente o mercado de trabalho até 2045. Devido a essa difusão, haverá uma maior demanda por competências digitais e flexibilidade laboral, exigindo das políticas públicas uma resposta para proteger os trabalhadores mais vulneráveis.

Essas forças tendem a gerar um aumento da desigualdade social e econômica em várias partes do mundo, impulsionada por fatores como a concentração de riqueza, a disparidade no acesso a oportunidades e o impacto da automação sobre os empregos tradicionais. Em resposta, cresce a pressão por políticas de inclusão e igualdade, envolvendo desde acesso à educação até a inclusão digital. A renda básica universal é uma ideia em expansão, com iniciativas-piloto em países como Finlândia, Canadá e Estados Unidos. Esse modelo de distribuição de renda visa garantir um rendimento mínimo a todos os cidadãos, ajudando a reduzir a pobreza extrema e a desigualdade econômica em um contexto de automação crescente. Com a transformação digital, é essencial que todos os indivíduos tenham acesso a ferramentas e competências tecnológicas. A inclusão digital envolve garantir conectividade em áreas remotas e periféricas, bem como capacitação em conhecimentos e habilidades digitais para populações vulneráveis, de forma que possam participar da economia digital.

Nesse contexto, a educação e capacitação para minorias e populações vulneráveis passarão a exercer um papel importante para a redução dessas desigualdades. Programas de apoio à formação das novas competências para minorias e grupos vulneráveis, como a educação STEM e capacitação técnica, ajudam a reduzir as disparidades e promovem a inclusão no mercado de trabalho.

Geopolítica internacional

No campo da geopolítica internacional, as *disputas por recursos naturais, em especial água, alimentos e fontes energéticas*, bem como a *expansão da exploração espacial* configuram-se como megatendências identificadas no estudo.

A megatendência mundial *disputas por recursos naturais, em especial água, alimentos e fontes energéticas* se justifica pela demanda crescente por esses recursos em todo o mundo como consequência do aumento da população mundial, apesar de em taxas marginais decrescentes, do aumento da classe média, apesar de mais lento, e do crescimento de países em desenvolvimento, em especial os do Sudeste Asiático. O acirramento dessas disputas aumenta a tensão geopolítica mundial, podendo, inclusive, dar início a novos conflitos bélicos.

Destaca-se que o ambiente geopolítico global passa por uma transição para a multipolaridade, com a ascensão da China e mudanças nas alianças internacionais. Há sinalizações de mudança no eixo de poder global, com uma transição de um mundo unipolar, liderado pelos Estados Unidos, para um sistema multipolar, onde potências como China, Índia e União Europeia ganham influência. A China tem fortalecido sua presença global com investimentos em infraestrutura pelo projeto da Nova Rota da Seda, buscando ampliar sua influência econômica e política em regiões estratégicas, como Ásia, África e Europa.

Outro ponto de mudança que já começa a ser observado é a fragmentação das alianças internacionais, com disputas comerciais, políticas de protecionismo e tensões regionais, e novos blocos de cooperação regional (como BRICS) emergindo, trazendo consequências econômicas e diplomáticas de longo prazo. A disputa entre os EUA e a China pela liderança em setores estratégicos, como inteligência artificial e 5G, tem levado a uma disputa geopolítica tecnológica e pode influenciar as regulações e a inovação nos próximos anos.

A outra megatendência que impacta as relações geopolíticas é a *nova expansão da exploração espacial*. Caracterizando-se como uma nova fronteira, a exploração espacial encontra-se em uma nova fase, com iniciativas privadas e governamentais buscando expandir a presença humana no espaço e explorar recursos extraterrestres. Com isso, o campo está ganhando espaço como um setor estratégico e econômico e se torna um palco de disputas geopolíticas. Empresas como SpaceX e NASA têm metas de longo prazo para estabelecer colônias humanas na Lua e em Marte, visando desenvolver tecnologias para a sobrevivência e sustentabilidade fora da Terra. A mineração de asteroides é considerada uma futura fonte de recursos valiosos, como metais raros, e várias empresas já estão explorando a viabilidade dessa atividade. No tocante ao turismo espacial, empresas como Blue Origin e Virgin Galactic já ofertam turismo espacial e a possibilidade de viagens comerciais para órbita baixa e além, inaugurando um novo setor no mercado de luxo e entretenimento.

Ciência e tecnologia

A ciência e tecnologia se apresentam como um dos campos mais dinâmicos das próximas décadas em função da aceleração do seu desenvolvimento, oferecendo soluções tecnológicas cada vez mais integradas. As megatendências que se destacaram foram: *hiperconectividade*; *transformação digital*, *virtualização e difusão da Internet das Coisas (IoT)*; *automação inteligente, conectando robótica, inteligência artificial, impressora 3D e drones; novos materiais estratégicos impactando o setor econômico.*

A *hiperconectividade* vai além da disposição dos indivíduos de se comunicarem a qualquer tempo, de qualquer lugar, a qualquer hora e em alta velocidade, viabilizando e amplificando o trabalho remoto e o mercado *on-line*. Ela também abrange o avanço da conexão homem-objeto, e objeto-objeto, tudo em alta velocidade. Os avanços em IoT aumentarão a atuação dessa força, viabilizando os veículos autônomos, por meio da troca permanente de dados e informações, o que irá gerar um aumento exponencial da produção e transmissão de dados.

A *transformação digital, com a virtualização e difusão da Internet das Coisas (IoT)* torna o mundo cada vez mais digital e virtual, redefinindo a forma como as pessoas vivem, trabalham e se relacionam. O impacto das tecnologias da informação e comunicação (TICs) nas diversas áreas e setores da sociedade é cada vez mais evidente e intenso, reforçando a hiperconectividade, ao ponto de remodelar o mercado de trabalho, a estrutura produtiva, a educação e o lazer. Por outro lado, o barateamento dos preços dos sensores facilita a proliferação de dispositivos conectados e contribui com o avanço dos investimentos em Internet das Coisas e sua vertente industrial, o que também fortalece esse ambiente. De forma mais específica, a IoT possibilita um mundo mais conectado, desde casas inteligentes até cidades interconectadas, enquanto o uso mais frequente de sistemas de *big data* permitirá a análise de grandes volumes de dados, possibilitando identificar padrões e novas tendências. A computação quântica promete revolucionar a capacidade de processamento de dados, acelerando descobertas científicas e tecnológicas. Entretanto, novos desafios se apresentam como a necessidade de investimento em segurança cibernética, a qual se torna crucial para a proteção de dados tanto de pessoas quanto comerciais. Nesse campo, o uso e aplicações do *blockchain* tende a crescer em outras modalidades, extrapolando sua aplicação no campo monetário.

Automação inteligente, abrangendo robótica, inteligência artificial, impressora 3D e drones, refere-se a outra megatendência que revolucionará o ambiente em que vivemos. A automação dos processos será ampliada e dotada de maior complexidade tecnológica. Espera-se um crescimento tanto da pesquisa quanto do desenvolvimento de novas tecnologias e avanços significativos na inovação, com lançamento de produtos que revolucionarão o futuro. A robótica deixará de ser uma tecnologia restrita e passará a ser utilizada por praticamente todos os setores da economia, inclusive dentro de casa. A inteligência artificial também estará presente em todos os setores da economia, seja pelo lado dos avanços da IA generativa ou de *machine learning*. Espera-se também uma proliferação do uso de drones e dos veículos autônomos, em especial para o transporte de mercadorias. No caso dos drones, também se espera o aumento de seu uso em operações de guerra, segurança pública e vigilância. Quanto à impressora 3D, espera-se um crescimento significativo de seus usos a partir do avanço da exploração espacial, incluindo a impressão de alimentos e de órgãos. A velocidade com que essas novas tecnologias estão surgindo cria desafios e oportunidades para todos os setores que serão ampliados com o avanço da convergência tecnológica.

Nesse contexto, a logística se transforma com a automação, digitização e a integração de tecnologias que visam aumentar a eficiência e a sustentabilidade. Empresas como a Amazon e a Walmart exploram o uso de drones e veículos autônomos para realizar entregas, reduzindo custos e agilizando o atendimento ao cliente. Além disso, o uso de robôs e de inteligência artificial em armazéns, como os da Amazon e do Alibaba, otimizam o gerenciamento de estoques e reduzem o tempo de preparação e envio de pedidos. Por fim, a aplicação de *blockchain* na logística permite maior transparência e rastreabilidade na cadeia de suprimentos, garantindo a autenticidade de produtos e reduzindo fraudes e erros.

Inovações disruptivas são esperadas no campo da megatendência dos *novos materiais estratégicos impactando o setor econômico*, com o surgimento de novas ligas metálicas, de materiais sustentáveis, de materiais para geração e armazenamento de energias renováveis e para micro e nano robôs aplicados na área médica e para polímeros leves sustentáveis. Materiais como o carbono, o grafeno, o nióbio e o titânio liderarão essa revolução. Novos materiais irão emergir fruto dos avanços em biotecnologia e nanotecnologia, inclusive integrados, redefinindo áreas como saúde, energia e alimentos. A biologia sintética também estará em destaque com avanços na engenharia metabólica, na síntese de DNA, no genoma mínimo, na xenobiologia e nas protocélulas.

Economia e meio ambiente

Nesse contexto, apresenta-se as megatendências: *eventos climáticos extremos; transição para uma economia de baixo carbono*; e *biorrevolução*.

A intensificação dos *eventos climáticos extremos* em todo o mundo, gerando devastação em diversas áreas e causando danos ambientais, materiais e econômicos, bem como prejudicando a saúde das pessoas, ou seja, impactando a vida das pessoas nas cidades e no campo. Esse ambiente leva ao crescimento dos investimentos nessa agenda. A sustentabilidade ambiental e a luta contra as mudanças climáticas são temas centrais em nível global, impulsionados por esforços para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, proteger a biodiversidade e implementar uma economia de baixo carbono. Empresas, governos e consumidores estão cada vez mais adotando práticas e tecnologias que visam minimizar o impacto ambiental.

Esse contexto leva os países a investirem cada vez mais na *transição para uma economia de baixo carbono*, outra megatendência mundial. Essa transição para fontes de energia renovável e o aumento da eficiência energética estão remodelando o setor energético global. A adoção de energia solar, eólica e hidrogênio verde está em alta e tende a se intensificar inclusive com o retorno dos investimentos em energia nuclear. Essa transição é impulsionada por objetivos globais de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e atingir a neutralidade de carbono, com iniciativas sendo adotadas em diversos setores industriais e em nível doméstico. Muitos países estão se comprometendo com metas de carbono zero até 2050.

O movimento de descarbonização industrial tem levado as grandes indústrias a investirem em processos e tecnologias para reduzir as emissões de CO_2. Iniciativas incluem o uso de biocombustíveis, o desenvolvimento de tecnologias de captura de carbono e o aprimoramento da eficiência energética para diminuir a pegada de carbono das operações industriais. Soma-se a isso, o desenvolvimento de baterias mais eficientes e baratas, que é essencial para armazenar energia renovável e reduzir a dependência de fontes fósseis. Empresas como a Tesla estão investindo em baterias de longa duração para uso em veículos elétricos e residências. A modernização da infraestrutura elétrica para redes inteligentes também permite maior controle e eficiência no consumo energético, auxiliando na integração de fontes renováveis e na gestão de demanda em tempo real.

Outro tema que integra a agenda ambiental é a adoção do modelo de economia circular, que visa minimizar o desperdício e maximizar a reutilização de materiais, que se destaca como tendência crescente em diversos setores, como moda, tecnologia e construção. Empresas estão adotando práticas como reciclagem, *design* para desmontagem e recuperação de materiais para promover a sustentabilidade. Na produção de alimentos que buscam sustentabilidade, a agricultura regenerativa, que busca restaurar a saúde do solo e melhorar a biodiversidade, se expande como alternativa ao cultivo convencional. Práticas como rotação de culturas, plantio direto e integração de árvores em sistemas agrícolas ajudam no sequestro de carbono e protegem o ecossistema. Além dessa tendência, o mercado de alimentos à base de plantas e proteínas alternativas tem crescido consideravelmente.

A *biorrevolução* é outra megatendência identificada. Ela é fruto do desenvolvimento científico acelerado e da convergência entre as TICs, a biotecnologia, a biologia sintética, a edição de genes, as biomoléculas, a genômica e a fenômica vegetal e animal. O campo da biorrevolução é enorme, vai desde a transformação da forma como se cultiva alimentos, incluindo a produção de proteína à base vegetal, ao cultivo de células. Será fonte de novos materiais, medicamentos e cosméticos. Também proporcionará o uso de biossensores nanoestruturados e sistemas ciberfísicos. Abrange também o desenvolvimento da medicina baseada em células tronco.

No campo da economia mundial, cabe destacar outras transformações em andamento que se conectam com as megatendências citadas. Modelos de economia compartilhada, de *e-commerce*, trabalho remoto e novas cadeias de valor redefinem o mercado de trabalho e as estruturas econômicas. Empresas baseadas em plataformas, como Uber, Airbnb e Amazon, redefiniram setores como transporte, hospedagem e varejo, estabelecendo uma economia digital onde a intermediação digital e o uso de dados são centrais. A transição para uma economia sustentável incentiva o surgimento de negócios focados em energias renováveis, reciclagem e redução de emissões de carbono, como as iniciativas de economia circular. A flexibilidade do trabalho remoto e a expansão de empregos temporários ou *freelancers*, também chamada de economia *gig*[21], mudam a forma como as empresas operam e contratam, trazendo novas oportunidades e desafios trabalhistas.

Todas as megatendências mundiais identificadas impactam diretamente o futuro do Brasil e foram incorporadas no estudo como eventos futuros incertos, verificando-se o quanto o país estaria ou não preparado para lidar com elas. Muitas delas aparecem como megatendências nacionais como é o caso, por exemplo, do envelhecimento da população e a intensificação dos eventos climáticos extremos, a automação inteligente, transição para economia de baixo carbono, a nova corrida espacial e a biorrevolução, que poderão ser vistas com mais detalhes sob a ótica brasileira no capítulo 7 deste livro.

6.2. Análise estratégica dos cenários

É sempre bom lembrar que os cenários não são um fim em si mesmo, eles são apenas histórias consistentes e possíveis de como o futuro poderá vir a se configurar. Seu principal objetivo é possibilitar que os

[21] Gig se refere a natureza transitória do trabalho em si.

tomadores de decisão "repercebam[22]" o ambiente, identifiquem que o futuro poderá ser diferente do passado e do presente e assim, iluminar o processo decisório, contribuindo com a formulação de estratégias robustas que efetivamente conduzem as organizações na construção de um futuro menos incerto.

Sendo assim, é importante que analisemos os cenários construídos para identificar quais aprendizados eles nos trazem para que possamos "reperceber" o ambiente e mudar nossos modelos mentais, bem como identificarmos que oportunidades e ameaças eles nos oferecem. Destaca-se que uma boa análise estratégica no campo de *scenario planning* considera todos os cenários construídos, sem escolher apenas um, como muitos fazem.

Esse procedimento é recomendado porque não podemos saber com antecedência qual será o futuro. Ele além de ser múltiplo e incerto é impossível de ser previsto uma vez que está por ser construído. Ele poderá se materializar em qualquer um dos cenários ou até mesmo adotar uma trajetória irregular, passando por dois ou mais cenários.

Analisar os quatro cenários construídos amplia a chance de desenvolvermos resiliência a fatos que ainda não ocorreram. Isso porque criam memórias a respeito do futuro em nossas mentes, mesmo antes dos eventos ocorrerem, nos preparando para tomarmos melhores decisões. Ao construirmos possibilidades de futuros diferentes e os analisarmos, ampliamos nossa capacidade tanto de formulação quanto de atingimento de objetivos estratégicos.

Ao olharmos para o cenário hipotético *Protagonismo Global*, ele nos mostra a capacidade que o Brasil possui de construir um desenvolvimento inclusivo e sustentável pautado em uma estratégia de longo prazo e investimentos no desenvolvimento tecnológico. Mostra como fazer escolhas é importante e que temos sim condições de, em 20 anos, mudarmos completamente o panorama brasileiro, inclusive de espaços territoriais hoje muito atrasados. Mas precisamos aproveitar as oportunidades que se apresentam no ambiente internacional. A construção de um projeto de desenvolvimento sólido requer um planejamento estratégico e duradouro, conduzido por mecanismos de governança colaborativa. A consolidação de conselhos que integram governo, sociedade civil, setor privado e academia é essencial para construir consensos e garantir a continuidade das políticas públicas. Essas estruturas contribuem para que as ações tenham respaldo técnico e social, diminuindo o impacto de trocas de governo. A priorização de áreas como bioeconomia, tecnologias avançadas e agronegócio sustentável, adaptadas às vocações específicas de cada local, permitirá que regiões antes marginalizadas, como o semiárido nordestino e a Amazônia, se desenvolvam de forma sustentável. A adoção de práticas de economia circular e a proteção dos biomas são exemplos de como o desenvolvimento pode beneficiar tanto a sociedade quanto o meio ambiente. A articulação entre governos, empresas, universidades e comunidades locais é fundamental para criar sinergias e soluções inovadoras. O aprendizado central do cenário *Protagonismo Global* é que um projeto de desenvolvimento bem-sucedido requer um pacto social que envolva e beneficie toda a sociedade.

Já o cenário fictício *Inclusão sem ambição* mostra a força das nossas *commodities*, em especial a do agronegócio, de energia e de minerais que geram riquezas internas e reservas internacionais. Também mostra o poder dos ativos ambientais que temos na geração de riqueza ao fornecer acesso a créditos de carbono. Esses recursos permitem o investimento na educação e em outras políticas sociais que possibilitam a inclusão nos processos produtivos ao adquirirem competências. Entretanto, pouco foi investido no desenvolvimento tecnológico e na reindustrialização da nossa economia, nos tornando compradores de tecnologia de outros países. Nesse contexto, ele alerta que só investirmos em políticas sociais têm limites. Mesmo com uma grande melhora na educação do povo há a necessidade de redução da dependência tecnológica e da reindustrialização da nossa economia, destinando investimento em inovação tecnológica. Iniciativas que promovam a inclusão social e produtiva são fundamentais em um país marcado por profundas desigualdades de acesso a oportunidades. No entanto, seus resultados serão limitados se não forem acompanhados de esforços consistentes de sofisticação tecnológica das atividades produtivas. Imperativos éticos e morais sensibilizam a sociedade para a necessidade de amenizar o sofrimento da população que sobrevive em condições de extrema pobreza. Mas não são suficientes para mobilizar esforços de transformação das estruturas produtivas que reduzam a dependência tecnológica do país. O resultado é a prevalência de um certo conformismo da sociedade com a condição de país exportador de *commodities* e importador de bens e serviços de média-alta e alta intensidade tecnológica, o que limita as possibilidades de um processo mais efetivo de inclusão social e produtiva.

Quanto ao cenário fictício *Sem rumo*, este mostra para onde a polarização e a restrição dos direitos dos cidadãos podem nos levar. A falta de liberdade pessoal e econômica associada à falta de um planejamento de longo prazo desincentivam o investimento interno, e geram fuga de capital e de mentes. O cenário nos alerta sobre a importância de apaziguarmos o país e nos unirmos em prol do desenvolvimento do Brasil, em um ambiente que estimule os investimentos, oferecendo segurança econômica e jurídica, como ocorre no cenário *Protagonismo Global*. A baixa disponibilidade na sociedade para dialogar sobre os principais problemas a serem enfrentados e as suas causas estruturais inviabiliza a construção de consensos que orientem iniciativas públicas e privadas. A existência de polos político-ideológicos concorrentes é natural em regimes democráticos. Mas a disseminação de notícias falsas e a cultura da lacração em redes sociais contribuem para a formação de um ambiente hostil à cooperação, com proliferação de discursos superficiais e reducionistas. Nesse contexto, prevalecem visões curto-prazistas e ataques às instituições públicas, em detrimento dos esforços de planejamento de médio e longo prazo. O resultado é a alternância de ciclos de construção e destruição de políticas públicas, em um eterno recomeço das tentativas de consolidação de um projeto de desenvolvimento soberano, inclusivo e sustentável para o Brasil.

Por fim, o cenário fictício *Ilhas de desenvolvimento* mostra que, mesmo sem um planejamento de longo prazo, o país pode se tornar protagonista em algumas áreas nas quais possui diferencial competitivo, se souber aproveitar as oportunidades existentes no mercado internacional, capturando investimentos internacionais. Entretanto, apesar de o país apresentar um grande crescimento, observa-se um aumento das desigualdades tanto entre as pessoas quanto territoriais. O foco nas atividades em que o país possui vantagens comparativas perpetua a especialização na exportação de *commodities* e em nichos industriais e de serviços voltados para mercados globais, mas desconectados do mercado interno e das cadeias produtivas nacionais. O dualismo, caracterizado pela coexistência de setores econômicos avançados e atrasados no mesmo território, favorece a consolidação de enclaves com baixa capacidade de geração de empregos e pouca disseminação de inovações para outros segmentos produtivos. Lugares globais, altamente conectados ao circuito superior da economia, coexistem com vastas áreas do país relegadas ao circuito inferior, caracterizado por atividades de baixa produtividade, informalidade e ausência de integração com as atividades econômicas tecnologicamente avançadas. Essa dinâmica impede que os benefícios do progresso técnico sejam disseminados na estrutura produtiva brasileira. O resultado é um crescimento econômico concentrado em poucos locais e setores, sem alcançar grande parte da população ou impulsionar a diversificação econômica. Esse padrão impede que a renda média dos trabalhadores brasileiros acompanhe os ganhos de produtividade registrados em alguns setores. Além disso, a baixa integração entre os segmentos produtivos reduz a capacidade de o progresso técnico melhorar as condições gerais de vida. Como resultado desse dualismo, o Brasil permanece preso a um modelo econômico que beneficia apenas uma parcela restrita da sociedade. Os ganhos de produtividade concentram-se nos setores exportadores e em poucos nichos industriais e de serviços, sem promover uma distribuição efetiva de renda ou criar oportunidades de inclusão para trabalhadores menos qualificados.

Em síntese, esses cenários nos mostram que temos grandes possibilidades de nos tornarmos um país desenvolvido, com protagonismo tecnológico, inclusão produtiva e sustentabilidade, e se soubermos aproveitar o atual ambiente geopolítico conturbado podemos dar um salto. Entretanto, o País necessita de uma estratégia de longo prazo e criar um ambiente de negócio favorável, considerando questões econômicas, políticas e jurídicas.

Os cenários nos mostram o potencial do nosso agronegócio que pode ser ampliado com a adoção da bioeconomia, bem como dos nossos biomas que podem ser geradores de riqueza de forma sustentável. Também nos alertam sobre a importância de nossas reservas minerais que poderiam gerar muito mais riquezas para o nosso país se sofressem transformações e não fosse apenas *commodities* para exportação. Ainda neste campo, abre-se uma grande oportunidade na geração de energia limpa, em especial para a exportação de hidrogênio líquido e amônia.

Além disso, também apresentam o potencial do País para atrair fábricas que hoje estão localizadas na Ásia, em especial de semicondutores, por ser um país próximo e amigo. Também discorre sobre o potencial que temos para o desenvolvimento de um programa espacial robusto, se soubermos fazer as parcerias estratégicas corretas.

Além das oportunidades, os cenários construídos apresentam alguns desafios, como a melhoria da educação, em especial voltada para o desenvolvimento de novas competências que serão demandadas no futuro. Todos destacam o impacto do envelhecimento rápido da população brasileira nas políticas públicas, demandando ações imediatas para reversão desse quadro. É também salientado a necessidade de investimentos em infraestrutura econômica e a necessidade da promoção de uma inclusão produtiva que se reverta em redução das desigualdades e aumento de produtividade, que é muito baixa no país.

Na etapa de análise dos cenários, realizou-se um levantamento para capturar a percepção de *expert* sobre quais seriam as oportunidades e ameaças de cada um dos cenários construídos para o desenvolvimento do Brasil. Lembramos que as oportunidades representam forças e fatores existentes (ou emergentes) no ambiente externo à organização/área que favorecem o atingimento dos objetivos estratégicos, constituindo-se forças criadoras de valor. Já as ameaças representam forças e fatores existentes (ou emergentes) no ambiente que escapam ou fogem

[22] Pierre Wack falava da importância do verbo inventado reperceber para estarmos no mundo hoje. Ele o descreve como a habilidade de ver o futuro de forma diferente do que costumava ser no passado.

do controle da organização/área, constituindo-se desafios a vencer, pois exprimem fatores de destruição de valor.

Destaca-se a necessidade de análise de todos os cenários construídos, pois o futuro é múltiplo e incerto e se materializa a partir das decisões que os atores tomam no dia a dia. A partir de hoje, qualquer um dos cenários poderia se tornar a realidade futura, ou até mesmo seguir uma trajetória irregular que passa por mais de um cenário, não sendo possível prever qual será o curso dos acontecimentos, e até eventos inusitados podem emergir no horizonte de cenarização.

Sendo assim e de posse dos cenários construídos e redigidos, partiu-se para a avaliação estratégica deles por meio de consulta a *experts*, usando a plataforma SocialPort Enterprise. Essa consulta foi encaminhada por *e-mail* somente para os *experts* que haviam participado do projeto em suas diversas etapas A consulta ficou disponível durante o período de 11 a 20 de novembro de 2024. Nesse momento, foi solicitado a esses *experts* que analisassem os cenários construídos e identificassem, para cada um deles, as oportunidades e ameaças que eles apresentavam para o desenvolvimento do Brasil.

Ao todo obteve-se 53 respostas de *experts* que atuam em áreas distintas (Figura 1), compostos por mestre, doutores e com pós-doutorado. Esse perfil de respondentes garante uma avaliação consistente dos cenários.

Ao todo, foram identificadas 575 oportunidades e 551 ameaças para o desenvolvimento do Brasil, conforme apresentado na Tabela 1.

De posse dessas informações, no dia 21 de novembro, foi realizada uma oficina nas dependências da Embrapa Sede, em Brasília. Participaram cinco membros da Equipe de Controle do projeto que participaram de todas as oficinas para avaliar esses resultados. Após um amplo debate, cujo método utilizado está descrito no capítulo 8 deste livro, chegou-se a 12 oportunidades e 12 ameaças. Esses resultados estão descritos a seguir.

OPORTUNIDADES

1. Demanda global por energias limpas em crescimento e inovação permanente na área de energia (hidrogênio líquido e amônia, energia eólica e solar no Nordeste, baterias, placas solares eficientes, emprego de minerais raros).

2. Nova onda de investimentos na produção de energia nuclear (*Big techs* com grandes *datacenters* investindo em pequenas centrais nucleares).

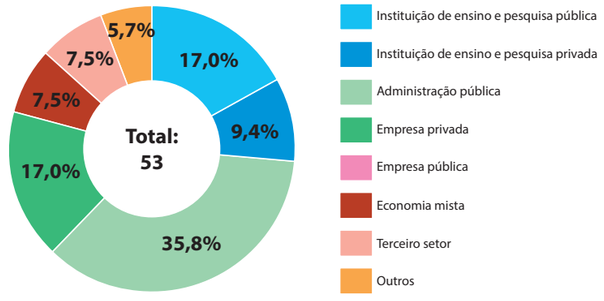
3. Mercado de crédito de carbono em ascensão – aproveitamento para obtenção de receitas.

4. Valorização crescente da bioeconomia, inclusive no campo da economia inclusiva – aproveitando os biomas brasileiros.

5. Crescente demanda mundial por *commodities* agrícolas, em especial as brasileiras com avanços tecnológicos (Agronegócio 5.0).

6. Demanda mundial crescente por minerais estratégicos existentes em solo brasileiro, para seu uso na cadeia global de alta tecnologia.

Figura 1 - Área de atuação dos *experts*



Fonte: SocialPort Enterprise.

Tabela 1 – Oportunidades e Ameaças dos cenários para o desenvolvimento do Brasil

CENÁRIOS	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Sem rumo	130	141
Ilhas de desenvolvimento	144	146
Inclusão sem ambição	148	110
Protagonismo Global	153	154
TOTAL	**575**	**551**

Fonte: Elaboração da autora, tomando como base os resultados obtidos no levantamento realizado com o uso da SocialPort Enterprise.

7. Reordenamento geopolítico e das cadeias globais de valor, abrindo oportunidades para países mais próximos e amigos.

8. Movimento mundial de desenvolvimento de competências STEM e empreendedora, voltado para as profissões do futuro.

9. Nova corrida espacial, demandando a expansão das áreas de lançamento de foguetes no mundo e do desenvolvimento tecnológico espacial e da cadeia produtiva associada.

10. Existência de dinâmico intercâmbio científico mundial, em especial nas redes de pesquisa internacionais, na promoção da inovação tecnológica, especialmente disruptivas.

11. Demanda mundial por turismo ambiental e cultural.

12. Economia criativa como geradora de emprego e renda.

AMEAÇAS

1. Envelhecimento populacional impactando sistema de saúde, previdência e força de trabalho.

2. Intensificação da escalada da pobreza e da desigualdade no país.

3. Redirecionamento do investimento internacional a outros países, por conta de questões internas no Brasil (descontrole das contas públicas, insegurança jurídica decorrente de decisões judiciais que se modificam em breves momentos etc.).

4. Degradação de infraestruturas críticas terceirizadas.

5. Queda na demanda internacional por commodities que o Brasil produz.

6. Diminuição da oferta de mão de obra qualificada, devido à limitação em avanços educacionais no país e à fuga de cérebros, bem como à falta de oportunidades internas.

7. Isolamento político do país no quadro internacional, que fica excluído de parcerias estratégicas, inclusive na América do Sul.

8. Aumento do fluxo migratório em direção ao Brasil por parte de pessoas pouco qualificadas, sobrecarregando os sistemas de atendimento à população vulnerável.

9. Aumento dos ataques cibernéticos e cognitivos, ameaças estatais ou não estatais, em função das instabilidades geopolíticas, que geram blocos antagônicos.

10. Perda parcial/total da soberania no território, por conta do vasto capital natural inexplorado.

11. Falta de adesão internacional aos acordos de combate a mudanças climáticas, impactando na falta de efetividade das políticas públicas ambientais para mitigar os efeitos de fenômenos globais, a exemplo de pandemias e eventos climáticos de grande magnitude.

12. Ausência de cooperação entre lideranças sociais, políticas e econômicas, ocasionando ambiente de instabilidade permanente, fortalecendo a corrupção e inviabilizando o planejamento de longo prazo.

Tomando como base as oportunidades e as ameaças sintetizadas pelo grupo, foram realizados debates e listados os desafios ao desenvolvimento do Brasil. Foi solicitado que os participantes exercessem a priorização e que a lista ficasse em torno de 10 grandes desafios. Ao final do debate, foram identificados 11 desafios para o desenvolvimento, os quais estão listados a seguir.

DESAFIOS

1. Formular e implementar estratégias de longo prazo e sua governança.

2. Promover uma articulação estratégica no campo internacional.

3. Promover efetivamente o desenvolvimento sustentável.

4. Implantar economia inclusiva.

5. Implementar no sistema educacional as competências STEM e o empreendedorismo.

6. Desenvolver programas de indução de desenvolvimento tecnológico e a reindustrialização

7. Promover uma infraestrutura social robusta.

8. Garantir infraestrutura econômica e logística.

9. Tornar atrativo o investimento internacional no Brasil (ambiente de negócio favorável).

10. Obtenção de recursos públicos e privados, nacionais e internacionais, para financiar o desenvolvimento.

11. Desenvolver mecanismos para segurança cibernética e cognitiva.

Capítulo 7

MEGATENDÊNCIAS BRASILEIRAS, INCERTEZAS CRÍTICAS E ATORES

7

Por Elaine C. Marcial,[23] Marcello Pio[24] e Márcio Gimene[25]

Neste capítulo, serão apresentados os três principais condicionantes do futuro do País: megatendências nacionais, incertezas críticas e atores motrizes. Esses foram os pilares para a construção dos cenários para o Brasil em 2045.

Tomando como base a definição de John Naisbitt[26], as megatendências nacionais podem ser definidas como mudanças estruturais de longo prazo que impactam profundamente as dinâmicas econômicas, sociais, políticas e tecnológicas de um país específico, mas que não necessariamente têm alcance global. Elas representam forças transformadoras, são capazes de definir o presente e possuem potencial de moldar o futuro de um país. Embora cada megatendência seja independente, há uma clara interatividade entre elas. Essa definição diferencia-se do conceito de ***megatendências globais***, conforme abordado por Naisbitt, apenas no que diz respeito a sua amplitude geográfica, pois são aquelas que irão transformar o mundo como um todo. Apesar de não definirem os cenários, elas possuem um impacto considerável no desenrolar das histórias.

Quanto às incertezas críticas, referem-se aqueles eventos futuros considerados muito importantes para a questão orientadora e o sistema de cenarização, e que são muito incertos, isto é, não se pode saber de antemão qual será o seu comportamento futuro. Além do mais, as incertezas críticas são independentes entre si, ou seja, um evento não interfere no comportamento do outro. Estes eventos incertos são o eixo central para a construção dos cenários. No modelo de matriz 2x2, utilizado aqui para a construção dos cenários, os eixos ortogonais, que formam a estrutura básica dos cenários, são aqueles que contêm os eventos mais importantes, mais incertos e independentes entre si.

Já os atores motrizes são aqueles com força suficiente para movimentar todo o sistema de cenarização. São identificados por meio de uma análise da capacidade que eles têm de interferir na ocorrência de um evento, dentro do horizonte temporal de cenarização.

Os métodos utilizados para a identificação desses condicionantes de futuro estão descritos no Capítulo 8 deste livro.

1. As megatendências brasileiras

No projeto, foram identificadas 13 megatendências que impactarão e moldarão o futuro do Brasil nos próximos 20 anos. Cabe aqui destacar que, apesar de as megatendências nacionais[27] terem sido geradas toman-

[23] Elaine C. Marcial é Sócia fundadora da SocialPort, doutora em Ciência da Informação pela UnB. Coordenadora da Linha de Pesquisa Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). É autora de livros e artigos na área de estudos de futuro. Atua na área de *foresight* desde 1996 e foi agraciada com as medalhas Honra ao Mérito de Defesa, Ordem do Mérito Militar no grau de Cavaleiro e Medalha Exército Brasileiro.

[24] Marcello Pio. Doutor em Gestão e Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Responsável pelo Núcleo Prospectivo do Observatório Nacional da Indústria da Confederação Nacional da Indústria. Pesquisador sênior do Grupo de pesquisa sobre Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). Consultor Cinterfor/OIT para desenvolvimento de cursos e aconselhamento sobre métodos prospectivos de formação profissional. Condecorado a Medalha do Exército Brasileiro em 2021 pelos serviços prestados na criação de cenários geopolíticos. Atua na área de prospectiva desde 2001.

[25] Márcio Gimene é Graduado em Economia (UFRJ), Mestre em Geografia (UnB) e Doutor em Geografia (UFRJ). Fez estágio de Pós-doutorado em Economia (UFRJ). Desde 2004 é Analista de Planejamento e Orçamento do Governo Federal.

[26] O termo "megatendência" foi utilizado inicialmente por John Naisbitt em 1982, no seu *best-seller* "*Megatrends: ten new directions transforming our lives*". Naisbitt introduziu uma nova técnica de coleta de tendências e outras sementes de futuro em nossa sociedade com base em uma análise detalhada do que a mídia estava relatando e conectando eventos individuais para começar a entender padrões maiores.

[27] As megatendências nacionais foram construídas tomando como base a avaliação das sementes de futuro nacionais levantadas junto a experts brasileiros no âmbito do projeto Brasil 2045, conforme apresentado no Capítulo 8.

do como base insumos completamente diferentes das megatendências mundiais[28], também utilizadas neste estudo, estes dois grupos de eventos futuros guardam semelhança. Isso é explicado, pois sendo as megatendências, por definição, forças em atuação no ambiente, forças internacionais também podem se tornar forças nacionais. A transformação digital, a hiperconectividade, a automação inteligente, as alterações climáticas com a intensificação de eventos extremos e a transição para uma economia de baixo carbono são forças que estão impactando todos os países, em graus diferentes, que estarão presentes no contexto brasileiro e devem fazer parte das análises voltada para o futuro do nosso país. Já o envelhecimento da população e a nova corrida espacial são forças transformadoras e de grande impacto mundial que não fazem parte da realidade de todos os países, mas do Brasil aparecem como forças transformadoras.

Apresenta-se a seguir as 13 megatendências brasileiras, acompanhadas de uma breve descrição delas.

Alterações climáticas com intensificação de eventos extremos

O Brasil tem sofrido os efeitos de eventos climáticos extremos, manifestados na intensificação da ocorrência de secas e tempestades mais severas, inundações, deslizamentos e incêndios. Esses fenômenos provocam mortes, acidentes, doenças e prejuízos econômicos, além de afetar todos os ecossistemas e a segurança hídrica, alimentar e energética. As alterações climáticas também podem intensificar a desertificação de áreas e apresentam desafios para diversos setores econômicos brasileiros, tais como o agropecuário, energético e de transportes. Se por um lado essa força se apresenta como desafio a ser enfrentado, a necessidade de adaptação às mudanças do clima incentivará investimentos no desenvolvimento de tecnologias verdes. No caso do setor agropecuário, destaca-se o desenvolvimento de sementes mais resistentes a essas mudanças no clima e seus impactos aos regimes hidrológicos resultantes. Há oportunidades também o desenvolvimento de tecnologias que permitam reuso e dessalinização da água, bem como seu transporte para área desertificadas, como realizado por Israel, o que proporcionará melhoria nas cidades, tornando-as mais verdes e resilientes às mudanças do clima, e principalmente realocando as famílias que vivem em áreas de risco, ao tempo em que trazem qualidade de vida a seus moradores.

Escalada das tensões geopolíticas

Como a economia brasileira é profundamente integrada às cadeias globais de comércio, especialmente as do agronegócio (soja, carne) e em *commodities* minerais (ferro, petróleo), as tensões geopolíticas que só crescem no mundo, afetam grandes potências, podem alterar fluxos comerciais e geram impactos diretamente no Brasil. Como exemplo, pode-se citar a disputa EUA-China que criou oportunidades (maior demanda chinesa por soja brasileira), mas também riscos (pressão para alinhamento com um dos blocos). Além disso, o Brasil possui um dos maiores potenciais de energia renovável do mundo (hidrelétrica, solar, eólica e biocombustíveis e agora de hidrogênio) e grandes reservas de petróleo e gás (pré-sal). Em um contexto de tensões sobre segurança energética, o país se torna um *player* estratégico. Embora o Brasil não seja protagonista em conflitos geopolíticos globais, sua posição estratégica em recursos naturais e não naturais e sua relevância regional fazem com que tensões globais impactem profundamente suas políticas, economia e sociedade. Se por um lado essa instabilidade geopolítica nos traz ameaças, por outro geram grandes oportunidades. Não receberíamos os investimentos em pesquisa no campo do hidrogênio vindos da Europa se não fosse o corte no abastecimento de gás ocorrido em função da guerra da Ucrânia. A instabilidade nas cadeias de valor causadas pelo COVID-19 e as tensões entre EUA-China, abrem oportunidades de recebermos fábricas tanto europeias quanto americanas hoje localizadas na Ásia, em especial as de semicondutores em Taiwan, por sermos próximos e amigos. Resta saber se faremos as escolhas corretas e aproveitaremos a instabilidade geopolítica que se apresenta, como já fizemos no passado. Além disso, o sistema de governança mundial criado após a Segunda Guerra Mundial de pesos e contrapesos não mais atende às características do mundo atual em transição e as instituições criadas enfraquecem a cada dia. Essa instabilidade afeta as relações diplomáticas e comerciais brasileiras e poderão resultar em conflitos bélicos envolvendo o Brasil.

Envelhecimento da população

O envelhecimento populacional é uma megatendência mundial de alto impacto no mercado de trabalho, na previdência, na saúde e nas dinâmicas sociais que também ocorre no Brasil. Está relacionado ao declínio na taxa de fecundidade e ao aumento da expectativa de vida, conforme apresentado no Capítulo 9 deste livro. Estima-se que, em 2045, a estrutura etária da população brasileira esteja invertida, com a redução da base de

[28] As megatendências mundiais foram identificadas tomando como base a avaliação se sementes de futuro mundiais levantadas junto a experts nacionais e internacionais conforme descrito no livro "Megatendências mundiais 2040" organizado por Elaine Marcial e Marcello Pio.

jovens e adultos de até 60 anos. A transição demográfica em curso no Brasil apresenta desafios que precisam ser enfrentados, como a diminuição da força de trabalho em idade ativa e a demanda crescente por trabalhadores em setores relacionados ao cuidado, à saúde e ao bem-estar dos idosos. Isso pode requerer investimentos adicionais em infraestrutura de saúde, serviços de longa duração e cuidados domiciliares. O aumento da proporção de idosos na população pressiona os sistemas de seguridade social e previdência brasileiro, os quais são financiados por contribuições dos trabalhadores em atividade. Há implicações também para a educação e capacitação, com uma necessidade crescente de programas de aprendizagem ao longo da vida e oportunidades de requalificação. Reverter esse processo é oneroso. Muitos países adotam políticas e incentivo ao aumento da taxa de natalidade e a imigração focada em atender a demanda de mão de obra, em geral qualificada. Entretanto, até o momento não são verificadas políticas no Brasil que foquem em nenhuma dessas alternativas e essa força em atuação no ambiente, de difícil reversão, cobrará um preço caro no futuro se nada for feito agora. Outra dimensão que será fortemente impactada pelo envelhecimento populacional, principalmente no Brasil, será a produtividade. Com o envelhecimento populacional, podem surgir limitações físicas e cognitivas que impactam a produtividade, especialmente em atividades que exigem alto esforço físico ou resposta rápida. Soma-se a isso, o fato de que trabalhadores mais velhos podem ter maior dificuldade em adotar e se adaptar rapidamente às novas tecnologias, devido à menor exposição a essas ferramentas ao longo da vida, também impactando a produtividade do trabalho. Por outro lado, trabalhadores mais velhos frequentemente possuem habilidades analíticas e experiências que podem ser complementadas por tecnologias avançadas, como inteligência artificial e automação.

Pressão social pela garantia de direitos

As pessoas estão cada vez mais exigindo serviços públicos eficientes, acessíveis e de alta qualidade em áreas como saúde, educação, transporte, segurança e meio ambiente, independentemente da renda. O aumento da conscientização cívica, o acesso à informação, a demanda por transparência e prestação de contas, além das mudanças nas expectativas dos cidadãos em relação aos serviços públicos são os fatores impulsionadores desta megatendência. O uso da tecnologia, incluindo a internet e as mídias sociais permite que os cidadãos se organizem, se informem e se envolvam mais facilmente na vida pública, ampliando sua capacidade de influenciar políticas e participar do processo decisório. Há críticas da sociedade e demanda por avanços na gestão pública, maior transparência e prestação de contas, bem como melhorias na qualidade dos serviços públicos. Há maior exigência dos cidadãos por acesso à informação sobre as atividades e gastos do governo, bem como responsabilização por má conduta e corrupção. Se por um lado essa força traz enormes desafios à gestão pública como a oferta e aprimoramento de ferramentas de participação, como petições *on-line*, protestos, audiências públicas que permitam influenciar políticas e programas governamentais e exigir que os recursos públicos sejam utilizados de forma ética e eficiente, por outro seu estabelecimento é fundamental para o fortalecimento da democracia no Brasil.

Transformação nos conteúdos, formatos e relações de trabalho

Os avanços tecnológicos têm impactado os conteúdos, os formatos e relações de trabalho no Brasil. Crescem as estruturas ágeis e flexíveis, o trabalho remoto e híbrido altamente automatizado utilizando-se de ferramentas de comunicação em alta velocidade e colaborativas, inclusive para reter talentos, o que pode também aumentar a concorrência internacional por posto de trabalho no Brasil. Os conteúdos também mudam com o avanço da tecnologia. Uma série de novas profissões surgem e continuarão surgindo nas próximas décadas, bem como outras antigas desaparecerão ou perderão importância. As relações de trabalho também estão se alterando com o crescimento do empreendedorismo e da atuação em rede conforme abordados nos Capítulos 11 e 24. Esse novo ambiente demanda uma nova formação profissional e requalificação dos que já estão no mercado de trabalho, conforme apresentado no Capítulo 10. Habilidades e conhecimentos associados ao modelo STEM, incluindo habilidades, como fluência digital e programação, conhecimentos transversais, tais como ferramentas de gestão de negociação e capacidades cognitivas, como fluência de ideias e ordenação de informações, serão cada vez mais demandadas, exigindo uma reestruturação do ensino básico, muito mais voltado para as demandas do mercado. Todas essas mudanças também demandarão uma requalificação dos profissionais brasileiros de ensino. Deve-se ressaltar que o avanço das tecnologias de automação e digitização "poupadoras de mão de obra" poderá impactar negativamente as ocupações que atuam mais fortemente em tarefas manuais repetitivas. Ainda que o processo de modernização tecnológico tenha o potencial de criar postos de trabalho, possivelmente o País terá um grande número de trabalhadores de baixa qualificação que necessitará passar por intensos processos de *reskilling* e *upskilling*, o que poderá demandar do Estado planos de assistência social para manter as famílias dos trabalhadores amparadas no período de atualização ou requalificação profissional e reingresso ao mercado de trabalho.

Disputas pelos usos e preservação dos recursos naturais

O crescimento populacional, a urbanização, a industrialização e o aumento dos padrões de vida contribuem para o aumento da demanda global por recursos naturais, configurando uma força atuante no Brasil por duas vertentes: pelo aumento da demanda mundial e da interna. Essa crescente demanda acirra as disputas tanto pelo uso quanto pela preservação para uso futuro. No caso da água, além das disputas internas por seus múltiplos usos, cresce a possibilidade de futuros conflitos, inclusive bélicos, visto que o Brasil possui grandes reservatórios de água e muitos recursos hídricos são fronteiriços e transfronteiriços sem acordos de uso. Disputas por áreas cultiváveis e recursos pesqueiros também são fonte de tensões entre países. No caso da pesca, o Brasil é alvo de exploração de embarcações de pesca estrangeiras na ZEE e plataforma continental. O mesmo pode ser dito sobre recursos energéticos como petróleo, gás natural, carvão e energia renovável, e recursos minerais como ferro, cobre, alumínio, ouro e diamantes, importantes para a fabricação de produtos industriais, eletrônicos, veículos, em especial os elétricos, entre outros. Os países competem por acesso a esses recursos para garantir sua segurança energética, impulsionar suas indústrias e fortalecer suas economias. Há também uma forte pressão, internacional e doméstica, no Brasil para a preservação da Floresta Amazônica, sob a bandeira do aquecimento global. De qualquer forma, a preservação dos recursos naturais brasileiros deveria ser uma preocupação atual e futura do Estado e da sociedade. A preocupação com todos os nossos biomas, os recursos hídricos e do mar, bem como dos nossos metais, em especial os preciosos, é atividade chave e tais recursos devem ser protegidos da cobiça global. Diante deste quadro, pode-se destacar que a disputa por territórios e recursos naturais em áreas protegidas ou estratégicas ressalta a necessidade de políticas que considerem a diversidade de percepções e necessidades dos grupos sociais envolvidos.

Transição para economia de baixo carbono

Impulsionada pela crise climática e pela necessidade de buscar alternativas aos recursos energéticos utilizados atualmente, o mundo passa por uma "transição verde", isto é, para uma economia de baixo carbono e o Brasil não está fora dessa grande força transformadora. O potencial hidroelétrico brasileiro, muito ainda por explorar, se torna um diferencial comparativo importante neste processo de transição para uma economia de baixo carbono. Além disso, o País possui excelentes condições geográficas e climáticas para a exploração das energias solares e eólicas, inclusive *off-shore* e das marés, para a produção e a exportação de "hidrogênio verde". Temos também competência estabelecida para expansão das usinas nucleares, com possibilidade de se avançar na construção de pequenas centrais nucleares que estão sendo demandadas para a produção de energia para *datacenters*. Há, entretanto, um grande movimento no mundo para a geração de energia por meio de fusão nuclear, mas o Brasil está fora desse consórcio. Outro ponto que está contido nesta megatendência é o desenvolvimento de tecnologias para armazenamento de energia, tais como baterias de estado sólido, supercondutores de alta temperatura e armazenamento de energia térmica. O Brasil possui vantagens e desvantagens nesse quesito. A principal vantagem é a existência da matéria prima para produção dessas novas baterias e a desvantagem é o baixo índice de inovação no setor. De qualquer forma, o maior desafio dessa megatendência nacional é permitir o acesso à população brasileira, onde quer que resida, a energia limpa e abundante a um preço justo.

Aceleração das transformações tecnológicas

Essa é uma megatendência mundial que age como uma força transformadora de grande impacto no Brasil que pode ocasionar rupturas nas antigas formas de produção e de consumo. O avanço científico e tecnológico experimentado nas últimas décadas, acelerado com o advento da internet, favoreceu a convergência tecnológica, que ampliou ainda mais esse processo se espalhando por todos os campos da sociedade. Apesar do baixo índice de inovação no Brasil, o que é um desafio a ser enfrentado, o país não fica à margem dessa megatendência ao se tornar um grande consumidor de produtos cada vez mais tecnológicos, seja no setor industrial, de serviços ou mesmo pelas famílias. No entanto, esse avanço tecnológico traz reflexos preocupantes em termos do aumento das desigualdades intra e entre países, além de desafios de diversas ordens econômicas e sociais. Para que o País possa intensificar o processo de implementação de novas tecnologias, é fundamental melhorar a infraestrutura de telecomunicações e de internet de alta velocidade em todo o território nacional, bem como a expansão da conectividade de alta velocidade, especialmente em áreas rurais e remotas. Soma-se a isso, a necessidade de aumento dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (DP&I) com incentivos fiscais e políticas que promovam a colaboração entre universidades, centros de pesquisa e o setor privado, bem como desenvolver um ambiente regulatório que favoreça a inovação e a adoção de novas tecnologias.

Transformação digital

A digitização da sociedade é uma força que perpassa aspectos da vida cotidiana, incluindo comunicações, educação, saúde, entretenimento, trabalho, processos produtivos, governo e interações sociais. As tecnologias digitais têm avançado de forma exponencial e já se encontram presentes em praticamente todas as áreas e campos da sociedade brasileira, desde despertadores, passando pelos sensores espalhados em muitos lares brasileiros, *wearable* e *streams* até os sensores que podem controlar boa parte das linhas de produção. A realidade aumentada e a realidade virtual poderão formar novos hábitos, impactando o trabalho, a aprendizagem, a socialização e o consumo, mas também podem trazer transtornos mentais caso passemos a confundir o que é real e o que é virtual. Experimentamos uma transformação fundamental na maneira como os brasileiros vivem, trabalham e se relacionam, como é abordado no capítulo 24 deste livro. Dispositivos interconectados geram uma rede de rastreamentos de dados e comportamentos pessoais que podem ser utilizados de diversas formas, desde a melhoria da qualidade de vida das pessoas até o monitoramento e cerceamento da liberdade e privacidade dos indivíduos, seja por empresas, governos ou pelo crime organizado. Para poder aproveitar as oportunidades geradas pela transformação digital, o Estado e as organizações brasileiras deverão superar determinados desafios, tais como a dificuldade de encontrar talentos com competências necessárias para impulsionar e gerenciar inovações digitais, a necessidade de atualizar e manter a infraestrutura tecnológica para suportar novas soluções digitais – sendo o último um desafio a ser superado, especialmente para as empresas estabelecidas com sistemas legados. Além do mais, deve-se buscar entender como a tecnologia digital e a análise de dados se encaixam na estratégia geral das organizações e como podem ser usadas para criar vantagem competitiva. É necessário, também, haver uma maior coerência nas políticas relacionadas à digitização para que haja um ambiente favorável ao desenvolvimento da economia digital no país. A intensificação do processo de transformação digital pode aumentar as desigualdades socioeconômicas no país visto que para que se possa aproveitar ao máximo a potencialidade desta força é necessário letramento informacional e habilidades digitais, o que muitas empresas e brasileiros não possuem. Outro desafio que esta força apresenta é a necessidade de uma eficiente regulação e governança garantindo o cumprimento do marco legal da Internet, incluindo questões relacionadas à proteção do consumidor, aos direitos autorais e à liberdade de expressão. Há centros de excelência no país, mas estamos aquém em relação a outros países, especialmente no que diz respeito à produção de semicondutores. Resta saber se nos tornaremos protagonistas ou apenas usuários dessa força transformadora. Outro grande desafio está associado ao crime cibernético, que só cresce no Brasil. Os ataques cibernéticos representam uma ameaça cada vez maior à segurança das empresas, às organizações governamentais e suas infraestruturas críticas e aos brasileiros. Deve-se ressaltar que muitas organizações não possuem a infraestrutura de segurança necessária para proteger os dados contra os ataques cibernéticos. Soma-se a isso, a necessidade de se aumentar a conscientização sobre as práticas de segurança cibernética tanto em empresas quanto entre indivíduos para evitar ataques com uso de engenharia social e outras formas de exploração.

Automação inteligente e hiperconectividade

Essas forças transformadoras foram exploradas no Capítulo 24 deste livro e perpassam vários outros capítulos, pois referem-se a forças transversais. A automação inteligente, antes restrita aos ambientes industriais, hoje está presente no setor de serviços e entrando nas residências. Tanto o avanço da robótica quanto da inteligência artificial, seja ela generativa ou *machine learning*, estão presentes nas organizações e começam a ser incorporadas aos lares brasileiros, alterando a forma como os brasileiros trabalham, cuidam da saúde ou utilizam suas horas de lazer, tornando-se inclusive invisíveis. A integração da automação inteligente com os dispositivos hiperconectados de alta velocidade implica uma constante disponibilidade para se comunicar, interagir e acessar informações em tempo real, independentemente da localização física, e os dispositivos digitais espalhados por toda parte abrem espaço para o crescimento do uso de veículos autônomos e de uma efetiva internet das coisas. Também possibilitará o avanço da indústria e de uma agricultura 5.0. O avanço dessas tecnologias integradas e da transformação digital da economia irão proporcionar o surgimento de novos produtos e serviços disruptivos e poderão revolucionar os processos produtivos, o mundo dos negócios e a vida das pessoas, com impactos em inúmeras áreas ao longo do tempo, seja no segmento industrial e no de serviços, seja na saúde, na educação ou na segurança pública ou privada. Essas forças trazem diversos benefícios, entretanto, apresentam desafios ao Brasil que vão desde qual será sua posição, de consumidor ou desenvolvedor dessas tecnologias, ao fato de que parte delas deverão eliminar postos de trabalhos tradicionais. Apesar do surgimento de novas soluções associadas às necessidades de implantação, gestão, manutenção e aprimoramento dessas tecnologias, os novos postos de trabalho demandarão profissionais com perfis mais complexos e, em muitos casos, com um maior nível educacional, em especial em habilidades e conhecimentos associados ao modelo STEM, exigindo um grande esforço de *upskilling* e *reskilling* independentemente de onde esses trabalhadores estarão alocados, seja no setor agrícola, industrial ou de serviços.

Biorrevolução

Esta é outra grande força transformadora mundial que também está impactando o Brasil. Neste caso, o país possui uma grande vantagem em relação ao outros países quanto a essa força transformadora que utiliza organismos vivos, sistemas biológicos ou partes deles para desenvolver ou modificar produtos, melhorar processos industriais e resolver problemas em diversas áreas, como na agricultura, na medicina, nas indústrias alimentícia e farmacêutica, na de energia e no meio ambiente. A biodiversidade que o país dispõe e o avanço no agronegócio colocam o Brasil em uma posição diferenciada em relação ao restante do mundo. Entretanto, para o aproveitamento desta força transformadora, haverá a necessidade de investimentos e C&TI. Isso porque a biorrevolução integra o desenvolvimento e a convergência das tecnologias da informação e comunicação (TICs), da biotecnologia, da edição de genes, do desenvolvimento de biomoléculas, da genômica e da fenômica vegetal e animal. Além disso, está transformando a produção de alimentos, de energia, de materiais e da saúde. Na agricultura, esta força proporciona aumento da produtividade e redução do uso de fertilizantes sintéticos, a produção de proteínas à base de vegetais e o cultivo de células, bem como alimentos funcionais e biocombustíveis. Nas áreas de materiais, medicamentos e cosméticos, a biorrevolução proporciona o uso de biossensores nanoestruturados e sistemas ciberfísicos. A medicina já utiliza a genômica e o melhoramento de precisão, células tronco, o microbioma de plantas e animais, a inteligência artificial, automação e sequenciamento de DNA, o que leva ao desenvolvimento de terapias genéticas, medicamentos hiper pessoais e orientação genética baseada em alimentos e exercícios. Essa nova abordagem dará escala a inovações genéticas mais rapidamente do que métodos de engenharia genética tradicionais. Avanços da biologia sintética derivaram da rápida queda no custo e o aumento da velocidade de sequenciamento e síntese de DNA, das ferramentas de edição genética e da capacidade do aprendizado de máquina de processar dados para identificar as configurações de DNA ideais para produtos ou processos. As principais áreas para o desenvolvimento de aplicações envolvendo nanotecnologia são a médica e a farmacêutica, a de tecnologia da informação, de eletrônica, de magnética e de optoeletrônica, de química energética, de materiais avançados e a têxtil. No setor de eletrônicos, há muitas aplicações como a otimização do consumo de energia, melhoria da eficiência, proteção ao meio ambiente e ao clima. Esses são alguns exemplos do potencial da biorrevolução, mas as transformações ainda podem ser mais diversificadas e disseminadas na economia, na saúde e na sociedade. Mais uma vez, resta saber se o Brasil será protagonista na biorrevolução ou usuário dessas tecnologias desenvolvidas por outros que certamente farão parte do dia a dia dos brasileiros. Para poder aproveitar de forma eficiente esta força, o País deverá, dentre outras ações, incentivar parcerias público-privadas, criar políticas de incentivo fiscal e aumentar o financiamento público e privado para pesquisa em biotecnologia, bem como implementar programas de educação técnica e superior focados em biotecnologia e incentivar a formação contínua e a atração de talentos internacionais. Deverá, também, atualizar e simplificar os marcos regulatórios, promovendo segurança jurídica, atraindo investimentos e estimulando a descentralização de investimentos em biotecnologia e promovendo polos de inovação em áreas menos desenvolvidas.

Nova corrida espacial

Refere-se a outra força transformadora mundial em que o Brasil, apesar de atrasado, poderá desempenhar um protagonismo nunca visto, conforme abordado no Capítulo 17 deste livro. Isto porque o país dispõe dos melhores pontos de lançamento de foguetes do mundo – ou seja, aqueles que geram a maior economia de energia para sair do planeta. Apesar de ainda tímida a participação do país nessa grande força transformadora, ela abre um mundo de possibilidades para parcerias estratégicas, desenvolvimento científico e tecnológico e formação de mão de obra altamente especializada se o Brasil souber aproveitar a potencialidade dessa força. Além disso, essa nova corrida espacial, que conta com atores privados, implica em ocupações de espaços estratégicos que vão desde órbitas de satélites, estratégicos para a nossa comunicação e para o nosso agronegócio, às futuras divisões de territórios na Lua, em Marte ou em qualquer outro planeta ou asteroide que venha a ser ocupado por humanos. Resta saber se o país saberá aproveitar essa onda e inclusive desenvolver uma indústria espacial, que dará suporte aos lançamentos realizados em solo brasileiro ou será consumidor de tecnologias, sendo regido pelo que outros países determinarem. Para aproveitar as oportunidades que esta força apresenta, o Brasil deverá superar alguns desafios, tais como: aumentar investimentos públicos e criar incentivos para que empresas privadas participem do desenvolvimento de tecnologias espaciais; expandir e modernizar o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), bem como investir na produção e lançamento de satélites e veículos lançadores, e em centros de pesquisa avançados; estimular parcerias público-privadas, criando um ecossistema que favoreça *startups* e empresas do setor aeroespacial; focar em nichos estratégicos onde o Brasil possa competir, como o uso de satélites para monitoramento ambiental e agricultura de precisão, dentre outros.

Crime organizado em rede

O avanço tecnológico fez com que o crime organizado se tornasse cada vez mais sofisticado. Hoje ele atua em rede, estando presente nas entranhas do estado e da sociedade, em várias organizações públicas e privadas, e especialmente no espaço cibernético. Além disso, há também uma maior cooperação internacional entre diferentes organizações criminosas. A engenharia social e a corrupção são suas principais armas para atuação em todos os ilícitos tradicionais em que sempre atuou, como tráfico de drogas, armas, pessoas, órgãos, contrabando, dentre outros ilícitos nacionais e transnacionais. A estrutura e atuação do judiciário brasileiro, os constantes questionamentos sobre a atuação dos agentes de segurança e o avanço da corrupção, associados a uma grande extensão de fronteiras terrestres e marítima e ampla desigualdades sociais, faz com que essa força que transforma negativamente a sociedade brasileira se mantenha em atuação até 2045, se nada for feito para enfrentá-la, incluindo acordos e atuação também em parceria com outros países e organizações policiais internacionais. Para mitigar as ameaças que esta força apresenta, o Brasil deverá superar alguns desafios, tais como: diminuir a defasagem tecnológica investindo em ferramentas de inteligência artificial, *big data*, *blockchain* e criptografia para monitoramento e rastreamento de atividades criminosas; aumentar a mão de obra qualificada por meio de programas de capacitação e parcerias com universidades e empresas privadas para formar mais profissionais no setor; aumentar a integração entre as instituições, criando plataformas unificadas de compartilhamento de informações e aprimorar a coordenação entre órgãos de segurança, dentre outros.

2. As incertezas críticas brasileiras

As incertezas críticas brasileiras representam o próximo condicionante de futuro a ser apresentado. Sua identificação é fruto do processo apresentado no Capítulo 8, que trata do método e seus resultados parciais. O objetivo desta parte é apresentar as oito incertezas críticas classificadas como tal e comentar seus possíveis comportamentos futuros que deram origem aos cenários construídos.

Até 2045 as taxas de juros brasileiras estarão estabilizadas em patamares favoráveis aos investimentos produtivos?

A taxa básica de juros constitui um dos mais relevantes instrumentos de política econômica. Por meio do patamar estabelecido pela autoridade monetária, promove-se interferências na taxa de câmbio, na atividade econômica, nos preços e no emprego. O Brasil segue com uma das taxas reais de juros mais altas do mundo. Outro aspecto relevante é o elevado *spread* bancário praticado no país, que se refere à diferença entre os juros que os bancos cobram ao emprestar e a taxa que pagam ao captar dinheiro. Esse *spread* elevado impõe altos custos tanto aos consumidores quanto aos investimentos produtivos que dependem de financiamento. A combinação da taxa básica de juros e *spread* bancários elevados desestimula investimentos produtivos, aumenta os custos de vida e de produção e aumenta as desigualdades de patrimônio e renda. A existência de diversas interpretações sobre as razões que levam à manutenção de altas taxas de juros, bem como sobre as medidas necessárias para sua redução, geram incertezas sobre o comportamento dessa variável. Uma vertente defende que o controle de gastos combinado com reformas microeconômicas cria um ambiente de expectativas favoráveis para a redução da taxa básica de juros. Além do mais, o histórico de alta inflação no Brasil pode criar expectativas inflacionárias persistentes, exigindo políticas monetárias mais rígidas para ancorar os preços. A necessidade de atrair investidores internacionais para financiar o déficit em conta corrente também pode contribuir para manter os juros altos, para oferecer retornos competitivos. Outra vertente argumenta que altas taxas de juros constituem a principal causa de incerteza sobre a sustentabilidade fiscal, pois mantêm em patamares elevados as despesas com a rolagem da dívida pública e impactam negativamente no crescimento econômico e na arrecadação tributária. Para além dessas controvérsias, existem dificuldades adicionais relacionadas à concentração bancária e ao uso da taxa de juros como principal instrumento de controle do nível de preços no âmbito do regime de metas de inflação adotado no Brasil.

Nesse contexto, não é possível saber se até 2045 o Brasil contará com taxas de juros estabilizadas em patamares favoráveis aos investimentos produtivos.

Até 2045 o Brasil terá um sistema tributário com maior previsibilidade e com segurança jurídica para o ambiente de negócios?

A simplificação do sistema tributário contribui para garantir maior previsibilidade e segurança jurídica ao ambiente de negócios. A redução da complexidade das regras e procedimentos tributários estimula a ampliação de investimentos, o empreendedorismo, a eficiência econômica e o cumprimento das obrigações fiscais. A

reforma tributária no Brasil foi impulsionada, em 2023, pela aprovação da Emenda Constitucional (EC) 132, que estabelece as bases para que, entre 2026 e 2032, haja a unificação de cinco tributos – ICMS, ISS, IPI, PIS e Cofins – em uma cobrança única, que será dividida entre os níveis federal (CBS: Contribuição sobre Bens e Serviços) e estadual/municipal (IBS: Imposto sobre Bens e Serviços). A EC prevê que impostos serão cobrados no destino, onde o bem ou serviço será consumido, e não mais na origem, o que evita "guerra fiscal". A conclusão desse processo depende de regulamentações, que devem ocorrer nos próximos anos. Além das regulamentações, a efetiva aplicação da Reforma terá que enfrentar alguns desafios, como a adaptação das empresas e governos a um novo sistema, como o IVA (Imposto sobre Valor Agregado), que exige mudanças tecnológicas, contábeis e administrativas significativas, e os interesses de setores que atualmente se beneficiam de incentivos e isenções tributárias. Cabe destacar que o país apresenta uma das mais altas cargas tributárias do mundo, o que dificulta investimentos produtivos no país e caso a aumente ainda mais poderá inviabilizá-los, indo inclusive na contramão de outros países que tem feito um esforço no sentido de redução da carga tributária. Outro ponto que impacta diretamente os investimentos no setor produtivo rumo ao desenvolvimento é a previsibilidade e segurança jurídica para as empresas e os cidadãos. O ambiente atual mostra controvérsias quanto a questão. A segurança jurídica é um princípio constitucional que deveria garantir a estabilidade das leis e a previsibilidade das normas de convivência. No entanto, o Brasil enfrenta desafios para garantir a segurança jurídica, como o excesso de legislação e demandas judiciais, muitas sendo destinadas ao Supremo Tribunal Federal, que passou a decidir sobre temas que transbordam seu âmbito de atuação, que é garantir o cumprimento da Constituição, e não legislar.

Nesse contexto, não é possível saber se, até 2045, o ambiente de negócios brasileiro contará com um sistema tributário com maior previsibilidade e com segurança jurídica.

Até 2045 o Brasil possuirá instrumentos adequados de financiamento de longo prazo para alavancar os investimentos em infraestrutura e o desenvolvimento produtivo?

A necessidade de investimentos na infraestrutura produtiva brasileira é urgente e fundamental. Como exemplo, cita-se o déficit em sua estrutura de transporte de carga e logística. Apesar de possuir uma grande malha rodoviária, ela não atende adequadamente às novas fronteiras econômicas brasileiras, além disso é um transporte caro. Há deficiências na malha ferroviária, bem como hidroviária, apesar de dispormos de grandes recursos hídricos. Pouco se utiliza a navegação de cabotagem, apesar da vasta extensão da costa brasileira e há uma insuficiência de portos, além dos existentes estarem obsoletos. Como o Estado brasileiro não tem como arcar, sozinho, com os investimentos necessários, avançou-se nas operações envolvendo parcerias público-privadas. No campo da produção energia, outra infraestrutura produtiva, apesar de termos abundância de recursos energéticos, ainda há um grande potencial a ser explorado que também demanda investimentos. Quanto às telecomunicações, apesar de hoje termos ampliado significativamente sua abrangência, há necessidade de investimento para disponibilização de acesso à internet em alta velocidade, bem como de recursos para se manter equipamentos atualizados em uma área que vive em mutação, e será ainda mais demanda com o avanço da IoT, outra área que também demandará grandes investimento, conforme abordado no Capítulo 24. Nesse contexto, há necessidade de o país desenvolver instrumentos adequados de financiamento de longo prazo para alavancar os investimentos que dão suporte ao desenvolvimento produtivo. Sozinho, o país, com a nossa extensão territorial, não irá dispor dos recursos suficientes, sejam eles públicos ou privados, e necessitará de investimentos vindos do exterior. Avançamos nas Parcerias Público-Privadas (PPPs), mas é preciso muito mais. A debilidade de nosso mercado de capitais é um entrave, bem como a inexistência de oferta de instrumentos financeiros inovadores que atraiam tanto investimentos internos quanto externos para esse fim. Soma-se a este contexto a baixa capacidade de gerar poupança doméstica e atrair investimentos de longo prazo, bem como as transformações no mercado financeiro e de capitais internacionais, como a digitização financeira e novas demandas dos investidores (ESG, por exemplo). Todos esses fatores podem fazer emergir tanto oportunidades quanto ameaças inesperadas.

Nesse contexto, não é possível saber se, até 2045, o Brasil irá dispor de instrumentos adequados de financiamento de longo prazo para alavancar os investimentos em infraestrutura e o desenvolvimento produtivo.

Até 2025 o sistema educacional brasileiro ofertará uma educação adequada às demandas do setor produtivo?

O desenvolvimento científico e tecnológico acelerado nessa nova era tem alterado as relações de trabalho em todas as suas formas e colocado em xeque o atual sistema educacional em todo o mundo. No caso brasileiro, a adequação da educação às demandas do mercado requer um alinhamento estreito entre o sistema educacional e o setor produtivo, algo que no Brasil enfrenta barreiras significativas, como a falta de comunicação efetiva entre esses dois setores e a dificuldade de adaptação curricular às rápidas mudanças tecnológicas e econômicas. O sistema educacional brasileiro é marcado por desigualdades regionais, baixos índices de desempenho em indicadores internacionais de qualidade e infraestrutura insuficiente, especialmente em áreas periféricas e rurais, o que dificulta uma evolução uniforme em direção à excelência educacional. Além disso, a baixa qualidade da formação de professores, frequentemente limitada por salários baixos e falta de acesso a capacitações contínuas, compromete a qualidade do ensino em todos os níveis. Outro ponto de incerteza está relacionado à velocidade com que novas demandas surgem no setor produtivo, muitas vezes impulsionadas por avanços tecnológicos, como automação, inteligência artificial e sustentabilidade, que exigem competências técnicas e socioemocionais em constante evolução. Se por um lado esse avanço científico e tecnológico tem a potencialidade de gerar novas profissões, ela também poderá diminuir muitas ocupações consideradas tradicionais, notadamente aquelas que atuam em atividades manuais rotineiras. O grande desafio a ser enfrentado pelo país está associado ao fato de que as novas profissões demandarão cada vez mais perfis altamente qualificados, em especial em habilidades e conhecimentos associados ao modelo STEM, o qual o Brasil apresenta grandes debilidades. Vale recordar que em 2024 o Brasil ficou na 44ª posição, entre 57 países avaliados, com 23 pontos, 10 pontos abaixo da média da OCDE em matemática, leitura e ciências no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), e a oferta de formação profissional, em muitos casos, não atende às demandas de um mercado de trabalho em constante evolução. Para que o Brasil possa aproveitar plenamente os benefícios das tecnologias avançadas, é crucial investir na educação e na formação profissional de sua força de trabalho, garantindo que os trabalhadores possuam as habilidades necessárias para aproveitar as oportunidades oferecidas pelas transformações em curso. Muitas tecnologias exigem conhecimentos específicos e uma força de trabalho bem treinada para serem operadas de forma eficiente e segura. Entretanto, para que uma revolução no ensino brasileiro ocorra, também será necessário o investimento na qualificação dos professores, mudança da estrutura curricular e de horas de dedicação desses professores, passando inclusive por revisão salarial. Ajustar o sistema educacional a essas mudanças requer não apenas reformas estruturais, mas também recursos financeiros significativos e estabilidade política para implementar políticas públicas consistentes, algo que frequentemente é comprometido no Brasil devido a ciclos eleitorais e mudanças de prioridades governamentais. Além disso, a preparação de estudantes para atender às demandas do setor produtivo vai além de currículos técnicos, abrangendo também habilidades críticas, como criatividade, resolução de problemas e colaboração, áreas nas quais o sistema educacional brasileiro ainda apresenta lacunas significativas. Mesmo que esforços estejam sendo feitos em algumas frentes, como a implementação da Base Nacional Comum Curricular e parcerias com o setor privado, os resultados dessas iniciativas demandam tempo para se consolidarem, uma vez que é necessária uma completa adequação dos sistemas educacionais em termos de formação de docentes, aquisição de infraestrutura e início da oferta de cursos em consonância com a dinâmica do mercado de trabalho. Isso torna questionável se mudanças estruturais significativas ocorrerão até 2045. Por fim, a imprevisibilidade de crises econômicas ou sociais e a velocidade das transformações globais adicionam outra camada de incerteza a este evento.

Nesse contexto, não é possível saber se, até 2045, o Brasil irá dispor de sistema educacional que ofereça educação adequada às demandas do setor produtivo.

Até 2045 o Brasil terá o papel das instituições públicas fortalecido ao ponto de promoverem o desenvolvimento do país?

O Estado deve estar apto a promover entregas à população que conduzam a uma sociedade mais democrática, livre, desenvolvida e inclusiva. O fortalecimento das instituições públicas envolve a cooperação entre os poderes constituídos e entes federados, de forma a elevar a qualidade dos serviços prestados e aumentar a transparência de sua implementação. O fortalecimento das instituições passa pela independência entre os poderes, o fortalecimento e independência das agências reguladoras, a redução da burocracia e da corrupção e o aumento de produtividade no Estado. Contudo, a resposta a esta incerteza é difícil devido à complexidade e à interação de múltiplos fatores. O fortalecimento institucional depende de continuidade em políticas públicas, mas os ciclos políticos brasileiros frequentemente trazem descontinuidade e mudanças de prioridade a cada novo governo. Além disso, reformas estruturais necessárias, como melhorias na eficiência administrativa e no combate à corrupção, enfrentam resistências políticas e econômicas que atrasam ou inviabilizam avanços. O país também lida com desafios históricos e estruturais, como desigualdades sociais, concentração de poder político e um sistema jurídico burocrático, que dificultam a criação de um ambiente institucional robusto. A interferência de interesses corporativos que se beneficiam do *status quo* e resistem a mudanças também é um obstáculo significativo. Soma-se a isso a influência de fatores externos, como crises econômicas globais, mudanças tecnológicas disruptivas e demandas crescentes por sustentabilidade e inclusão, que exigem adaptações

contínuas das instituições públicas e podem desestabilizar seus avanços. Outro ponto crítico é a falta de consenso nacional sobre o papel do Estado e das instituições públicas na promoção do desenvolvimento, o que dificulta a formulação de estratégias consistentes e de longo prazo. Mesmo que reformas sejam implementadas, os resultados podem levar anos ou décadas para serem percebidos, tornando difícil avaliar o sucesso até 2045. Por fim, mudanças no cenário global, como alterações no equilíbrio de poder entre países e a evolução da governança internacional, podem impactar diretamente a capacidade do Brasil de fortalecer suas instituições. Essa combinação de incertezas internas e externas torna inviável fornecer uma resposta clara e definitiva à pergunta.

Nesse contexto, não é possível saber se, até 2045, haverá o fortalecimento do papel das instituições públicas na promoção do desenvolvimento do Brasil.

Até 2045 haverá estabilidade política para a implantação das reformas necessárias ao desenvolvimento do Brasil?

A existência de polos político-ideológicos concorrentes é natural em regimes democráticos. Mas a baixa disponibilidade de parcelas expressivas da sociedade para dialogar sobre os principais problemas a serem enfrentados e as suas causas estruturais inviabiliza a construção dos consensos necessários para que reformas sejam pactuadas. Esse fenômeno transnacional está associado à proliferação de plataformas de mídias sociais e aplicativos de mensagens que permitiram a disseminação instantânea de informação e a pulverização da produção de conteúdo. A competição pela atenção, somada a algoritmos de recomendação, favorece a segmentação dos públicos em grupos relativamente isolados. Pessoas são expostas a conteúdos que confirmam suas crenças e visões de mundo e excluem posições discordantes. Tal ambiente propicia a disseminação de desinformação e notícias falsas. Além disso, a estabilidade política depende de uma confluência de fatores internos e externos que podem mudar drasticamente ao longo de mais de duas décadas. Internamente, questões como desigualdades sociais e a influência de interesses corporativos no processo político representam obstáculos significativos para alcançar o consenso necessário à implementação de reformas estruturais. Externamente, eventos como crises econômicas globais, mudanças geopolíticas e impactos climáticos podem gerar instabilidade e alterar as condições internas, afetando diretamente o ambiente político. Observa-se também disputas entre os poderes e mudanças abruptas nas prioridades governamentais a cada novo ciclo eleitoral, o que torna desafiador prever a continuidade e consistência de iniciativas de longo prazo. Outro ponto relevante é que muitas reformas demandam um alinhamento entre diferentes níveis de governo, bem como uma articulação efetiva entre o setor público e a sociedade, o que historicamente tem sido um desafio no Brasil. Além disso, as próprias reformas frequentemente envolvem perdas para determinados setores, gerando resistências e intensificando conflitos políticos e sociais. Por fim, a incerteza sobre o papel das novas gerações, os movimentos sociais e as tendências globais na configuração do ambiente político futuro adicionam outra camada de imprevisibilidade, dificultando qualquer previsão clara sobre a estabilidade necessária para promover o desenvolvimento sustentável do país.

Nesse contexto, não é possível saber se, até 2045, haverá estabilidade política no Brasil para a implantação das reformas necessárias ao desenvolvimento do país.

Até 2045, as taxas brasileiras de inflação serão mantidas abaixo da média mundial?

Responder de forma clara à pergunta sobre se as taxas de inflação no Brasil serão mantidas abaixo da média mundial até 2045 é desafiador devido à interação de fatores econômicos, políticos e externos que influenciam o comportamento inflacionário. Historicamente a inflação no Brasil sempre apresentou vulnerabilidade a choques externos, como flutuações nos preços de *commodities*, crises econômicas globais e mudanças na política monetária de países desenvolvidos, como os Estados Unidos. Com a implantação do Plano Real, conseguiu-se uma estabilidade que foi mantida sob controle às custas de altas taxas de juros e manutenção do câmbio sobrevalorizado. Entretanto, desde a pandemia do COVID-19, ela passou a assolar o país novamente, mesmo com a manutenção de altas taxas de juros. A baixa produtividade da economia e os altos custos de produção e logística, por conta de uma infraestrutura econômica ineficiente, associados ao crescimento da economia baseado no aumento dos gastos do governo e do consumo das famílias, sem o respectivo aumento na formação bruta de capital fixo, levam ao aumento da inflação. Outro fator que contribui para a incerteza é a evolução das políticas econômicas domésticas, que dependem de governos futuros, nem sempre comprometidos com metas de inflação ou reformas estruturais necessárias para sustentar o controle de preços. Há também a imprevisibilidade do comportamento do mercado de trabalho, dos salários e da produtividade, que podem influenciar significativamente os custos de produção e, consequentemente, os preços ao consumidor. Adicionalmente, tendências globais como mudanças climáticas, novos padrões de comércio internacional e inovações tecnológicas, podem impactar tanto a economia brasileira quanto a mundial, alterando a base de

comparação entre as taxas de inflação. Soma-se a isso a própria dificuldade de prever o desempenho inflacionário de outros países até 2045, dado que a média mundial será determinada por múltiplos fatores, como crises regionais, conflitos geopolíticos e a dinâmica de economias emergentes e avançadas. Esses elementos tornam impossível fazer uma previsão clara e definitiva, pois o cenário inflacionário é resultado de uma combinação de variáveis internas e externas cuja evolução é altamente incerta ao longo de mais de duas décadas.

Nesse contexto, não é possível saber se, até 2045, a inflação brasileira será mantida abaixo da média mundial.

Até 2045, o Brasil apresentará um protagonismo tecnológico em áreas estratégicas?

Apesar de o evento "Internet das coisas (IoT) difundida nas grandes cidades brasileiras" ter sido classificado como incerteza crítica e outros associados ao desenvolvimento tecnológico foram classificados como de ligação (conforme apresentado no Capítulo 8), optou-se por focar na construção dos cenários no evento "protagonismo tecnológico em áreas estratégicas".

O protagonismo em áreas estratégicas depende de investimentos consistentes e de longo prazo em pesquisa e desenvolvimento, infraestrutura científica e tecnológica e capacitação de recursos humanos, elementos estes que, historicamente, enfrentam desafios no Brasil devido à instabilidade econômica e política. Além disso, a inovação tecnológica está diretamente ligada a políticas públicas efetivas, alinhadas a uma visão estratégica de longo prazo, algo que frequentemente sofre descontinuidade no país em virtude de mudanças frequentes de governo e prioridades. O ambiente regulatório e a burocracia também são fatores que impactam negativamente o ritmo de desenvolvimento tecnológico no Brasil, dificultando a atração de investimentos e a consolidação de ecossistemas de inovação. O Brasil possui protagonismo tecnológico em algumas áreas, como por exemplo no agronegócio, na exploração de petróleo em águas profundas e na fabricação de aeronaves. Esse protagonismo é o resultado de uma série de decisões e investimentos, que vão desde o investimento em pesquisa e desenvolvimento tecnológico e inovação à formação de mão de obra qualificada. Há diversas oportunidades advindas de um mundo em transformação onde muitas das tecnologias que usaremos no futuro ainda nem existem, das disputas geopolíticas que estão reconfigurando as cadeias globais de valor e dos recursos naturais e não naturais que o país dispõe. Entretanto, para que o Brasil se torne protagonista em algumas áreas tecnológicas demandará bons acordos internacionais, formação de mão de obra e investimentos em C&TI. Apesar de verificarmos avanços em algumas políticas públicas, a falta do fortalecimento de algumas instituições, tanto públicas quanto privadas, a indefinição de quais áreas estratégicas devem ser priorizadas e a existência dos recursos necessários para esse desenvolvimento se apresentam como barreiras que precisam ser transpostas. Outro aspecto crucial é a dependência de parcerias internacionais e acesso a mercados globais, especialmente em áreas estratégicas que exigem cooperação tecnológica e comercial com outras nações. Porém, o ambiente geopolítico é incerto e o Brasil pode enfrentar dificuldades para se posicionar como um ator relevante em disputas globais por avanços tecnológicos, considerando a concorrência de potências estabelecidas e de outros países emergentes. Internamente, a falta de alinhamento entre academia, setor privado e governo compromete a capacidade de transformar pesquisa científica em inovação aplicada, o que dificulta a criação de vantagens competitivas em áreas estratégicas. Neste ambiente de transformações, não está claro em que medida o Brasil conseguirá se inserir nas cadeias produtivas globais. A inércia sugere a manutenção de uma forma de inserção centrada na exportação de commodities agrícolas e minerais e na importação de bens e serviços de média-alta e alta intensidade tecnológica.

Diante deste quadro de incertezas, não é possível saber se, até 2045, o Brasil despontará como protagonista no desenvolvimento tecnológico em áreas estratégicas.

3. Os atores

Conforme destacado no capítulo 8, foram identificados 15 agrupamentos de atores. Entretanto, somente oito exercem grande motricidade na promoção do desenvolvimento do Brasil, conforme será mostrado a seguir.

Presidência da República

Este bloco é formado pela Presidência da República, com suas secretarias, e o Ministério do Planejamento. Esse agrupamento foi o que apresentou maior capacidade de alterar o curso dos eventos. Esse resultado sinaliza o poder da Presidência da República e a importância dada ao planejamento pelos *experts* que avaliaram a motricidade dos atores.

Setor Produtivo

Este bloco possui três atores altamente motrizes, a saber: Grandes Empresas Brasileiras, Grandes empresas multinacionais alocadas no Brasil e Grandes empresas internacionais de tecnologia (*Big Techs*), bem como as Confederações do setor produtivo (CNI, CNC, CNA) quer representam um grupo de atores com motricidade mediana. Sem sombra de dúvidas o setor produtivo tem um papel importante no desenvolvimento do país. Entretanto, há necessidade da existência de um ambiente favorável para que esses atores façam suas apostas e investimentos.

Governos Estaduais e Municipais

Tanto os governos estaduais quanto os municipais formam o terceiro bloco com maior capacidade de influenciar o comportamento dos eventos futuros. A força desses atores remete ao fato de que as políticas públicas ocorrem no território. É lá onde estão nossas riquezas e vive nosso povo. O desenvolvimento ocorre no território e está muito associado às escolhas, investimentos e atuação desses entes federados.

Desenvolvedores e Indutores de Tecnologias e Inovação

Este bloco é formado pelos seguintes atores, todos com grande motricidade: os centros de pesquisa, as universidades, os atores do ecossistema de inovação, como as incubadoras, aceleradoras e *startups*, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Sem sombra de dúvidas que não é possível atingir um patamar de país desenvolvido sem a promoção de avanços nos campos científico e tecnológico, em especial de alta e média complexidade, e inovação em todos os seus níveis e setores, garantindo assim, a esses atores grande motricidade no desenvolvimento do país.

Financiadores do desenvolvimento

Os atores mais motrizes desse bloco são o BNDES, os grandes fundos de investimento internacionais alocados no Brasil, os bancos públicos (BB, CEF, BNB) e os bancos multilaterais de desenvolvimento. Há necessidade de recursos financeiros para a promoção do desenvolvimento, em sua maioria de investimentos de longo prazo. Esses agentes econômicos possuem um grande desafio que é o de desenvolver mecanismos e produtos inovadores fruto de engenharia financeira disruptiva que possibilitem a disponibilização dos recursos para investimento no desenvolvimento do país. Sem sombra de dúvidas oferecem grande capacidade de moldar o comportamento dos eventos futuros em prol do desenvolvimento.

Legisladores

O Congresso Nacional aparece com grande motricidade, seguido pelos partidos políticos com motricidade mediana. A legislação também é um fator chave, pois ela pode tanto favorecer quanto dificultar o desenvolvimento do país. A busca por um Congresso que debate questões estratégicas ao desenvolvimento e com o olhar no longo prazo, como ocorre em vários países desenvolvidos, seria importante no processo de desenvolvimento do país.

Indutores do Desenvolvimento Econômico

Formado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio e os demais ministérios ligados à infraestrutura produtiva: Ministério das Comunicações; Ministério das Minas e Energia; Ministério de Portos e Aeroportos; e Ministério dos Transportes. Todos esses atores apresentaram alta motricidade. Destaca-se que esses ministérios são os responsáveis pela disponibilização de uma infraestrutura econômica que fornece suporte e induz o desenvolvimento do país.

Formuladores e reguladores das políticas econômicas e monetária

Tendo o como o ator mais motriz o Ministério da Fazenda e o Bacen, com destaque para o COPOM. Esses são os órgãos responsáveis pela manutenção de um ambiente macroeconômico estável e saudável que induza os investimentos produtivos e a formação de poupança interna.

Para reflexão, cabe aqui destacar a percepção de que os ***Agentes de Segurança Nacional*** como o Ministério da Defesa e o de Relações Exteriores possuem baixa capacidade de promoverem o desenvolvimento. Apesar de desempenharem um papel contundente no desenvolvimento do país, não são percebidos como motrizes.

Órgãos indutores do desenvolvimento social como o Ministério da Educação, do Trabalho, da Saúde e órgãos de segurança pública também não aparecem como motrizes. Entretanto, como avançar em produtividade e desenvolvimento tecnológico sem uma população com um alto nível educacional. Com peso semelhante aparece o Bloco dos ***Agentes do Poder Judiciário***, onde o Supremo Tribunal Federal aparece inclusive com uma influência mediana. A questão é que sem segurança jurídica e sem segurança pública e com país com várias áreas dominadas por facções criminosas, pergunta-se: como é possível se desenvolver?

Destaca-se a pouca importância dada ao bloco de ***Influenciadores internacionais*** e aos ***Indutores da resiliência e mitigação do clima***. Apesar de apresentarem pouca influência, entende-se que são atores relevantes quando se pensa em desenvolvimento sustentável para o Brasil.

Por fim, chama a atenção o último bloco formado pela ***Sociedade organizada***, que simplesmente não aparece exercendo nenhuma motricidade em prol do desenvolvimento do Brasil. Parecem atores que fazem "muito barulho", mas possuem baixa capacidade de implementação das transformações que desejam.

Capítulo 8

O MÉTODO E SEUS RESULTADOS PARCIAIS

8

Por Elaine C. Marcial[29]

Em todos os estudos que desenvolvemos sempre apresentamos o método utilizado. Nosso objetivo com essa abordagem é difundir o *foresight* no Brasil. Destaco que o envolvimento de diversos parceiros e *experts*, com formações e áreas de atuação bem diferentes, além de atender aos preceitos do *foresight* exerce o papel de *future literacy*. Também é com esse intuito que descrevemos com detalhes, neste capítulo, o método utilizado.

É importante destacar que o futuro não existe e sempre se apresenta a partir do presente como múltiplo e incerto. O objetivo da construção de cenários, um dos métodos do *foresight*, método utilizado para descrever possibilidades de futuro, é mostrar essas possibilidades, apresentando mundos diferentes de forma lúdica. Usa-se esse formato para que os leitores aceitem as possíveis e plausíveis histórias a respeito do futuro como possibilidades e não como uma previsão. Além disso, as histórias são capazes de mexer com nossas emoções e "tocar corações e mentes".

O futuro pode, inclusive, se configurar como uma trajetória irregular passando pelos vários cenários. O importante é que o processo e os cenários construídos possibilitem um "reperceber" do ambiente em que estamos inseridos, alterar modelos mentais e ver que é possível construir um futuro completamente diferente do que vivemos hoje, pois ele não existe, está por ser construído. Como Gaston Berger, o pai da prospectiva, nos lembra: "O objetivo de olhar para o futuro é perturbar o presente".

Complementando a visão de Berger, Shermon Cruz, da Unesco, afirma que: "Embora o futuro seja desconhecido e não possa ser previsto, não é uma força passiva que se desdobra. Cada escolha, ou conjunto de escolha que fazemos ou não fazemos, desencadeia uma série de eventos que influenciam as possibilidades e realidades que surgirão. Cada ato nosso constroi o futuro."

Como já falado, o processo deve ser participativo e abrangente, para que as pessoas possam "reperceber" o ambiente. Nesse contexto, durante o processo de construção dos cenários para o Brasil 2045 foram realizadas oito pesquisas, utilizando a plataforma SocialPort Enterprise, e 22 oficinas. Ao todo participaram 481 *experts* entre participantes das pesquisas e das oficinas que contribuíram com a construção dos cenários.

Tomou-se como base o modelo síntese, descrito por Marcial (2011), para o desenho do método utilizado, que conjugou "ferramentas" do *foresight*. O método foi constituído de cinco etapas (Questão orientadora e sistema de cenarização; Análise retrospectiva e levantamento das sementes de futuro; Identificação dos condicionantes de futuro; Construção dos cenários e teste de consistência; e avaliação estratégica dos cenários), garantindo todas as entregas descritas no modelo síntese, destacadas na Figura 1.

Apresenta-se, a seguir, cada uma das etapas do método utilizados e resultados sínteses de cada uma delas.

Figura 1 - Etapas do Modelo síntese

Etapas	Entregas
Definição do Plano de Trabalho *Questão Principal e do Sistema*	*Sistema de cenarização e plano de trabalho*
Análise Retrospectiva e da Situação Atual	*Documento de evolução histórica do tema e dos seus aspectos fundamentais*
Identificação das Sementes de Futuro	*Semente de futuro justificadas*
Definição das Condicionantes de Futuro	*Lista dos condicionantes de futuro*
Geração dos Cenários	*Cenários redigidos*
Testes de Consistência e Ajustes	*Cenários ajustados*
Análise dos Cenários Formulação da Estratégias	*Estratégia formulada e planos construídos*
Monitoramento Estratégico	*Desenho dos sistema de monitoramento e dos indicadores*

Fonte: Marcial (2011).

[29] Elaine C. Marcial é Sócia fundadora da SocialPort, doutora em Ciência da Informação pela UnB. Coordenadora da Linha de Pesquisa Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). É autora de livros e artigos na área de estudos de futuro. Atua na área de *foresight* desde 1996 e foi agraciada com as medalhas Honra ao Mérito de Defesa, Ordem do Mérito Militar no grau de Cavaleiro e Medalha Exército Brasileiro.

8.1. Primeira etapa – Questão orientadora de sistema de cenarização

O projeto Brasil 2045 teve início em 2022, fruto de uma parceria da Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento (ASSECOR), sob a gestão do Dr. Márcio Gimene, com o grupo de pesquisa do Laboratório de Simulação de Cenários da Escola de Guerra Naval (EGN), sob a gestão metodológica da Prof. Dra. Elaine C. Marcial. Naquele momento, foi definido o sistema de cenarização e sua questão orientadora. Partiu-se dos elementos que haviam sido definidos no âmbito do Brasil 2035 (Marcial *et al.*, 2017) e desenhou-se o seguinte sistema de cenarização:

Objeto: Desenvolvimento do Brasil.
Objetivo: Identificar elementos que subsidiem a formulação de estratégias de desenvolvimento para o Brasil.
Horizonte temporal: 2024-2045.
Destinatários: Dirigentes e empreendedores dos setores público e privado.
Finalidade: Produção de subsídios que contribuam para a tomada de decisão e a formulação de estratégias de longo prazo.

Quanto à questão orientadora, ela também sofreu poucos ajustes em relação ao Projeto Brasil 2035, somente tendo sido alterado os horizontes temporais, visto que ainda estamos longe de nos tornarmos um país desenvolvido com uma sociedade mais livre, justa e solidária.

Que caminho o Brasil poderá trilhar até 2045 para que tenhamos um país desenvolvido, com uma sociedade mais livre, justa e solidária em 2122?

Em seguida, foram também definidos os aspectos fundamentais relacionados à questão orientadora para que se pudesse desenvolver um olhar mais profundo para essa questão. Nesse caso, houve uma grande alteração do escopo em relação ao projeto Brasil 2035. No âmbito do Brasil 2045, os aspectos fundamentais definidos foram: (1) sociedade e demografia; (2) estado e planejamento; (3) desenvolvimento regional e sustentabilidade; (4) indústria e serviços; (5) Amazônia; (6) transportes e logística; (7) soberania monetária, sistema tributário e financiamento do desenvolvimento; (8) cidades inteligentes; (9) telecomunicações; (10) defesa e relações internacionais; (11) economia do mar; (12) educação e trabalho; (13) previdência; (14) energia; (15) bioeconomia e agricultura; (16) saúde; (17) recursos minerais; (18) justiça e segurança pública; (19) ciência, tecnologia e inovação; (20) nova corrida espacial; (21) comércio internacional.

8.2. Segunda etapa – Análise retrospectiva e levantamento de sementes de futuro

Esta etapa consolida duas etapas do modelo síntese, garantindo as mesmas entregas. Ela teve início em 2022, com a realização de um levantamento, à distância, durante o período de 20 de junho a 3 de julho, utilizando-se a plataforma SocialPort Enterprise, cujo objetivo foi coletar, junto a *experts*, as principais tendência, incertezas e possíveis rupturas relacionadas à questão orientadora e ao seu sistema de cenarização.

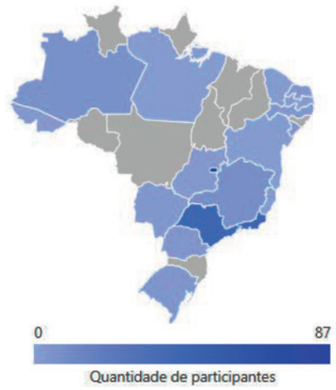
Entende-se por tendência aqueles eventos cuja perspectiva de direção e sentido é suficientemente consolidada e visível para se admitir sua permanência no período de cenarização considerado. Quanto às incertezas, essas representam eventos futuros cuja trajetória ainda é indefinida no período considerado de cenarização. Trata-se de uma pergunta sem resposta. Já as rupturas representam grandes mudanças causadas por um novo fenômeno que pressiona o equilíbrio existente e o quebra. Tal ruptura é possível de ocorrer no período considerado de cenarização.

Participaram dessa pesquisa 218 *experts*, sendo a sua maioria do sexo masculino (77,1%), todos com pós-graduação, sendo que a maioria com mestrado (34,29%) ou doutorado (26,29%), o que garante consistência e robustez nas respostas dadas. Destaca-se a grande participação de *experts* da administração pública (43,6%), seguido pelos pertencentes às instituições de ensino e pesquisa pública (20,6%), às empresas privadas (11,0%), e às instituições de ensino e pesquisa e às empresas públicas, as duas últimas com 7,8% de participação. As informações coletadas estão sintetizadas em um relatório emitido automaticamente pela SocialPort Enterprise, que também contém comentário[30] (Marcial, 2024a).

[30] Por meio do *link* a seguir, é possível ter acesso ao relatório gerado pela plataforma SocialPort Enterprise acrescido dos comentários que contemplam os resultados da pesquisa. Disponível em: https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial//. Acesso em: 03/02/2025.

A pesquisa também apresenta uma boa distribuição em todo o território nacional (Figura 2) – sendo que a maior participação foi de *experts* de Brasília (87), seguido por Rio de Janeiro (42) e São Paulo (42) (Marcial, 2024a).

Figura 2 - Distribuição dos *experts* no território nacional, por Unidade da Federação



Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa Sementes de futuro – projeto Brasil 2045, junho de 2022 (Marcial, 2024a).

Foram levantadas 821 tendências, 795 incertezas e 486 possíveis rupturas. Esse material foi tratado e separado pelos temas que compuseram os *aspectos fundamentais*. Essas sementes foram debatidas em oficinas que ocorreram em diversas localidades para debaterem com especialistas quais deveriam passar para a próxima etapa e se seria necessário incluir novas. Foram realizadas 15 oficinas temáticas com a participação de *experts* convidados. Dessas, uma ocorreu em Manaus, focando no tema Amazônia, outra no Rio de Janeiro, com foco em economia do mar, e outra em São Paulo, sobre o tema cidades inteligentes. A maioria das restantes ocorreu em Brasília nas dependências da Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) e algumas poucas oficinas ocorreram à distância.

Destaca-se que muitas das sementes de futuro foram agrupadas, tiveram suas redações ajustadas e algumas reclassificadas. Essa lista final foi encaminhada para um grupo de *experts* convidados para realização da análise retrospectiva e justificação das sementes. Esse processo ocorreu durante o primeiro semestre de 2024. Durante esse processo, novas sementes de futuro foram levantadas e esse material foi utilizado para a primeira oficina presencial da próxima etapa. Chegou-se ao final desta etapa com 872 sementes de futuro identificadas a justificadas, cujos resultados podem ser verificados nas partes II, III, IV e V deste livro.

Para que houvesse uma maior compreensão do ambiente em que o Brasil estava inserido, foi realizado, durante o ano de 2023, o projeto *Megatendências mundiais 2040* (Marcial e Pio, 2023), que serviu como insumo para os debates do projeto Brasil 2045.

8.3. Terceira etapa – Identificação dos condicionantes de futuro

Esta etapa teve como objetivo a identificação dos condicionantes de futuro. Há três condicionantes de futuro que são utilizados no processo de construção de cenários. São eles: as megatendências, as incertezas críticas e a estratégia dos atores.

As megatendências representam grandes movimentos que se tornam grandes forças globais que são transformadoras e que definem o presente, bem como têm o potencial de moldar o futuro. Já as incertezas críticas representam aquelas variáveis que são muito incertas e muito importantes para a questão orientadora e que sejam independentes entre si. A estratégia dos atores refere-se à identificação do que os atores estão investindo ou pretendem investir para atingir seus objetivos estratégicos e visão de futuro. Tais estratégias são levantadas apenas para os atores considerados muito motrizes frente às incertezas críticas.

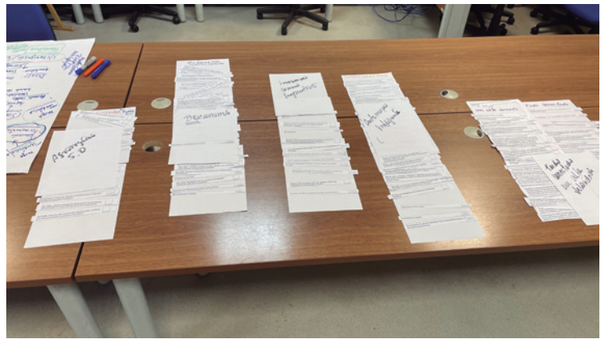
As oficinas retornaram em julho de 2024 para o levantamento dos condicionantes de futuro. Para tanto, baseou-se nas informações levantadas sobre as megatendências mundiais 2040 e a evolução das sementes de futuro brasileiras, justificadas pelos *experts* – informações essenciais para a realização dessa etapa.

A primeira oficina ocorreu no dia 31 de julho, nas dependências da Embrapa Sede, em Brasília, e seu objetivo foi a identificação das megatendências para o Brasil e das principais incertezas. Em primeiro lugar, os *experts*, que desenvolveram os estudos retrospectivos e de justificação das sementes de futuro previamente identificadas, justificaram 872 sementes de futuro, sendo 370 tendências, 76 surpresas inevitáveis, 365 incertezas e 61 possíveis rupturas.

Todas essas sementes de futuro foram dispostas em uma mesa (Figura 3) e os *experts* que aceitaram nosso convite receberam a primeira missão de agrupar essas sementes em grandes temas, colocando os temas que se conectam próximos (Figura 4).

Figura 3 – As sementes de futuro

Figura 4 – Os temas formando agrupamentos



Fonte: Imagens coletadas durante a oficina de identificação de megatendências – Projeto Brasil 2024 – agosto de 2024.

Ao todo, foram identificados 20 temas. De posse desses agrupamentos, os participantes foram organizados em grupos e cada grupo ficou responsável por avaliar alguns desses grupamentos de sementes que possuíam conexões. Os participantes foram estimulados a olhar fora da caixa e extrair desses agrupamentos quais as forças transformadoras por trás dessas sementes. Essas forças poderiam estar entre agrupamentos ou dentro dos agrupamentos. Após essa análise, cada grupo apresentou os resultados, esses resultados foram debatidos e, em seguida, fechada a redação das 13 megatendências brasileiras identificadas, que serão apresentadas no capítulo 7 deste livro.

A análise das megatendências brasileiras seguiu quatro passos. Primeiro, foram formados quatro grupos e as megatendências distribuídas entre eles, buscando agrupar megatendências conectadas. Os grupos, então, foram estimulados a pensar quais seriam as oportunidades e ameaças que cada uma das megatendências brasileiras oferecia para o desenvolvimento do Brasil. De posse desses elementos, os grupos foram orientados a identificar os principais desafios que essas oportunidades e ameaças apresentavam para o desenvolvimento do Brasil, sempre analisando uma megatendência de cada vez. A partir desses desafios listados, foram identificadas quais seriam as incertezas associadas a eles.

A lógica por trás desse método está associada ao fato de que toda megatendência traz em si oportunidades e ameaças para o atingimento de qualquer objetivo estratégico formulado por uma organização. Por outro lado, uma oportunidade pode implicar em um ou mais desafios a serem superados, visto que as organizações poderão não dispor dos pontos fortes para aproveitá-la. Por sua vez, toda ameaça impõe desafios a serem contrapostos, tanto para mitigar seu risco quanto para impedir que ocorra. Por fim, de posse de uma lista de desafios, há sempre incertezas associadas, pois muitas vezes não é possível saber antecipadamente se eles serão superados ou não. A Tabela 1 mostra a quantidade de desafios e incertezas por megatendência que foram identificados na oficina.

Tabela 1 – Megatendências e seus desafios e incertezas

MEGATENDÊNCIAS	QUANTIDADE	
	Desafios	Incertezas
Escalada das tensões geopolíticas	9	6
Disputas pelos usos e preservação dos recursos naturais	3	4
Alterações climáticas com intensificação de eventos extremos	8	7
Transição para economia de baixo carbono	8	10
Envelhecimento da população	2	5
Pressão social pela garantia de direitos	5	6
Aceleração das transformações tecnológicas	3	4
Transformação digital	7	10
Automação inteligente e hiperconectividade	11	17
Biorrevolução	8	15
Nova corrida espacial	2	3
Transformação nos conteúdos, formatos e relações de trabalho	2	3
Crime organizado em rede	3	3
TOTAL	71	93

Fonte: Elaboração da autora com base nos resultados consolidados da oficina de Megatendências do Projeto Brasil 2045 – agosto de 2024.

As 93 incertezas identificadas foram posteriormente integradas, visto que algumas eram semelhantes, e foram transformadas em 55 eventos futuros para que o segundo condicionante de futuro fosse identificado – as incertezas críticas.

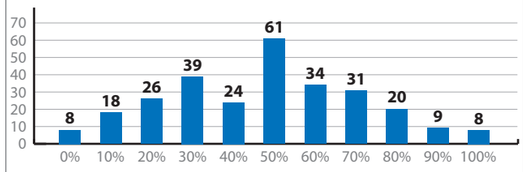
Durante o período de 4 a 12 de agosto foi realizado novo levantamento, à distância, utilizando a SocialPort Entreprise, com o objetivo de identificação do *ranking* das incertezas críticas. Participaram dessa pesquisa 278 *experts*, que avaliaram os 55 eventos quanto ao seu grau de importância frente a questão orientadora e a probabilidade de ocorrência do evento até 2045. Identifica-se a probabilidade de ocorrência do evento, pois verificou-se que é a forma mais fácil de avaliar se um evento é incerto ou não. Além disso, fornece outras informações quanto a expectativa de comportamento desses eventos de acordo com a percepção dos *experts* a respeito do futuro. Por exemplo, quando a distribuição das respostas se aproxima a uma curva de Gaus, ou se houver um uma grande concentração em torno de 50%, ou se metade dos experts acreditam que ocorre (abaixo de 40%) e a outra metade acredita que não ocorre (acima de 60%), esse evento possui as características de uma incerteza (como o exemplo, apresenta-se a Figura 5).

Outras análises podem ser realizadas ao observar os resultados desse levantamento. Por exemplo, caso a distribuição das respostas quanto a expectativa de probabilidade de ocorrência do evento, em um determinado horizonte temporal, esteja concentrada próxima dos 80 a 90%, isso sinaliza que o evento se refere a uma surpresa inevitável. Conforme mostrado na Figura 6, 67% dos respondentes acreditam que esse evento, inicialmente considerado incerto, ocorrerá no futuro, apesar de ainda não estar em operação hoje, ou somente apresentar fatos portadores de futuro.

Já a Figura 7 mostra outro tipo de análise. Essa nova análise ocorre quando a distribuição das respostas quanto à expectativa de probabilidade de ocorrência do evento, em um determinado horizonte temporal, estiver concentrada próxima dos 10 a 20%. Nesse caso, esse comportamento sinaliza que o evento não deverá ocorrer e somente uma ruptura no sistema de cenarização poderá levar a sua ocorrência. A Figura 7 mostra que 70% dos respondentes acreditam que esse evento, inicialmente considerado incerto, não ocorrerá.

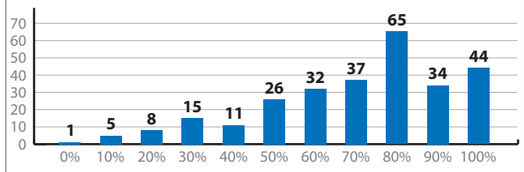
O perfil dos 278 *experts* que participaram do levantamento do *ranking* de incertezas críticas é, em sua maioria, do sexo masculino (83,1%), todos com pós-graduação, sendo que a maior parte com mestrado (39,9%) ou doutorado (32,0%), o que garante consistência e robustez nas respostas dadas. Destaca-se a grande participação de *experts* da administração pública (30,6%), seguido pelos pertencentes às empresas privadas (19,8%) e às instituições de ensino e pesquisa pública (16,5%) (Marcial, 2024b).

Figura 5 - Probabilidade de ocorrência do evento "O Brasil aproveita as oportunidades no comércio exterior provenientes das transformações nas cadeias produtivas globais" segundo a opinião de *experts* – Brasil 2045



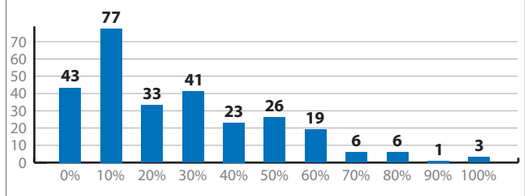
Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa Ranking de incertezas críticas – projeto Brasil 2045, agosto de 2024 (Marcial, 2024b).

Figura 6 - Distribuição da expectativa de probabilidade de ocorrência do evento "Acirramento de conflitos armados no mundo, modificando drasticamente o tabuleiro geopolítico" segundo a opinião de *experts* – Brasil 2045



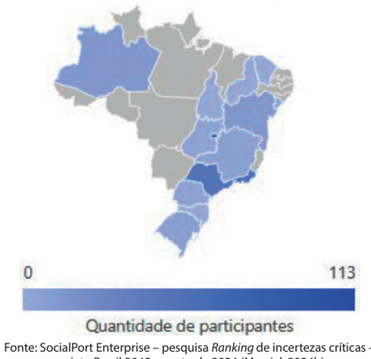
Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa Ranking de incertezas críticas – projeto Brasil 2045, agosto de 2024 (Marcial, 2024b).

Figura 7 - Distribuição da expectativa de probabilidade de ocorrência do evento "O Brasil se torna produtor de chip em larga escala" segundo a opinião de *experts* – Brasil 2045



Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa Ranking de incertezas críticas – projeto Brasil 2045, agosto de 2024 (Marcial, 2024b).

Figura 8 - Distribuição dos *experts* no território nacional, por Unidade da Federação



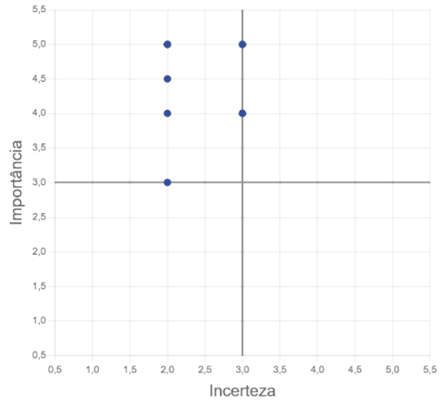
Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa *Ranking* de incertezas críticas – projeto Brasil 2045, agosto de 2024 (Marcial, 2024b).

A pesquisa também apresenta uma boa distribuição em todo o território nacional (Figura 8) – sendo que a maior participação foi de experts de Brasília (113), seguido por Rio de Janeiro (57) e São Paulo (51) (Marcial, 2024b).

Durante a oficina realizada nas dependências Embrapa Sede, em Brasília, no dia 14 de agosto de 2024, a Equipe de Controle do projeto analisou os resultados da pesquisa e selecionou 29 eventos candidatos a incertezas críticas.

O resultado da pesquisa mostra que todos os eventos foram considerados importantes frentes à questão orientadora, entretanto, quanto ao grau de incerteza, 46 ficaram classificados como eventos de pelotão[31], entre muito incertos e pouco incertos (Figura 9), o que demandou uma análise e debate aprofundado de cada um deles para uma classificação final. Para tanto, foi considerada a distribuição de probabilidade de ocorrência dos eventos, conforme a percepção dos *experts* (Marcial, 2024b)[32].

Figura 9 - *Ranking* de incertezas críticas



Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa *Ranking* de incertezas críticas – projeto Brasil 2045, agosto de 2024 (Marcial, 2024b).

Dos 55 eventos avaliados pela Equipe de Controle, cinco foram classificados como surpresas inevitáveis, ou seja, eles ainda não representam uma tendência consolidada, mas apresentam alta probabilidade de ocorrência até 2045, a saber: (1) Acirramento de conflitos armados no mundo, modificando drasticamente o tabuleiro geopolítico; (2) Recrudescimento do protecionismo internacional por meio de barreiras tarifárias e não tarifárias, modificando fortemente a estrutura atual do comércio internacional; (3) Universalização da internet de alta velocidade, inclusive nas áreas rurais; (4) Competências brasileiras no agronegócio impulsionam a produção de bens e serviços de maior valor agregado no país; (5) As milícias e outras formas de crime organizado ampliam os territórios sob o seu domínio no Brasil (Marcial, 2024b).

Por outro lado, 21 eventos foram classificados como de não ocorrência, dado a sua baixa probabilidade de ocorrência, e somente a ocorrência de uma ruptura no sistema de cenarização para que eles ocorressem. A avaliação desses eventos nos sugere um mundo sombrio para o desenvolvimento do Brasil, necessitando de grandes investimentos para que ocorram, a saber: (1) O Brasil dispõe de uma rede de satélites brasileiros consolidada; (2) O Brasil se consolida como referência mundial em lançamento de veículos espaciais; (3) Infraestrutura brasileira predominantemente resiliente às mudanças climáticas; (4) Infraestrutura de transportes recebe investimentos suficientes para apoiar o crescimento econômico brasileiro; (5) Aumento da participação do modal ferroviário na matriz de transportes brasileiro; (6) Aumento significativo da participação do modal hidroviário na matriz de transportes brasileiro; (7) Melhoria na qualidade do gasto público brasileiro; (8) O Brasil assegura o domínio de minerais e materiais estratégicos; (9) O Brasil se torna produtor de chip em larga escala; (10) O Brasil se consolida como um polo de atração e manutenção de profissionais com alta qualificação; (11) O Brasil se posiciona entre os vinte primeiros colocados no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA); (12) O Brasil consolida um planejamento para o desenvolvimento que integra curto, médio e longo prazos; (13) Implementação de políticas públicas para reversão no movimento de redução da taxa de fecundidade brasileira; (14) Redução significativa dos crimes cibernéticos; (15) Redução significativa dos crimes violentos no Brasil; (16) Brasil desenvolve autonomia tecnológica no âmbito da defesa; (17) Há universalização do letramento informacional no Brasil; (18) Oferta de serviços de saúde pelo Estado Brasileiro com qualidade e acessíveis para toda a população brasileira; (19) Ocorrência de melhoria da qualidade de vida nos grandes centros urbanos brasileiros (transporte, moradia, segurança, saneamento, com infraestrutura resiliente e sustentável etc.); (20) Existência de contribuições previdenciárias suficientes que permitam assegurar aposentadorias e pensões dignas para todos no Brasil; (21) Sociedade brasileira capacitada para lidar com a intensificação dos eventos climáticos extremos (Marcial, 2024b).

[31] Variáveis ou eventos de ***Pelotão***, são as que se encontram em ambiente limítrofe, ou seja, se posicionam próximos ou em cima das linhas de corte que separam os quadrantes de uma análise de duas variáveis, no caso incerteza (eixo dos x) e importância (eixo dos y). Sendo necessário uma análise do comportamento delas para possível reposicionamento.

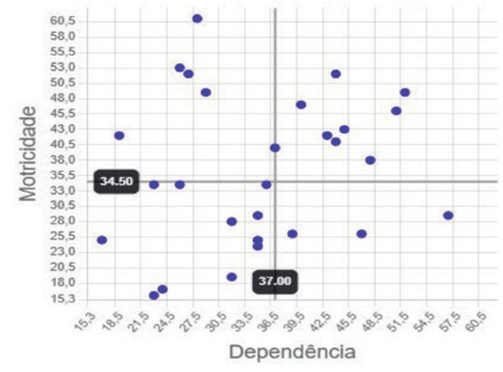
[32] Por meio do *link* a seguir, é possível ter acesso ao relatório gerado pela plataforma SocialPort Enterprise acrescido dos comentários que contemplam os resultados da pesquisa. Disponível em: https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

Das 55 incertezas inicialmente selecionadas, somente 29 foram classificadas como realmente eventos incertos que deveriam passar para a avaliação de motricidade e dependência, a saber: (1) O Brasil transforma a economia do mar em um eixo relevante do seu desenvolvimento sustentável; (2) O Brasil transforma a Amazônia em um eixo relevante do seu desenvolvimento sustentável; (3) Disponibilidade de água com qualidade suficiente para seus múltiplos usos no Brasil; (4) Regularização fundiária no Brasil suficiente para garantir segurança jurídica nas áreas rurais e urbanas; (5) O Brasil consegue replicar nos níveis subnacionais boas práticas de governo digital, transparência e participação social; (6) Fortalecimento do papel das instituições públicas na promoção desenvolvimento do Brasil; (7) Internet das coisas (IoT) difundida nas grades cidades brasileiras; (8) O Brasil contará com instituições sólidas e confiáveis para enfrentar grandes crises econômicas mundiais; (9) O Estado brasileiro reduz sua soberania sobre a Amazônia; (10) O Brasil aproveita as oportunidades no comércio exterior provenientes das transformações nas cadeias produtivas globais; (11) Aumento da participação de bens e serviços de média-alta e alta intensidade tecnológica na pauta exportadora brasileira; (12) Existência de estabilidade política para a implantação das reformas necessárias ao desenvolvimento do Brasil; (13) Taxas de juros brasileiras estabilizadas em patamares favoráveis aos investimentos produtivos; (14) Inflação brasileira mantida abaixo da média mundial; (15) Sistema tributário brasileiro com maior previsibilidade e segurança jurídica para o ambiente de negócios; (16) O Brasil dispõe de instrumentos adequados de financiamento de longo prazo para alavancar os investimentos em infraestrutura e o desenvolvimento produtivo; (17) O sistema de pesquisa e inovação brasileiro dispõe de fluxo de recursos adequado para impulsionar o desenvolvimento nacional; (18) O Brasil implementa regras de regulação das relações de trabalho adequadas aos novos padrões produtivos e as novas relações contratuais; (19) Sociedade brasileira adaptada à longevidade da população; (20) O sistema educacional brasileiro oferta educação adequada às demandas do setor produtivo; (21) O Brasil reduz o *gap* tecnológico em atividades de média-alta e alta complexidade tecnológica; (22) As tecnologias associadas à indústria 4.0 estão difundidas (aquisição e uso) nos setores econômicos brasileiros; (23) Empresas no Brasil com domínio tecnológico de partes relevantes na cadeia de suprimentos para a transição energética; (24) Há disseminação da automação inteligente na economia brasileira; (25) O Brasil se torna referência produtiva e comercial em biotecnologia; (26) O Brasil dispõe de energia abundante e barata para subsidiar o desenvolvimento; (27) Portos brasileiros em número adequado e dispondo de infraestrutura moderna para o atendimento da demanda; (28) O Brasil recebe fluxos migratórios repentinos e de grandes proporções; (29) O Brasil consolida uma rede policêntrica de cidades que fortalece o papel das cidades médias (Marcial, 2024b).

No mesmo dia, após a seleção dos 29 eventos candidatos a incertezas críticas, eles foram submetidos à análise de motricidade e dependência, para assim garantir a escolha daqueles que seriam motrizes e independentes entre si. Esse tipo de análise também auxilia na redação dos cenários, pois indica a trajetória que deve ser seguida para a redação dos cenários, partindo das variáveis explicativas, seguindo para as variáveis de ligação e finalizando nas de resultado.

Para a realização da análise de motricidade e dependência a Equipe de Controle do projeto utilizou-se da plataforma SocialPort Enterprise[33] para armazenamento das avaliações, que foram feitas em plenária, sobre a capacidade que cada um dos 29 eventos possui de influenciar na ocorrência dos 28 restantes. O resultado dessa análise gerou o gráfico de motricidade e dependências desses eventos (Figura 10).

Figura 10 - Motricidade e dependências dos eventos muito incertos e importantes



Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa Motricidade e dependência – projeto Brasil 2045, agosto de 2024 (Marcial, 2024c).

Dos 29 eventos submetidos à análise de motricidade e dependência, oito foram classificados como ***explicativos***, ou seja, que apresentam alta motricidade e baixa dependência do sistema de cenarização. Destaca-se que todo evento classificado como explicativo dentro desse processo, automaticamente é uma incerteza crítica – evento muito incerto, muito importante e independente entre si.

[33] Por meio do *link* a seguir, é possível ter acesso ao relatório gerado pela plataforma SocialPort Enterprise acrescido dos comentários que contemplam os resultados da pesquisa. Disponível em: https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

Dentre os oito eventos definidos como ***explicativos***, cinco foram automaticamente identificados como incertezas críticas pelo sistema da SocialPort Enterprise e confirmados após debate pela Equipe de Controle, são eles: Taxas de juros brasileiras estabilizadas em patamares favoráveis aos investimentos produtivos; Sistema tributário brasileiro com maior previsibilidade e segurança jurídica para o ambiente de negócios; O Brasil dispõe de instrumentos adequados de financiamento de longo prazo para alavancar os investimentos em infraestrutura e o desenvolvimento produtivo; O sistema educacional brasileiro oferta educação adequada às demandas do setor produtivo; Fortalecimento do papel das instituições públicas na promoção desenvolvimento do Brasil.

Também foram consideradas como variáveis explicativas: Existência de estabilidade política para a implantação das reformas necessárias ao desenvolvimento do Brasil; Inflação brasileira mantida abaixo da média mundial; Internet das coisas (IoT) difundida nas grandes cidades brasileiras. Esses eventos haviam sido classificados como de pelotão, ou seja, estavam posicionados muito próximos ao quadrante explicativo, e após um longo debate foram reclassificados, em função da sua capacidade de impactarem no desenvolvimento do Brasil (Marcial, 2024c).

Em seguida, foram debatidos e classificados 10 eventos como de ***ligação*** – aqueles que apresentam tanto alta motricidade quanto alta dependência do sistema de cenarização. Nove deles foram identificados automaticamente pelo sistema da SocialPort Enterprise e confirmados pela Equipe de Controle do projeto, apresentando-se de forma bem clara no gráfico: Aumento da participação de bens e serviços de média-alta e alta intensidade tecnológica na pauta exportadora brasileira; O sistema de pesquisa e inovação brasileiro dispõe de fluxo de recursos adequado para impulsionar o desenvolvimento nacional; Sociedade brasileira adaptada à longevidade da população; O Brasil reduz o *gap* tecnológico em atividades de média-alta e alta complexidade tecnológica; As tecnologias associadas à indústria 4.0 estão difundidas (aquisição e uso) nos setores econômicos brasileiros; Há disseminação da automação inteligente na economia brasileira; O Brasil se torna referência produtiva e comercial em biotecnologia; O Brasil transforma a economia do mar em um eixo relevante do seu desenvolvimento sustentável; O Brasil transforma a Amazônia em um eixo relevante do seu desenvolvimento sustentável.

Quanto ao evento "O Brasil dispõe de energia abundante e barata para subsidiar o desenvolvimento", este foi classificado inicialmente como de pelotão, após avaliação da Equipe de Controle do projeto foi reclassificado como evento de ligação (Marcial, 2024c).

O próximo foco de debate foram os eventos de ***resultado***, que representam aqueles cuja motricidade é baixa e apresentam alta dependência do sistema de cenarização. Ou seja, o comportamento deles dependerá muito do comportamento dos demais eventos incertos. Foram classificados seis eventos como de resultado, sendo que três desses eventos foram identificados automaticamente pelo sistema da SocialPort Enterprise e confirmados, a saber: O Brasil aproveita as oportunidades no comércio exterior provenientes das transformações nas cadeias produtivas globais; Portos brasileiros em número adequado e dispondo de infraestrutura moderna para o atendimento da demanda; O Brasil consolida uma rede policêntrica de cidades que fortalece o papel das cidades médias.

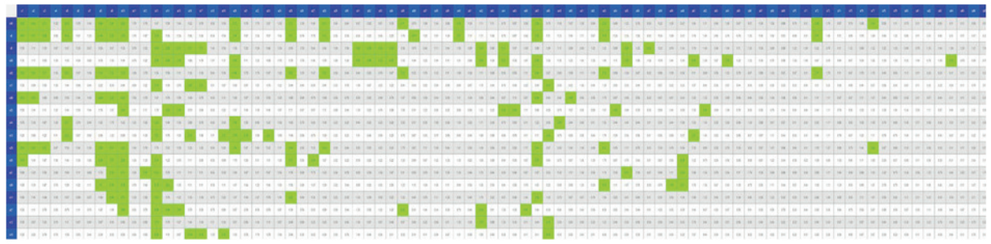
Os demais eventos reclassificados como de resultado emergiram após exame dos dados pela Equipe de Controle, por estarem muito próximos ao eixo – variável de pelotão. São eles: Disponibilidade de água com qualidade suficiente para seus múltiplos usos no Brasil; O Estado brasileiro reduz sua soberania sobre a Amazônia; Empresas no Brasil com domínio tecnológico de partes relevantes na cadeia de suprimentos para a transição energética (Marcial, 2024c).

Por fim, cinco eventos foram confirmados como ***autônomos***, ou seja, que apresentam baixa motricidade e baixa dependência do sistema de cenarização. Sendo assim, seu comportamento não interfere nem é interferido pelo sistema, e não passaram para a próxima etapa do processo de cenarização. Esses eventos também foram debatidos pela Equipe de Controle do projeto e se mantiveram como eventos autônomos, são eles: O Brasil contará com instituições sólidas e confiáveis para enfrentar grandes crises econômicas mundiais; O Brasil implementa regras de regulação das relações de trabalho adequadas aos novos padrões produtivos e as novas relações contratuais; O Brasil recebe fluxos migratórios repentinos e de grandes proporções; Regularização fundiária no Brasil suficiente para garantir segurança jurídica nas áreas rurais e urbanas; O Brasil consegue replicar nos níveis subnacionais boas práticas de governo digital, transparência e participação social (Marcial, 2024c).

Em seguida, ainda no dia 14 de agosto de 2024, foi realizado um *brainstorming* junto à Equipe de Controle para a identificação de uma lista de atores possivelmente motrizes. Foram listados 87 atores os quais foram submetidos a um novo levantamento, usando a plataforma SocialPort Enterprise, para a avaliação à distância da motricidade de cada um desses atores frente à capacidade de influenciarem a ocorrência dos oito eventos explicativos e dos 10 de ligação. Essa avaliação foi realizada apenas pela Equipe de Controle durante o período de 19 de agosto à 1º de setembro de 2024, à distância.

No dia 4 de setembro, em *workshop* presencial na Embrapa Sede, em Brasília, membros da Equipe de Controle avaliaram o resultado dessa pesquisa (Figura 11).

Figura 11 - Matriz de motricidade dos atores



Fonte: SocialPort Enterprise – pesquisa Motricidade e dependência – projeto Brasil 2045, agosto de 2024 (Marcial, 2024c).

Em função do volume de informações disponibilizadas na matriz que cruza os 18 eventos nas linhas e os 87 atores nas colunas, não é possível enxergar detalhes na Figura 11 apresentada, mas é possível verificar que muitos atores não possuem nenhuma capacidade de movimentar o sistema de cenarização (células em branco). Por outro lado, outros possuem grande capacidade, tendo a possibilidade de influenciar diversos eventos (células marcadas em verde).

Após uma avaliação desses resultados em uma oficina que ocorreu no dia 4 de setembro de 2024, nas dependências da Embrapa, os atores classificados com motrizes foram organizados em blocos os quais foram considerados para auxiliar na redação dos cenários. São eles: financiadores do desenvolvimento, formadores e reguladores de políticas econômica e monetárias, setor produtivo, indutores do desenvolvimento tecnológico e da inovação; presidência da república; indutores do desenvolvimento econômico, indutores do desenvolvimento social; governos estaduais e municipais, legisladores, indutores da resiliência e mitigação climática, influenciadores internacionais, agentes de segurança nacional e pública, sociedade organizada. Os detalhes desses agrupamentos podem ser encontrados no relatório gerado pela SocialPort Enterprise[34] em seus comentários (Marcial, 2024d).

De posse dos condicionantes de futuro, passou-se a construção dos cenários.

8.4. Quarta etapa – Construção dos cenários e teste de consistência

Todos os debates e geração de informação sobre o futuro realizado até esta etapa são chave para preparar a Equipe de Controle para a geração e redação dos cenários. No dia 5 de setembro de 2024, foi realizada oficina presencial na Embrapa Sede, em Brasília, momento em que participantes da Equipe de Controle, de posse das incertezas críticas foram levados a imaginar possibilidade de futuro para o desenvolvimento do Brasil. Para tanto, foram formados três grupos e cada grupo recebeu essa incumbência.

Ao total, foram geradas 13 possibilidades de mundos futuros, que após a apresentação dos grupos e debate dos resultados, foram definidos quatro possibilidade de futuro organizados em eixos ortogonais que cruzam "desenvolvimento inclusivo e sustentável" ou "ciclos de crescimento de curto prazo", com "protagonismo tecnológico" ou "refém da tecnologia", atribuídos nomes a eles, e definido como cada enredo seria contado, conforme descrito na Figura 12.

Figura 12 - Eixos ortogonais que formam a lógica dos cenários para o desenvolvimento do Brasil

Fonte: Elaboração da autora com base nos resultados da oficina realizada em 5 de setembro de 2024.

[34] Por meio do *link* a seguir, é possível ter acesso ao relatório gerado pela plataforma SocialPort Enterprise acrescido dos comentários que contemplam os resultados da pesquisa. Disponível em: https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

Definidos os eixos e nomes, os participantes foram levados a descrever a ideia força de cada cenário. Lembro que a ideia-força de um cenário deve ser capaz de auxiliar na construção da história a respeito do futuro (os cenários) a ser contada. Foram então definidas as seguintes ideias-forças para cada um dos cenários a serem redigidos.

Cenários *Protagonismo global*

O cenário hipotético *Protagonismo Global* é contado por uma reconhecida revista britânica de economia, em reportagem especial de dezembro de 2045. A publicação, aqui reproduzida na versão em português, evidencia como o desenvolvimento no Brasil nos últimos vinte anos, guiado pela bioeconomia e pela incorporação de tecnologias avançadas, beneficiou inclusive territórios que até então apresentavam baixos índices econômico-sociais. Repórter da revista britânica viajou até o Brasil e relatou os grandes avanços econômicos e sociais que observou em seu deslocamento pelo sertão nordestino e Amazônia Legal, onde colheu depoimentos de cidadãos que experienciaram o desenvolvimento inclusivo e tecnológico pelo qual passou o país no período. O cenário *Protagonismo Global* possui a seguinte ideia-força:

> Em um contexto de instabilidade internacional, o Brasil formula e implementa políticas públicas de longo prazo, que priorizam áreas estratégicas e promovem avanços tecnológicos em áreas de média complexidade, posicionando o país como um *player* global de inovação, reduzindo a dependência tecnológica. Os avanços tecnológicos ocorridos nessas áreas transbordam para outras áreas, que aproveitam a oportunidade de um ambiente favorável para negócios e os avanços tecnológicos disponíveis. Observou-se, então, o surgimento de investimentos a longo prazo no país, tanto público quanto privado, em diversas áreas. O Estado, em parceria com agentes econômicos privados, investe na melhoria da qualidade da educação com foco no desenvolvimento das competências necessárias ao desempenho das profissões do futuro. Por volta de 2045, o Brasil desponta como um novo protagonista global e investe para se manter nessa posição, tomando como bandeira o desenvolvimento inclusivo e sustentável e a bioeconomia.

Cenário *Inclusão sem ambição*

O cenário fictício *Inclusão sem ambição* é contado por meio de sínteses de *Capítulos do Livro História recente do Brasil*, lançado em janeiro de 2045. Possui como ideia-força:

> O país avança, por meio de políticas públicas de longo prazo voltadas para a inclusão produtiva e a sustentabilidade do meio ambiente, mas com grande dependência tecnológica do exterior. O Brasil se mantém como grande exportador de *commodities*, produtor e exportador de energia limpa, importando produtos manufaturados e de alta tecnologia. O país se beneficia das altas nos preços das *commodities* e do mercado de energia que cresce no mundo. Os recursos advindos da matriz exportadora e dos créditos de carbono recebidos do mundo para a gestão de seus ativos ambientais financiam o acesso à importação de alta tecnologia e promovem os investimentos voltados para a capacitação com foco na inclusão produtiva da população carente no mercado de trabalho. Esse movimento contribui com avanços lentos rumo ao desenvolvimento, apesar da manutenção do processo de desindustrialização no Brasil. Por volta de 2045, o conformismo, estabelecido pela balança comercial positiva pautada em *commodities*, passa a ser questionado com maior intensidade, levantando-se o debate quanto à necessidade de investimentos para a redução da dependência tecnológica e da reversão do envelhecimento populacional, visto que há uma tendência de redução dos ganhos obtidos, até então, com a balança comercial e os créditos de carbono.

Cenário *Sem rumo*

O cenário fictício *Sem rumo* é contado a partir da transcrição de uma troca de hologramas entre dois amigos em novembro de 2045. O diálogo se concentra nos motivos que levaram João e sua esposa a decidirem sair do Brasil. Na conversa o jovem se despede da amiga, pois está indo embora do Brasil, momento em que, o recém-formado, sem expectativa de progredir no emprego e de fornecer melhor qualidade de vida a sua família, explica o porquê da sua decisão. O cenário possui como ideia-força:

> O Brasil é um país marcado pela dependência tecnológica e a exclusão social. A instabilidade política levou ao cerceamento dos direitos da população e a uma alta dependência do Estado, com baixa capacidade de resposta. A retração econômica, com ciclos de crescimento cada vez mais curtos, o ambiente de negócio instável e inseguro, o ambiente internacional instável e a estagnação educacional levam à ampliação da pobreza e do desemprego. O país perde competitividade e não aproveita as oportunidades advindas dos avanços tecnológicos que ocorrem no mundo. O Brasil caminha sem rumo em 2045.

Cenário *Ilhas de Desenvolvimento*

O cenário fictício *Ilhas de desenvolvimento* é contado por meio de um discurso do líder da oposição no Congresso por ocasião de mais um aniversário da República, alertando que o Brasil não conseguiu encontrar o rumo do desenvolvimento inclusivo e sustentável. Tem como ideia-força:

> A instabilidade política e econômica vivida nas últimas décadas, leva a não adoção de uma política de longo prazo no País. O Brasil apresentou picos de crescimento seguidos de períodos de crise/estagnação, com a economia do país seguindo a reboque das agendas de outros países e corporações internacionais. Na busca por soluções que promovessem o desenvolvimento, há, nos períodos de prosperidade, investimentos públicos e privados em algumas áreas que o país possui vantagens comparativas e retorno nos curto e médio prazos. Os descontinuados investimentos em pesquisa e inovação, focados apenas em algumas áreas, impedem que a inovação gere *spin-off*. O acesso à educação de qualidade é restrito e não está disponível para a grande maioria da população, resultando em baixa produtividade e aumento da desigualdade social. Somente é possível observar ilhas de desenvolvimento nas quais o Brasil alcançou protagonismo internacional.

Durante o período de 6 a 15 de setembro, grupos formados por membros da equipe de controle redigiram os cenários à distância. De 16 a 23 de setembro os cenários redigidos foram submetidos ao teste de consistência utilizando-se a plataforma SocialPort Enterprise. Participaram dessa avaliação 66 *experts* convidados que leram e avaliaram os quatro cenários, sugerindo ajustes. Os resultados do teste de consistência e coerência dos cenários redigidos podem ser visualizados pelo relatório gerado automaticamente pela plataforma SocialPort Enterprise e os comentários que foram incluídos[35] (Marcial, 2024e).

Esses resultados foram debatidos em oficina presencial que ocorreu no dia 2 de outubro de 2024, nas dependências da Embrapa Sede, em Brasília. Os *feedbacks* recebidos dos *experts* foram debatidos e orientações de ajustes foram sugeridas. Os responsáveis pela redação dos cenários, então, ficaram de realizar os ajustes nas duas semanas subsequentes. Para a realização dos ajustes, entrevistas foram realizadas com *expert* em temas específicos bem como coleta de informações para que os cenários se tornassem consistentes e coerentes. Os documentos produzidos pela Equipe de Controle referentes à análise retrospectiva e justificação das sementes também foram úteis nesse processo para tornar os cenários histórias críveis.

De posse da redação final dos cenários, que se encontram descritos nos capítulos 2, 3, 4 e 5, partiu-se para a próxima etapa do método, a avaliação estratégica.

8.5. Quinta etapa – Avaliação estratégica dos cenários

Como o objetivo do projeto é compartilhar conhecimentos a respeito do futuro com a sociedade brasileira, tomadores de decisão e agentes econômicos públicos e privados para que possam iluminar o processo decisório deles, não foi formulada uma estratégia para o desenvolvimento do Brasil. Entretanto, os cenários foram submetidos a uma análise estratégica por parte dos *experts* que participaram do processo. Com esse procedimento, busca-se também mostrar uma forma de como os cenários redigidos podem ser úteis, visto que eles não são um fim em si mesmo, mas insumo para a formulação e a tomada de decisão estratégica.

Então, durante o período de 11 a 20 de novembro, foi realizado novo levantamento à distância, utilizando-se novamente a plataforma SocialPort Enterprise, junto a *experts* para que eles avaliassem os cenários, desta vez sob a ótica estratégica, identificando oportunidades, ameaças e desafios para o desenvolvimento do Brasil, a partir da análise de cada um dos cenários construídos. Nesta etapa, participaram 53 *experts*. Os resultados desse levantamento podem ser encontrados no relatório gerado automaticamente pela plataforma SocialPort Enterprise acrescido dos comentários (Marcial, 2024f). Os resultados desse processo, que vamos apresentar aqui como foi conduzido, encontram-se no capítulo 6 deste livro.

Ao todo, foram identificadas 575 oportunidades, 551 ameaças e 11 desafios a serem superados. Esse levantamento foi tratado em oficina realizada no dia 21 de novembro de 2024, nas dependências da Embrapa Sede, em Brasília. Foi orientado que o grupo integrasse as respostas obtidas para cada cenário, sintetizasse as redações e exercitasse a priorização, buscando destacar em torno de 10 indicações para cada um dos quesitos (oportunidades, ameaças e desafios).

[35] Por meio do *link* a seguir, é possível ter acesso ao relatório gerado pela plataforma SocialPort Enterprise acrescido dos comentários que contemplam os resultados da pesquisa. Disponível em: https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial//. Acesso em: 3/02/2025.

Primeiro, foram formados dois grupos, um tratou as oportunidades e o outro as ameaças. Os resultados foram apresentados em plenária, debatidos e as redações ajustadas. Com base nessa análise foram identificadas 12 oportunidades e 12 ameaças.

De posse dessa lista de oportunidades e ameaças, partiu-se para um debate, em plenária, que teve como objetivo extrair-se os desafios ao desenvolvimento do Brasil. Após os desafios listados, eles foram comparados com as respostas encaminhadas pelos *experts* (Marcial, 2024f). As redações foram então ajustadas e chegando-se ao final com 11 desafios a serem superados para o desenvolvimento do Brasil.

8.6. Considerações finais

Como o futuro é múltiplo e incerto e impossível de ser previsto, é importante a indicação de um sistema de monitoramento. Esse sistema não foi trabalhado pela Equipe de Controle. Entretanto, indica-se que as megatendências para o Brasil, as incertezas críticas, as decisões e ações dos principais atores, bem como os cenários construídos sejam permanentemente monitorados e ajustados, iluminando o processo decisório e possibilitando o ajuste da estratégia. Esse processo deve ser permanentemente exercido até o momento no qual as mudanças no ambiente forem tão grandes que as ideias-forças dos cenários já não façam mais sentido e é chegada a hora de se refazer o estudo. Também é importante acompanhar os desafios levantados, avaliando se o país conseguiu superá-los ou não.

Cabe aqui também lembrar que os cenários construídos, em função de sua amplitude focada no desenvolvimento do Brasil, apresentam informações que podem ser úteis às organizações públicas e privadas dos diversos setores da economia brasileira. A participação no processo também é importante, pois além de gerar memória sobre o futuro, também exerce a função de *future literacy*.

Como exemplo, apresenta-se, a seguir, o depoimento de um dos membros da Equipe de Controle do projeto que conduz o projeto Sergipe 2050, mostrando a importância da participação em processos de construção de cenários como esse.

"Tivemos a felicidade de poder participar do projeto Brasil 2045 e levar todo esse aprendizado sobre a metodologia e sobre a preparação e moderação das oficinas para a Iniciativa Sergipe 2050. Aqui, estamos construindo os cenários prospectivos a muitas mãos. São treze instituições diretamente envolvidas em todas as etapas: da indicação de especialistas à participação direta em todas as oficinas e na redação dos cenários. Essa proposta adiciona ainda mais complexidade ao processo, porém fizemos essa escolha porque acreditamos que aprender a pensar o futuro, como sociedade, de forma sistemática e contínua, é um fator primordial para o desenvolvimento de Sergipe. Estamos muito satisfeitos com os resultados alcançados."

Guilherme Rebouças
Coordenador Executivo da Iniciativa Sergipe 2050

Referências

MARCIAL, Elaine C. **Relatório Sementes de Futuro – Projeto Brasil 2045**. Brasília: SocialPort, 2024. Disponível em: https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

MARCIAL, Elaine C. **Relatório Ranking de Incertezas Críticas – Projeto Brasil 2045**. Brasília: SocialPort, 2024. Disponívelem:https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

MARCIAL, Elaine C. **Relatório Motricidade e Dependência – Projeto Brasil 2045**. Brasília: SocialPort, 2024. Disponível em:https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

MARCIAL, Elaine C. **Relatório Motricidade dos Atores – Projeto Brasil 2045**. Brasília: SocialPort, 2024. Disponível em:https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

MARCIAL, Elaine C. **Relatório Teste de consistência dos cenários – Projeto Brasil 2045**. Brasília: SocialPort, 2024. Disponível em: https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

MARCIAL, Elaine C. **Relatório Análise estratégica dos cenários – Projeto Brasil 204**5. Brasília: SocialPort, 2024. Disponívelem:https://socialport.com.br/os-relatorios-gerados-no-ambito-do-projeto-brasil-2045-gerados-automaticamente-pela-socialport-enterprise-e-comentados-pela-dra-elaine-c-marcial/. Acesso em: 3/02/2025.

MARCIAL, Elaine C. **Análise Estratégica**: Estudos de Futuro no Contexto da Inteligência Competitiva. V. 1. Brasília: Thesaurus Editora, 2011. (Coleção Inteligência Competitiva).

MARCIAL, Elaine C. *et al.* **Brasil 2035**: cenários para o desenvolvimento. Brasília: Ipea/Assecor, 2017. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7910 . Acesso em: 11 de dez. 2024.

MARCIAL, E. C.; PIO, M. J. **Megatendências mundiais 2040**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2023. Disponível em: https://socialport.com.br/megatendencias-mundiais-2040/. Acesso em: 28 de abr. 2025.

PARTE II

DIMENSÃO POPULAÇÃO E SOCIEDADE

Capítulo 9

POPULAÇÃO E SOCIEDADE[37]

9

Por Elaine C. Marcial[38]

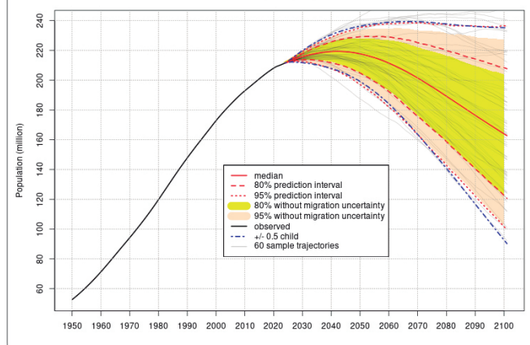
Este capítulo apresenta as justificativas das principais sementes de futuro levantadas na oficina referente à população e sociedade brasileira no âmbito do projeto Brasil 2045. Tem por destaque os assuntos relativos à dinâmica demográfica, a infraestrutura social (saneamento, habitação e mobilidade urbana) e a desigualdade social. Ele está estruturado em sete itens, cada um deles referente às grandes tendências identificadas nessa temática. Associadas a essas tendências são apresentadas outras sementes de futuro como surpresas inevitáveis, outras tendências e incertezas.

1. Manutenção do crescimento da população brasileira a taxas marginais decrescentes

Segundo os dados do Censo de 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira atingiu 203,1 milhões de pessoas em 2022, 12,4 milhões de pessoas a mais frente ao censo demográfico anterior, realizado em 2010, cujo tamanho da população brasileira era de 190,7 milhões de pessoas. No período de 2010-2022, a taxa anual de crescimento foi de 0,52% – a menor registrada desde 1872, quando foi realizado o primeiro censo no país e representa a metade do que era em 2010 (1,17%). Esses dados incorporam os efeitos da pandemia do COVID-19 na dinâmica populacional e são 4,7 milhões a menos do projetado pelo Instituto em 2021 (IBGE, 2023).

Nesse contexto, há uma expectativa de *manutenção do crescimento da população brasileira até a década de 2040 a taxas marginais decrescentes* quando ela começará a decrescer. Segundo as simulações publicadas na "World Population Prospective 2022" das Nações Unidas (UN, 2022), a redução da população Brasileira poderá ter início em 2025, apresentando em *2045 tamanho populacional menor do que em 2024* (Gráfico 1). Estudos realizados pelo IBGE em 2018 estimavam que a partir de 2047 a população brasileira começaria a encolher, entretanto, o evento da pandemia do COVID-19 poderá ter influenciado nessas projeções, reduzindo o tempo por volta de 2045.

Gráfico 1 – Brasil: Evolução da população total brasileira, 1950-2021 com projeção até 2100



Fonte: UN/Population Division: World Population Prospects 2022 (população em 1 de julho).

Quanto a sua distribuição pelo território Nacional, a população brasileira se mantém bem desigual, permanecendo uma alta concentração na Região Sudeste, sendo classificada como a mais populosa do país, atingindo, em 2022, 84,8 milhões de habitantes – o que representa 41,8% do total da população do Brasil (Figura 1). O Nordeste é o segundo colocado com uma população de 54,6 milhões de pessoas (26,9% dos habitantes do país). Entretanto,

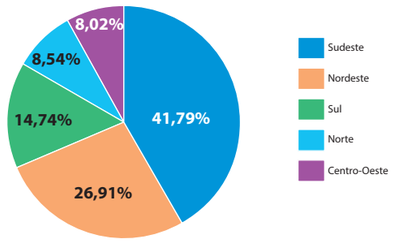
[37] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "População e sociedade" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 22 de junho de 2022, em Brasília, nas dependências da ENAP. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[38] Elaine C. Marcial é Sócia fundadora da SocialPort, doutora em Ciência da Informação pela UnB. Coordenadora da Linha de Pesquisa Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). É autora de livros e artigos na área de estudos de futuro. Atua na área de *foresight* desde 1996 e foi agraciada com as medalhas Honra ao Mérito de Defesa, Ordem do Mérito Militar no grau de Cavaleiro e Medalha Exército Brasileiro.

essas duas regiões foram as que apresentaram a menor taxa de crescimento anual desde o Censo 2010: enquanto a população do Nordeste registrou uma taxa de crescimento anual de 0,24%, a do Sudeste foi de 0,45%.

O Norte, segunda região menos populosa do país, apresentou um total de 17,3 milhões de habitantes (8,5% dos residentes do país). Apesar de essa participação da região vir crescendo sucessivamente nas últimas décadas. O ritmo de crescimento do número de habitantes foi menor em relação à década anterior. A taxa de crescimento anual foi de 0,75% (2010/2022), a segunda maior entre as regiões, mas inferior àquela apresentada no período intercensitário anterior (2000/2010), quando esse percentual era de 2,09%.

Figura 1 - População residente no Brasil por Regiões - 2022



Fonte: Elaboração da autora, com base no Censo demográfico 2022 (IBGE, 2022).

O Centro-Oeste foi a região que apresentou o menor crescimento entre os censos de 2010/2022 (1,23%). Em 2022, o número de habitantes dessa região chegou a 16,3 milhões, o menor contingente entre as regiões. Já o Sul, que concentrava 14,7% dos habitantes do país, aumentou seu contingente populacional em 9,3% no mesmo período, alcançando 29,9 milhões de pessoas.

São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro são os estados mais populosos do país. Juntos, concentravam 39,9% da população brasileira. São Paulo, o maior deles, concentra cerca de um quinto da população brasileira (21,8%), com 44,4 milhões de habitantes em 2022 (IBGE, 2022).

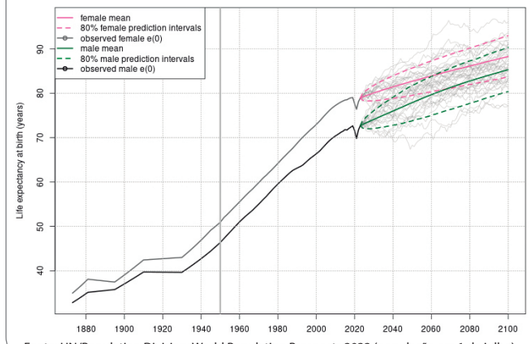
Roraima permanece como o Estado menos populoso, com 636,3 mil habitantes, mesmo tendo apresentado a maior taxa de crescimento anual no período 2010-2022 (2,92%). Na sequência, os estados com menor número de habitantes foram Amapá (733,5 mil) e Acre (830,0 mil) (IBGE, 2022).

Nesse contexto, é mantida a *tendência de concentração populacional em algumas regiões/estados do país e ressalta-se a incerteza se haverá uma redistribuição da população no território brasileiro até 2045*.

Independente do cenário, segundo as projeções populacionais da Organização das Nações Unidas (ONU), o século XXI apresentará um ritmo cada vez menor de crescimento demográfico. Esse fenômeno ocorrerá muito mais pela redução das taxas de fecundidade do que pelo aumento das taxas de mortalidade.

Segundo as projeções da ONU, espera-se que *a expectativa de vida ao nascer continue aumentando* até 2100, tanto no Brasil quanto no mundo. Em 1950, a expectativa de vida ao nascer era em torno de 50 anos, em 2022 de 75,5 anos e a estimativa é que *esteja em torno de 80 anos em 2045* (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Brasil: Evolução da expectativa de vida ao nascer em anos do Brasil e do mundo, 1950-2100



Fonte: UN/Population Division: World Population Prospects 2022 (população em 1 de julho).

2. Manutenção da transição demográfica para uma população cada vez mais envelhecida e menor no Brasil, impactando as políticas públicas

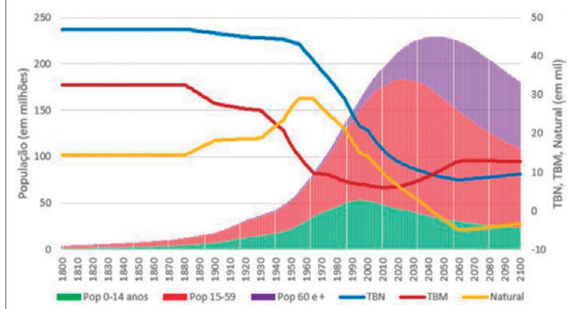
Esta tendência foi identificada no estudo do Brasil 2035 e se mantém para o horizonte de 2045. Dados recentes confirmam a *manutenção das mudanças demográficas para uma população cada vez mais envelhecida no Brasil, impactando as políticas públicas* como uma megatendência demográfica.

O envelhecimento da população brasileira é uma mescla das tendências de *queda da taxa de natalidade* (TBN) com o *aumento da expectativa de vida ao nascer – redução da taxa de mortalidade* (TBM). Desde os anos 1960 verifica-se uma queda acentuada da taxa bruta de natalidade (TBN) com manutenção desse comportamento até 2045. Quanto à taxa bruta de mortalidade (TBM), esta apresenta uma queda acentuada desde os anos 1930, se mantendo baixa e relativamente estável no período de 1960 a 2030, apresentando um pequeno aumento a partir de 2013, fruto do envelhecimento da população em função do fenômeno do envelhecimento populacional, devendo ficar em 6,5 por mil no ano de 2022 e acima de 10,0 por mil a partir de 2040 (Alves, 2023). Estes dados conjugados à baixa taxa de fecundidade ajudam a explicar a expectativa de queda do tamanho da população brasileira a partir de 2040.

Os avanços na medicina e a emancipação das mulheres justificam esses comportamentos. Isso se deve principalmente ao fato de que, à medida que a população envelhece, aumenta também sua taxa de mortalidade, embora sem impacto na expectativa de vida. O Gráfico 3 ilustra essa transição demográfica brasileira entre 1800 e 2100, que conta com dados atualizados em 2022.

Desde 2020, houve mais mortes no Brasil do que as previstas para o período, seja por conta da COVID-19 ou de outras epidemias (Fusco, 2023). O confinamento também resultou em descuidos com os cuidados com a saúde, em especial dos que já possuíam algum tipo de comorbidade, e impactaram os *check-ups* periódicos, o que pode também ter resultado em um aumento de óbitos.

Gráfico 3 – Brasil: População e Taxas Brutas de Mortalidade (TBM) e Natalidade (TBN), 1950-2100



Fonte: IBGE, Séries históricas, 2022; Projeções Populacionais 2018 e Nações Unidas, Perspectivas Mundiais de População 2022. Disponível em: https://www.comciencia.br/a-transicao-demografica-e-a-reducao-do-numero-de-criancas-adolescentes-e-jovens-no-brasil/
Nota: os valores dos intervalos foram interpolados.

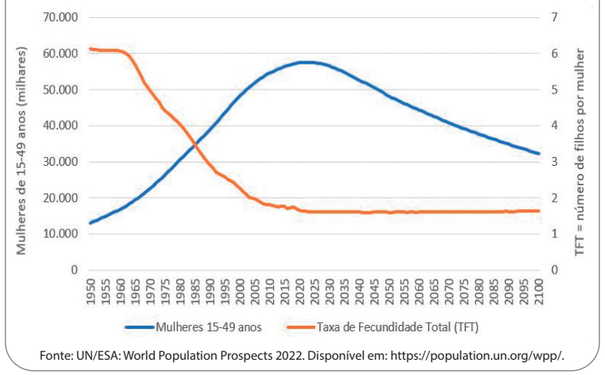
Wilson Fusco (2023), diretor de Pesquisas Sociais da Fundaj, salientou que em períodos de crise econômica, como os vivenciados no Brasil, também contribuem com uma menor taxa de fecundidade. Se a taxa de fecundidade não se estabilizar nos próximos anos, o país seguirá com a tendência de queda no ritmo de crescimento. "Estimativas mais conservadoras apontam que esse decréscimo pode ocorrer em 2040, mas é possível que ocorra já em 2035, se não houver nenhuma mudança neste panorama", afirmou.

A queda da taxa de fecundidade[39] da população explica o movimento de *redução do crescimento populacional no Brasil até 2045*. Entre 1970 e 2010, o Brasil sofreu uma queda da taxa de fecundidade de 64%. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a taxa de fecundidade era de 5,02 em 1970; 4,07, em 1980, 1,83, em 2010, e em 2022 a taxa de fecundidade no Brasil cai para 1,6 filhos, a menor já calculada (no mundo, em 2022, a média da taxa de fecundidade era de 2,31 filhos, contra os 2,45 de 2010).

Em 2022, foram registrados 2,54 milhões de nascimentos no Brasil. A queda foi de 3,5% em comparação com 2021 (2,63 milhões de nascimentos), representando o menor nível de recuo desde 1977. Segundo as estimativas da ONU (2022), *a taxa de fecundidade brasileira permanecerá abaixo de 2 filhos até 2045* (Gráfico 4).

Até a década de 1990, o Brasil possuía uma população essencialmente jovem, mas a redução da taxa de natalidade e o aumento da expectativa de vida da população, adquirido graças aos múltiplos avanços sociais, em especial na saúde, teve como consequência um progressivo envelhecimento da população brasileira, que tende a continuar nos próximos anos.

Gráfico 4 – Brasil: Mulheres em idade de reprodução e taxa de fecundidade total no Brasil: 1950-2100



Fonte: UN/ESA: World Population Prospects 2022. Disponível em: https://population.un.org/wpp/.

Para se ter uma ideia da velocidade desse envelhecimento em 1900, o Brasil possuía 741 mil pessoas idosas, passou para 2,2 milhões em 1950 e no ano 2000 chegou a 14,4 milhões de pessoas idosas (Alves, 2023b). Segundo dados do Censo de 2022, em 2022 a população de idosos no Brasil chegou a 23,1 milhões de pessoas (IBGE, 2022). Segundo Alves (2023b), a estimativa para 2050 é que essa população de idoso irá dobrar em relação aos dados do Censo de 2022, podendo chegar a 2045 com uma população de cerca de 60 mil idoso no Brasil conforme apresentado no Gráfico 5.

[39] Taxa de fecundidade: Número médio de filhos que teria uma mulher, de uma coorte hipotética, ao fim do período reprodutivo, estando sujeita a uma determinada lei de fecundidade, em ausência de mortalidade desde o nascimento até o final do período fértil (IBGE).

Segundo dados do IBGE (2023b), em 1980, o Brasil tinha 6,1% da população com 60 anos ou mais de idade. Esse número passou para 15,8% da população em 2022, representando um crescimento de 46,6% em relação ao Censo Demográfico 2010, quando representava 10,8% da população. No outro extremo da pirâmide etária, o percentual de crianças de até 14 anos de idade, que representava 38,2% da população em 1980, passou para 24,1% em 2010, chegando a 19,8% em 2022 (Tabela 1). Os dados mostram que há uma tendência de *redução da quantidade de crianças até 14 anos no Brasil*.

O percentual de idosos[41] na população total brasileira, que representava 7,4%, em 2013, chegou a 10,9% em 2022 e deverá ultrapassar 25,0% em 2045, segundo estimativas da ONU (2022). Na década de 2030, o Brasil deverá entrar na fase culminante do seu índice de envelhecimento, *quando a população de mais de 65 anos de idade deverá ser superior a população entre 0 e 14 anos* (Alves, 2023) jogando para baixo a estimativa do último censo que o evento somente ocorreria por volta de 2040 (Gráfico 6). Sendo assim, *espera-se o fim do bônus demográfico para 2030*.

Outra forma de se avaliar o fenômeno é por meio da análise do índice de envelhecimento[42]. Quanto maior for o valor do indicador, mais envelhecida é a população. No Brasil, segundo dados do IBGE (2023b), esse índice chegou a 80,0 em 2022, indicando que há 80 pessoas idosas para cada 100 crianças de 0 a 14 anos. Em 2010, o índice de envelhecimento era menor, correspondendo a 44,8. Avaliando esses resultados por região, as regiões Sudeste e Sul são as que apresentam os maiores índices de envelhecimento, 98,0% e 95,4% respectivamente (Gráfico 7).

Segundo o estudo realizado pelo IBGE (2023b), as Unidades da Federação que têm os maiores índices de envelhecimento são as mesmas com as maiores proporções de pessoas idosas, sendo elas: Rio Grande do Sul (na Região Sul), Rio de Janeiro e Minas Gerais (ambas na Região Sudeste). Ou seja, a população de pessoas idosas passou da metade da população de jovens nessas regiões, sendo que o Rio Grande do Sul já atingiu a marca de 115%. Já as Unidades da Federação que possuem os menores índices de envelhecimento e com as menores proporções de pessoas de 60 anos ou mais de idade são: Roraima, Amapá e Amazonas (todos na Região Norte), reforçando os dados apresentados no Gráfico 7.

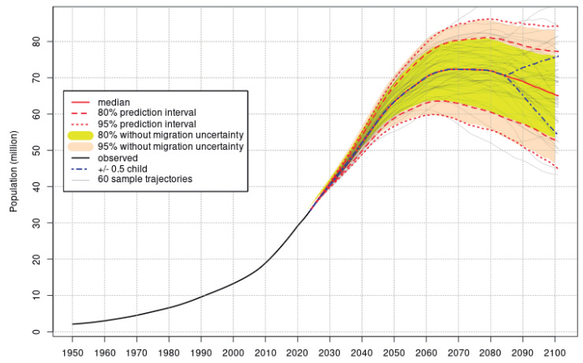
Se nada for feito, *o Brasil será durante o século XXI um dos quatro países com o envelhecimento populacional mais rápido do mundo*. O Gráfico 8 apresenta as curvas percentuais de envelhecimento de diversos países a partir da marca de 7% da população sendo classificada como idosa. O primeiro país a atingir essa marca foi a França, em 1870, seguida pela Suécia em 1890. Veja que o Brasil somente atingiu essa marca em 2010, entretanto, apresenta uma curva quase vertical, com expectativa de atingir a marca de 28% da população por volta dos anos de 2060, antes mesmo da França, cujas projeções são para as décadas 2070-2080.

Uma das consequências do envelhecimento da população é o *crescimento da demanda por cuidadores de idosos*, conforme já destacado no estudo de Brasil 2035 (Marcial *et al.*, 2017). Segundo o aplicativo para contratação de serviços no Brasil "GetNinjas", foi registrado um aumento de 7% nessa categoria, de maio a abril de 2022. Quanto ao comparativo entre o primeiro trimestre de 2023 e o quarto trimestre de 2022 (1T23 x 4T22) o aumento foi de 11,7%[44]. Ainda nas palavras de Lucas Arruda, CFO do GetNinjas, além do fato de a população estar envelhecendo outros fatores contribuem para esse aumento, como o *crescimento* da *busca por produtos e serviços especializados que forneçam melhor qualidade de vida ao idoso e a mudança dos padrões familiares*, com *menor disponibilidade dos familiares para cuidar dos idosos em tempo integral*.

Entretanto, conforme também destacado no Brasil 2035, *o envelhecimento da população deverá acarretar, em breve, grandes impactos no desenvolvimento socioeconômico do país e nos gastos nos gastos públicos, em especial, com saúde e previdência* se nada for feito para reverter esse fenômeno demográfico de difícil reversão. Um desses impactos seria a *redução da oferta de força de trabalho* caso persista a não reposição da população brasileira. Isso levará a desequilíbrios no mercado de trabalho brasileiro, frutos: (1) da *redução da força produtiva*; (2) da *dificuldade de financiamento da previdência social*; (3) do *aumento dos gastos da União para provisão de cuidados para a população idosa, em especial com a saúde*.

Tais impactos serão sentidos em breve, mesmo com o *aumento da idade da PEA verificado desde os anos 1990* e a *inclusão progressiva da população idosa nas atividades econômicas do país*, se *não houver políticas de incentivo a reprodução Brasil*, como já ocorre em diversos países a exemplo da Hungria, Rússia, Itália e França. São exemplo de incentivos para encorajar as famílias a ter filhos: oferta de serviços de creche, que auxilia as mulheres a permanecerem na força de trabalho; financiamento para compra de casa e para educação para as mulheres que tiverem dois filhos ou mais, além do recebimento de outros benefícios; aumento do prazo da licença maternidade, podendo ser estendida aos pais; redução da jornada de trabalho para cuidar dos filhos;

Gráfico 5 – Número de pessoas com 60 anos ou mais de idade no Brasil: 1900-2100



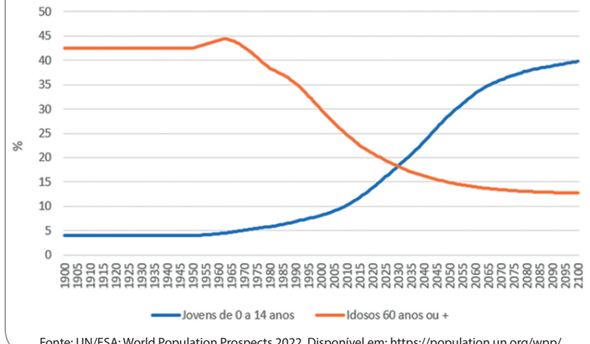
Fonte: UN/ESA: World Population Prospects 2022. Disponível em: https://population.un.org/wpp/.

Tabela 1 – Proporção da população residente por grupos etários específicos – Brasil: 1980/2022

ANO	POPULAÇÃO 0 A 14 ANOS (%)	POPULAÇÃO 15 A 59 ANOS (%)	POPULAÇÃO 60 ANOS OU MAIS (%)
1980	38,2	55,6	6,1
1991	34,7	58,0	7,3
2000	29,6	61,9	8,6
2010	24,1	65,1	10,8
2022	19,8	64,4	15,8

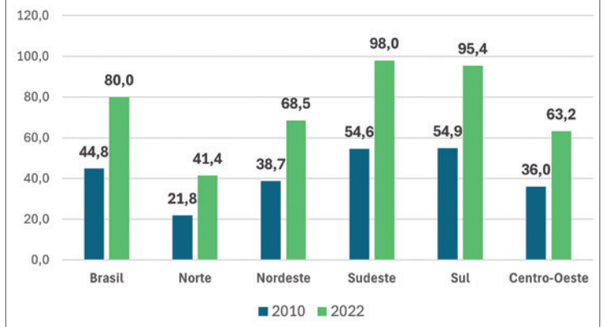
Fonte: : IBGE, Censo Demográfico 1980/2022[40]. Nota: As diferenças entre soma de parcelas e respectivos totais são provenientes do critério de arredondamento.

Gráfico 6 – Brasil: Proporção de jovens e idosos na população brasileira: 1900-2100



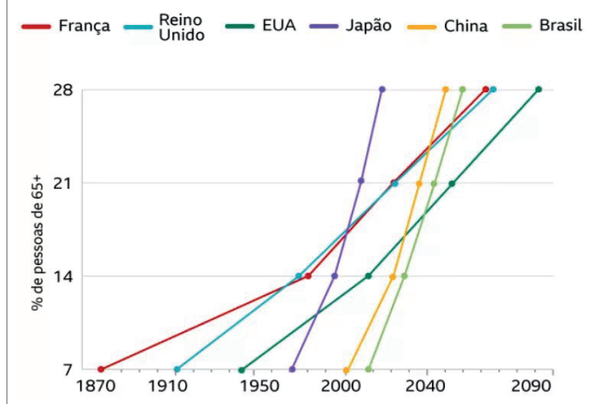
Fonte: UN/ESA: World Population Prospects 2022. Disponível em: https://population.un.org/wpp/.

Gráfico 7 – Índice de envelhecimento (parâmetro:60 anos ou mais de idade),segundo as Grandes Regiões: 2010/2022



Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010/2022[43].

Gráfico 8 – Velocidade do envelhecimento populacional em países selecionados: 1870-2090



Fonte: Disponível em: https://www.terra.com.br/noticias/brasil/como-a-populacao-do-brasil-cresceu-45-vezes-em-200-anos-e-agora-envelhece-em-ritmo-asiatico,e4311439b01b890f5e4ea479a47cc7adixh4x0ru.html.

[40] IBGE. Censo demográfico 2022. População por idade e sexo, pessoas de 60 anos ou mais de idade. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102038.pdf. Acesso em 13/06/2024

[41] Idosos, pessoas com 65 anos ou mais no país.

[42] Índice de envelhecimento representa razão entre o grupo de pessoas de 60 anos ou mais de idade em relação à população de 0 a 14 anos (IBGE, 2022).

[43] IBGE. Censo demográfico 2022. População por idade e sexo, pessoas de 60 anos ou mais de idade. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102038.pdf. Acesso em 13/06/2024.

[44] Envelhecimento da população impulsiona demanda por cuidadores. Medicina S/A, junho de 2023. Disponível em: https://medicinasa.com.br/envelhecimento-cuidadores/. Acesso em: 13/06/2024.

aumento da isenção de pagamento de impostos a partir do segundo filho; oferta de seguro maternidade para as grávidas; oferta de bônus por nascimento[45]. Entretanto, apesar de todos os esforços, os resultados dessas políticas públicas, que têm gerado aumento da taxa de natalidade, ainda não garantem a reposição da população nesses países, visto que a ruptura de um movimento demográfico dessa natureza é sempre lento. Sendo assim, levanta-se os seguintes questionamentos: *Haverá políticas públicas voltadas para a reversão do movimento de redução da taxa de fecundidade brasileira até 2045, a exemplo do que ocorre em outros países? O Brasil conseguirá reverter o processo de redução da taxa de fecundidade? Haverá adaptação da sociedade à longevidade da população em prol do seu bem-estar?*

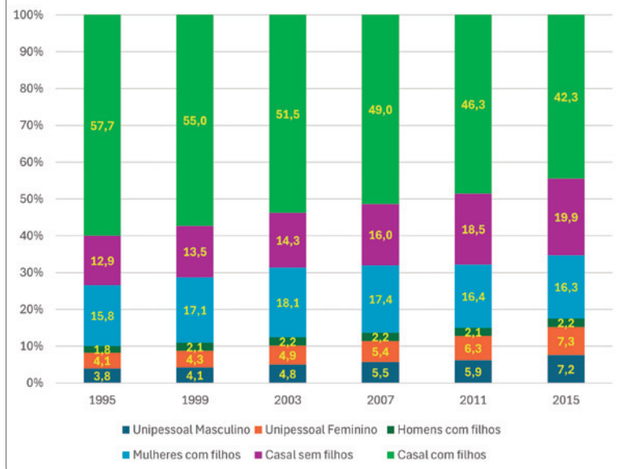
Em 2022, segundo resultados da PNAD, 22,6% dos idosos trabalhavam, contra 24% em 2002 dos idosos[46] (IBGE, 2022; Marcial *et al*., 2017). Sendo assim, destaca-se a manutenção da tendência de *envelhecimento da população, impactando as políticas públicas, em especial o sistema de seguridade social até 2045*.

3. Redução do tamanho das famílias e o surgimento de novos arranjos familiares, com impacto na demanda por habitação até 2045

Outra mudança demográfica apresentada no Estudo Brasil 2035 e que deve persistir até 2045 refere-se à *redução do tamanho das famílias e aos novos arranjos familiares* que resulta na *diminuição no número de pessoas por domicílio*, ao tempo em que há *aumento da demanda por esses domicílios menores*.

O estudo publicado pelo Observatório Nacional da Família[47] (ONF, 2022) mostra a distribuição percentual dos tipos de composição familiares existentes no Brasil entre os anos de 1995 e 2015 (Gráfico 9). Embora os casais com filhos permaneçam como a forma predominante dentre os tipos de composição familiar, sua participação caiu de 57,7% para 42,3% de 1995 a 2015 (ONF, 2022).

Gráfico 9 – Média de moradores por domicílio no Brasil: 1980-2022



Fonte: Observatório Nacional da Família (2022a).

Conforme também é mostrado no Gráfico 9 (ONF, 2022a), não somente a quantidade de filhos sofreu redução, mas também a verificação do aumento do número de casais sem filhos cresceu entre 1995 e 2022, que passou de 12,9% para 19,9% do total de famílias, respectivamente. Esses dados são ainda mais preocupantes, quando associado ao levantamento realizado pelo IBGE (2023), de que o percentual de casais brasileiros que não querem ter filhos é de quase 20%.

O Censo demográfico de 2022 também mostra que dos 74,1 milhões de domicílios do país, em 15,9% (ou 11,8 milhões) viviam apenas um morador, formando o que chamamos de famílias unipessoais IBGE (2023).

São diversas as justificativas para esses números como: a inserção das mulheres nas atividades econômicas do país nos últimos anos, resultando na redução das taxas de fecundidade, e o envelhecimento da população. A expectativa é que esses movimentos persistam até 2045.

Quanto a inserção da mulher no mercado de trabalho, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra por Domicílio (Pnad), o ano de 2023 apresentou um recorde histórico de ocupação feminina como trabalhadora ativa, totalizando 43.380.636 mulheres, frente aos dados de 2022, que obteve como resultado 42.675.531 de mulheres (Brasil, 2024a).

[45] Europa oferece incentivos para aumentar taxa de natalidade: veja o que cada país oferece. Eurodicas, mar. 2023. Disponível em: https://www.eurodicas.com.br/europa-oferece-incentivos-aumentar-taxa-de-natalidade/. Acesso em 13/06/2024. HUNGRIA: CONHEÇA VIKTOR ORBÁN, O POLÊMICO PRIMEIRO-MINISTRO. Insight BP, jun. 2023. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=xTWtoOPJqn4. Acesso em 13/06/2024. Acesso em: 13/06/2024.

[46] População com mais de 60 anos. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Trimestral/Fasciculos_Indicadores_IBGE/2022/pnadc_202203_trimestre_caderno.pdf. Acesso em: 13/06/2024.

[47] O Observatório Nacional da Família pertence à Secretaria Nacional da Família do Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos.

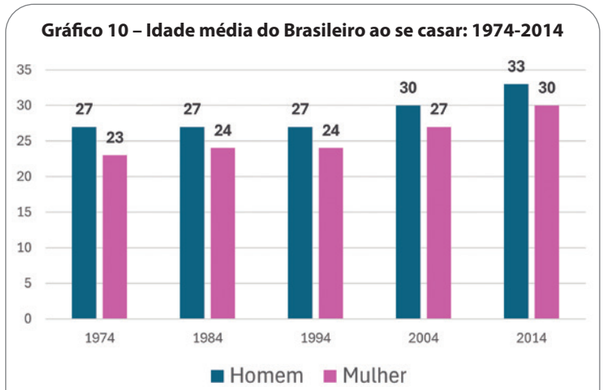
Os fatores descritos no estudo do Brasil 2035, que justificam o aumento da participação da mulher na PEA, permanecem, a saber (Barbosa, 2014; Tafner; Botelho e Erbisti, 2014 e Guedes, 2008): (1) desdobramento da queda da fecundidade, ou seja, as mulheres passam menos tempo de vida envolvidas com a maternidade; (2) mudanças sociais que permitiram às mulheres melhor inserção no mercado de trabalho; (3) redução da participação masculina pela diminuição da oferta de trabalho no setor agrícola; além de (4) o aumento da parcela de participação feminina nos cursos de nível superior, possibilitando seu melhor posicionamento em um mercado de trabalho cada vez mais dinâmico e exigente.

Outro fator que justifica o crescimento da inserção da mulher no mercado de trabalho é o aumento do índice de escolaridade, ultrapassando o do homem. Resultados do Ministério da Educação, com base no censo escolar 2023, mostram que há uma predominância feminina na educação profissional e tecnológica (EPT), com 57,9% (1,3 milhões) das matrículas, bem como na educação de jovens e adultos (EJA), elas também apresentam um percentual maior, correspondendo a 51,9% (1,3 milhões) do total (Brasil, 2024b).

Outro dado interessante apresentado pelo Observatório Nacional da Família (ONF, 2022b), votado para casamentos e uniões estáveis, ajuda também a explicar esses movimentos demográficos. Tal estudo aponta que vem ocorrendo um acréscimo na idade média do brasileiro ao se casar, seja tanto para os homens quanto para as mulheres (Gráfico 9). Apesar de os dados serem de 2014, o movimento apresentado no Gráfico 10 mostra uma curva em crescimento, levanto a tendências de *aumento da idade mínima média ao se casar dos brasileiros*. Esse movimento também justifica o crescimento das famílias unipessoais.

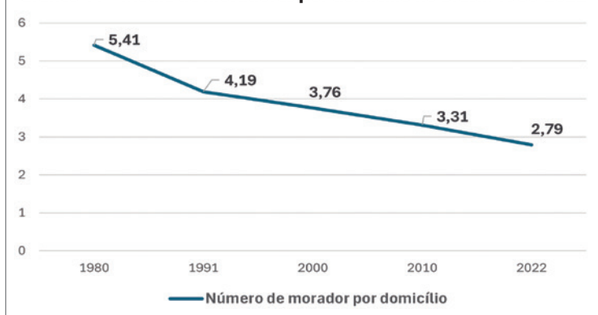
Segundo dados do Censo 2022, o País tem 90 milhões de domicílios, 34% a mais que em 2010. A média de *moradores por domicílio é de 2,79, o que representa uma queda em relação a 2010*. O processo de redução do número de habitantes por domicílio, apontado por Camarano, Kanso, Mello e Pasinato, (2014) permanece. Esse decréscimo vem sendo verificado há décadas, já que, em 1980, era de 4,51 moradores por domicílio, em 1991, esse valor caiu para 4,19. O censo de 2000 apontou para 3,76 e, em 2010, o valor médio caiu para 3,31 moradores por domicílio (Gráfico 11). Segundo o IBGE, a queda na densidade domiciliar nos últimos dez anos foi mais acentuada do que os 9,6% observados entre os Censos de 1991 e 2000. Esses dados salientam o quanto, na média, o tamanho das famílias brasileiras está menor.

Gráfico 10 – Idade média do Brasileiro ao se casar: 1974-2014



Fonte: Observatório Nacional da Família (2022b).

Gráfico 11 – Média de moradores por domicílio no Brasil: 1980-2022



Fonte: IBGE: Censo Demográfico. Dado do BME (Banco Multidimensional de Estatística).

Todas essas mudanças demográficas também afetam o setor imobiliário, famílias menores demandam imóveis de metragens menores.

Segundo os resultados do IBGE (2023)[48], a maior parte da população brasileira (64,6%) *vive em domicílios próprios* e já pagos, embora essa proporção venha *diminuindo* desde 2016 (que era de 67,8%). Entre a população mais pobre[49], 65,4% vivem nessa condição. Sendo que, em 2022, 13,6% das pessoas que viviam em domicílios próprios não dispunham de documentação, o que representa uma redução de 2,0 pontos percentuais em relação a 2019 (11,6%). Entre a população mais pobre, 18,5% vivem em domicílios próprios sem documentação.

Entre os 20% com maiores rendimentos, esse percentual é menor: 64,2%. Já a proporção de domicílios alugados subiu de 17,3% em 2016 para 20,2% em 2022. Entre a população mais pobre, o percentual de domicílios alu-

[48] Resultados apresentados referentes a publicação da Síntese de Indicadores Sociais (SIS).

[49] Refere-se à classe dos 20% com menores rendimentos.

gados foi de 18,3%, 4,0 p.p.[50] acima de 2016. Entre os mais ricos, foi de 21,0% em 2022, 3,2 p.p. acima de 2016. A proporção de domicílios "próprios-pagando" era menor entre a população com os menores rendimentos (2,9%), e mais comum entre aqueles com maiores rendimentos (10,2%). Já a proporção dos "cedidos" era maior entre os mais pobres (13,4%) e menor para os mais ricos (4,4%). Vale ressaltar que o rendimento domiciliar *per capita* médio da população dos 20% mais pobres era de R$ 271,00 em 2022, e o dos 20% mais ricos, era de R$ 4.484,00.

Segundo estudo da Fundação João Pinheiro (FJP, 2024), o déficit habitacional no Brasil em 2022 foi de 6,2 milhões de moradias, o que representa 8,3% do total de habitações ocupadas no país. Em números absolutos, o indicador cresceu 4,2%, em comparação com 2019. Em 2021, a FJP (2021) já havia divulgado que o déficit habitacional brasileiro apresentava tendências de aumento, movimento este que se manteve entre 2016 e 2019. Permanece a incerteza se até 2045, *haverá a redução do déficit habitacional no Brasil.*

Nesse contexto, o déficit habitacional tende a se agravar no país. Sendo assim, permanece a tendência a *redução do tamanho das famílias e o surgimento de novos arranjos familiares, com impacto na demanda por habitação até 2045.*

4. Crescimento da imigração e da emigração no Brasil

A migração no Brasil sofreu grande impacto na última década em função do aumento da chegada de refugiados ao país, segundo avaliação de Cavalcanti, Oliveira e Silva (2023). Se na avaliação realizada no âmbito do Brasil 2035, esperava-se um aumento do fluxo migratório, mesmo o Brasil não sendo considerado um destino visado por migrantes internacionais, essa realidade se alterou em função dos grandes fluxos migratórios observados vindos da Venezuela e do Haiti, em função da crise humanitária, e da Bolívia (Gráfico 12).

Entre 2013 e 2022 foram 1,6 milhão de registros de solicitações de residência e reconhecimento da condição de refugiado, quase o triplo do número de imigrantes residentes no Brasil, quando comparado ao Censo Demográfico de 2010. No ano de 2021, foi contabilizado, um total de 151.155 imigrantes, sendo 67.772 registros de mulheres, ou seja, quase a metade dos imigrantes registrados no país (Cavalcanti; Oliveira; Silva, 2023).

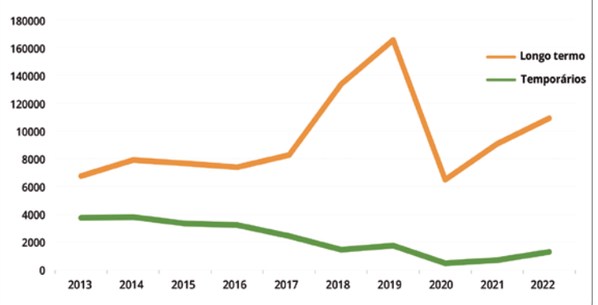
Esse movimento foi detectado no estudo do Brasil 2035 (Marcial *et al.* 2017) que destacou o aumento do número de imigrantes para o Brasil, uma vez que entre 2010 e 2014 haviam dobrado os pedidos de entrada de imigrantes no Brasil, segundo dados do Ministério da Justiça.

A migração haitiana se iniciou em 2010, representando a principal nacionalidade a solicitar residências de longo prazo. No mesmo período, em função da crise humanitária na Venezuela, no início dos anos 2010, o Brasil passou a fazer parte da rota de imigrantes venezuelanos.

Para Cavalcanti, Oliveira e Silva (2023), como muitas mulheres vieram acompanhadas de seus filhos, a participação relativa de crianças e adolescentes também aumentou no Brasil no período de 2013 a 2022, o que produziu um ligeiro rejuvenescimento na população Brasileira.

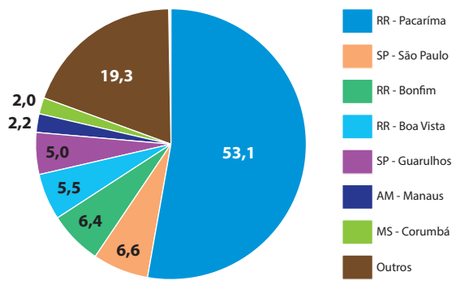
O Gráfico 13 aponta que a cidade brasileira que mais recebeu refugiados foi Pacaraima, em Roraima, em função de sua proximidade à Venezuela. A Venezuela lidera o número de refugiados no Brasil, chegando a cerca de 50,0 mil refugiados venezuelanos, no período de 2013 a 2022.

Gráfico 12 – Número de solicitações de residência, longo termo e temporário, por ano – Brasil 2023-2022



Fonte: Elaborado pelo OBMigra, a partir dos dados da Polícia Federal – SisMigra, 2022.

Gráfico 13 – Número relativo de solicitação da condição de refugiado segundo as principais cidades – Brasil 2023-2022



Fonte: Elaborado pelo OBMigra, a partir dos dados da Política Federal – STI-MAR e CG CONARE, SISCONARE, 2022.

[50] p.p. – pessoas por domicílio.

Conforme observado no estudo do Brasil 2035 (Marcial *et al.*, 2017), o Brasil permanece atrasado no contexto mundial no que diz respeito à criação de leis de "atração" de imigrantes, o que se revela paradoxal uma vez que, em breve, o país necessitará desse fluxo de população em direção ao país, além de já precisarmos de mão de obra qualificada, viabilizando o intercâmbio de conhecimento. Enquanto o trabalhador estrangeiro qualificado tem um alto valor para a economia global, ele é subvalorizado no Brasil, uma vez que não há uma política voltada para a atração e a manutenção de mão-de-obra qualificada no país. O grau de escolaridade e o tipo de inserção que esses imigrantes terão no país são incertezas que determinarão os efeitos futuros desses fluxos migratórios. Segue então como uma incerteza *se, até 2045, haverá uma intensificação de imigrações internacionais para o Brasil; se o Brasil possuirá uma política de atração de imigrantes com alto nível de escolaridade; e se o País conseguirá absorver esse recente fluxo migratório.*

Observando o outro lado da moeda, verifica-se um crescimento da migração de brasileiros para o exterior segundo dados da ONU (2021), conforme mostra a Tabela 2. O país que mais recebe brasileiros é o Estados Unidos, mais de 6 vezes que o segundo colocado que é Portugal (Tabela 3).

Apesar de não haver estatísticas que mostram que, dentre esses migrantes brasileiros, há uma grande "fuga de cérebros". Foram encontradas algumas reportagens que abordam o tema, como por exemplo a da BBC, de 2020, que afirma que doutores brasileiros preferiam deixar o Brasil para continuar pesquisas em outros países[51].

Em outra reportagem publicada pelo Correio Braziliense, na coluna "Eu Estudante", em 2022, afirma que a "fuga de cérebros" do Brasil para o exterior bateu recorde[52]. Segundo a reportagem, o número de brasileiros que decidiram trocar o Brasil para viver e trabalhar no exterior supera a média dos últimos anos. Para Portugal, as requisições aumentaram 200% em 2022, frente ao mesmo período em 2021. Para os Estados Unidos, o crescimento foi de 114% e chegou a 544% para a Austrália e a Nova Zelândia.

Já em 2023, a BBC[53] alerta para a fuga de cérebros no campo da Inteligência Artificial[54]. O Correio Brasiliense também retoma o tema em 2023 e argumenta que tanto a procura dos brasileiros por experiências internacionais quanto a flexibilização das regras de migração dos países desenvolvidos voltados para esse público estão contribuídos com a fuga de cérebros do Brasil[55]. Reportagem veiculada no Jornal da USP (Universidade de São Paulo), também 2023, alerta sobre a necessidade de o Brasil atrair profissionais qualificados e manter os que são formados aqui[56].

Nesse contexto de crescimento da migração de brasileiro para o exterior, e da fuga de cérebros do Brasil para o exterior, emergem as seguintes incertezas: *Até 2045, serão desenvolvidas políticas públicas para a redução da fuga de cérebros brasileiros e retorno dos que foram? Será contida a fuga de cérebros por migração de brasileiros para o exterior até 2045? Haverá retorno de cérebros para o Brasil até 2045?*

Tabela 2 – Evolução do número de brasileiros no exterior: 2009-2020

ANO	NÚMERO (estimado)
2009	3.180.074
2010	3.122.813
2012	1.898.762
2013	2.801.249
2014	3.105.922
2015	2.722.316
2016	3.083.255
2018	3.590.022
2020	4.215.800

Fonte: MRE (2021c, p. 4), Disponível em: https://brazil.iom.int/sites/g/files/tmzbdl1496/files/documents/brasil-empoderando-diaspora.pdf

Tabela 3 – Número de brasileiros por países (2020)

PAÍS	QUANTIDADE
Estados Unidos	1.775.000
Portugal	276.200
Paraguai	240.000
Reino Unido	220.000
Japão	211.138
Itália	161.000
Espanha	156.439
Alemanha	144.120
Canadá	121.950

Fonte: MRE (2021c). Disponível em: https://brazil.iom.int/sites/g/files/tmzbdl1496/files/documents/brasil-empoderando-diaspora.pdf.

[51] Fuga de cérebros: os doutores que preferiram deixar o Brasil para continuar pesquisas em outro país. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-51110626. Acesso em: 01/07/2024.
[52] Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/euestudante/trabalho-e-formacao/2022/12/5057142-numero-de-brasileiros-que-estao-trabalhando-no-exterior-e-recorde.html. Acesso em: 01/07/2024.
[53] BBC – British Broadcasting Corporation.
[54] Fuga de cérebros: Brasil está perdendo talentos em inteligência artificial para o exterior, diz ranking. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/cv2lklwl4x9o. Acesso em: 01/07/2024.
[55] Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/opiniao/2023/09/5127804-fuga-de-cerebros-brasil-perde-disputa-global-por-talentos.html. Acesso em: 01/07/2024.
[56] Disponível em: https://jornal.usp.br/atualidades/apos-recorde-de-fuga-de-cerebros-brasil-precisa-voltar-a-atrair-profissionais/. Acesso em: 01/07/2024.

5. A permanência da insuficiência de investimentos em infraestrutura social

A tendência de *permanência da insuficiência de investimentos em infraestrutura social* foi destacada no estudo do Brasil 2035 (Marcial *et al*., 2017) e os dados atualizados mostram sua manutenção.

Em 2022, cerca de 124,1 milhões de pessoas viviam em concentrações urbanas (61%), que são arranjos populacionais ou municípios isolados com mais de 100 mil habitantes. Cerca de 44,8% dos municípios brasileiros tinham até 10 mil habitantes, mas apenas 12,8 milhões de pessoas, ou 6,3% da população do país, viviam em cidades desse porte. Esses dados mostram a *manutenção da maior parte da população brasileira vivendo em cidades*.

Desde a década de 1980, o Brasil se consolidou como um país urbano e metropolitano. Segundo o Censo demográfico, em 2010, 84,0% da população brasileira vivia em cidades, sendo que 47,0% dessa população residia nas regiões metropolitanas (RMs) do país. Em 2022, essa população urbana passa para 87,6% e 85% vivem em grandes centros urbanos. Em 2000, cerca de 18,8% da população brasileira vivia no campo. Em 2022, o percentual caiu para 12,4%, mostrando a *manutenção da migração do campo para a cidade*.

Segundo dados do Banco Mundial[57], em 22 anos, a população rural brasileira encolheu 34%, e o percentual da população rural brasileira (12,4%, em 2022) já é menor do que na Alemanha, França e Estados Unidos.

Entretanto, os investimentos em infraestrutura social não acompanharam esta urbanização que se mantém acelerada. Grande parte das cidades permanece enfrentando problemas relativos à *urbanização desordenada* como: crescente poluição, déficit habitacional e de saneamento básico, congestionamentos, acidentes de trânsito, além da baixa qualidade e eficácia dos transportes públicos, apesar do alto custo e com impactos sociais e ambientais negativos *permanecendo a insuficiência de investimentos em infraestrutura social até 2045*, se nada for feito.

No caso da mobilidade urbana, apesar dos avanços das políticas públicas, problemas antigos *permanecem como a insuficiência da oferta de transporte público, grandes congestionamentos, falta de ciclovias e de cultura de uso de bicicletas, e a acessibilidade* são alguns dos exemplos.

Quanto às ciclovias, é possível verificar que em diversas capitais houve avanços, mas seu uso é baixo. Possivelmente pela falta de cultura; por sermos um país tropical, que muitas vezes impede o uso de bicicletas para o deslocamento; ou pela falta de integração com outros meios de transportes.

Quanto aos veículos, segundo os dados do IBGE (2022) a frota nacional era de 45.029.257, em 2006, e passou para 115.116.532 em 2022, representando um salto de 155,65% em 16 anos – na média, 4,3 milhões de veículos por ano, o que contribui significativamente para o aumento dos congestionamentos. Conforme destacado no estudo do Brasil 2035 (Marcial, 2017), o *crescimento da frota de veículos motorizados individuais e, em consequência, um aumento do tempo de deslocamento casa-trabalho*[58].

Outro ponto que prejudica a mobilidade urbana é a *manutenção da falta de um sistema de transporte urbano de passageiros sobre trilhos*. Dentre as capitais brasileiras, somente 12 das 27 capitais possuem e, mesmo assim, sem atender a todos os bairros. A melhor malha está localizada em São Paulo, com 377,2 quilômetros e 187 estações[59] somando as linhas de metrô, trens urbanos e monotrilho. Em 2º lugar fica o Rio de Janeiro, com uma rede integrada de 287,5 quilômetros. Há ainda outros 3 sistemas de VLT (veículo leve sobre trilhos) em municípios do interior. Apesar de fechar uma malha metroferroviária de 1.145 quilômetros em 2023, a maior parte está concentrada no Sudeste[60]. Permanece então a incerteza *se, até 2045, o tempo de deslocamento casa-trabalho será reduzido no Brasil*.

Conforme também abordado no estudo do Brasil 2035 (Marcial *et al*., 2017) e já apresentado neste capítulo, apesar dos avanços de políticas públicas, como "Minha casa, minha vida", permanece o déficit de oferta de moradia, em função do aumento da demanda por habitação, sobretudo nas grandes metrópoles, seja por questões demográficas – redução do tamanho das famílias, conforme já abordado –, seja por conta da manutenção, em menor escala, do êxodo rural em direção às cidades.

Um olhar retrospectivo, destacado no Brasil 2035 (Marcial *et al*., 2017), mostra que entre as décadas de 1980 e 2000, houve uma crescente construção de moradias em condições precárias. Segundo o estudo, pelo fato de o Brasil ter sofrido um *aprofundamento da pobreza urbana* e do *crescimento do déficit habitacional*. Entre 1991 e 2000, a população moradora em "favelas" cresceu 84% no país, enquanto a população geral teve um incremento de apenas 15,7%. Segundo o Censo 2010, havia mais de 11 milhões de pessoas – o equivalente a 6% da população do país – vivendo em aglomerados subnormais[61]. Esse valor representa um pouco mais que a população total de Portugal ou três vezes a população do Uruguai.

Essa realidade não se alterou muito de 2000 a 2019. Dados coletados pelo IBGE em 2019[62], apontam a existências de mais de 5 milhões de residências precárias, caracterizadas pela irregularidade no padrão urbanístico e a falta de abastecimento de água, coleta de lixo, destinação de esgoto ou fornecimento de energia. Em 2023, a pesquisa Data Favela 2023, mostrou que o número de favelas no Brasil dobrou na última década, totalizando 13.151 mapeadas pelo país[63]. Para piorar a situação, as favelas cresceram 15% em área de risco, segundo o MapBio[64], o que agrava a possibilidade de desastres ambientais seguidos de perdas de vidas humanas. Como pouco tem sido feito para a retirada das pessoas dessas áreas de risco, muito em função do custo político, fica a incerteza se até *2045 haverá uma redução em mais de 50% das habitações em áreas de risco?* Bem como a incerteza se o *déficit habitacional diminuirá em todas as regiões do país nesse mesmo período*.

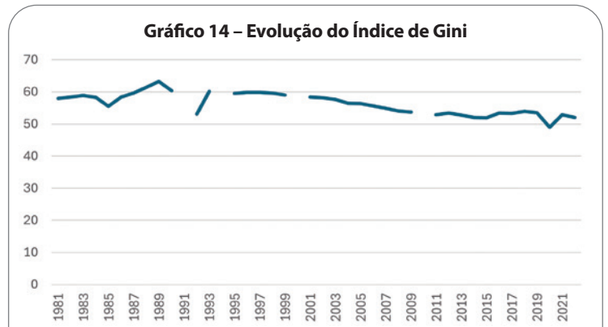
Quanto ao saneamento básico, o Censo 2022, mostra que a rede de esgoto alcança 62,5% da população. Esse índice era de 44,4% em 2000 e subiu para 52,8% em 2010. Conforme abordado no estudo do Brasil 2035 (Marcial *et al*., 2017), podem ter contribuído com essa melhoria o fato de o Brasil ter internalizado tratados internacionais, como o Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, em meados dos anos 1990, a melhora do ambiente regulatório com a publicação da Lei nº 11.445/2007 – a "Lei Nacional do Saneamento Básico" – e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, publicada pela Lei nº 12.305/2010. Entretanto, ainda há um grande caminho a ser percorrido, como as dificuldades na gestão e distribuição de responsabilidades entre a União, estados, municípios e o setor privado apontados por Cunha (2011, p. 7-8) que ainda não foram solucionados. Para se ter uma ideia da gravidade do problema, segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância), em 2020 a posição do Brasil no *ranking* mundial do saneamento básico[65], que reúne 195 países, era de 101 lugar, permanecendo como incerteza *se, até 2045, o saneamento básico atingirá 90% das áreas urbanas*.

Ressalta-se que, essas incertezas ligadas aos temas saneamento, habitação e mobilidade urbana podem ser definidas em uma incerteza-chave: *Haverá infraestrutura urbana (saneamento, habitação e mobilidade) que assegure qualidade de vida nos grandes centros urbanos brasileiros até 2045?*

6. Manutenção da desigualdade social no Brasil

A população brasileira, ao longo da sua história, foi marcada por uma forte desigualdade social e econômica. Uma das formas de se apresentar essa alta desigualdade é por meio do índice de Gini, que quanto mais perto de 1 está o índice, maior é a desigualdade. Segundo dados do Banco Mundial[66], apesar de esse índice ter apresentado uma queda de quase 10 pontos percentuais da década de 1990 à de 2023, ele ainda é alto, apresentando o valor de 0,52 em 2022 (Gráfico 14). Segundo dados mais recentes do IBGE, em 2023 o índice de Gini se manteve o mesmo de 2022.

Gráfico 14 – Evolução do Índice de Gini



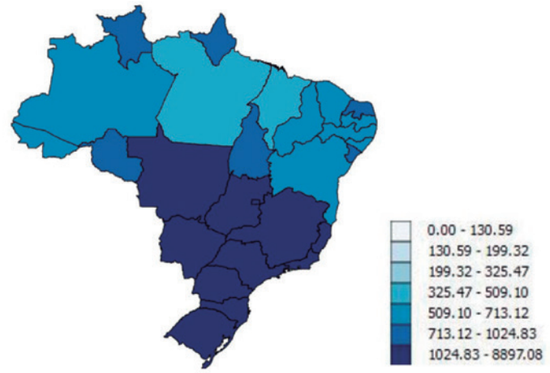
Fonte: Elaboração da autora com base em Banco Mundial, Índice de Gini – Brasil (https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI).

[57] Êxodo rural no Brasil é quase o dobro da média mundial e desafia sustentabilidade do campo e cidade. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2024/02/18/exodo-rural-no-brasil-e-quase-o-dobro-da-media-mundial-e-desafia-sustentabilidade-do-campo-e-cidade. Acesso em: 02/07/2024.
[58] Parâmetro para mensuração da mobilidade urbana.
[59] O metrô de Nova York tem 1.056 quilômetros de trilhos e 369 quilômetros de linhas.
[60] Disponível em: https://www.poder360.com.br/infraestrutura/sistemas-de-metro-so-chegam-a-12-das-27-capitais-leia-a-lista/#:~:text=Expans-C3%A3o%20da%20malha,17%2C3%20km%20por%20ano. Acesso em: 2/7/2024.
[61] Aglomerados subnormais – nome técnico dado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para designar locais como favelas, invasões e comunidades com, no mínimo, 51 domicílios.
[62] Quase dois terços das favelas estão a menos de dois quilômetros de hospitais. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27728-quase-dois-tercos-das-favelas-estao-a-menos-de-dois-quilometros-de-hospitais. Acesso em: 02/07/2024.
[63] Disponível em: http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-03/favela-cresce-demograficamente-e-movimenta-mais-de-r-200-bilhoes. Acesso em: 02/07/2024.
[64] Disponível em: https://veja.abril.com.br/ciencia/no-brasil-favelas-cresceram-15-em-areas-de-risco. Acesso em: 02/07/2024.
[65] Disponível em: https://www.fusati.com.br/ranking-do-saneamento-2023/#:~:text=Com%20base%20nos%20dados%20da,os%20195%20pa%C3%ADses%20do%20globo. Acesso em: 02/07/2024.
[66] Índice de Gini Brasil - Disponível em: https://datos.bancomundial.org/indicator/SI.POV.GINI?contextual=default&locations=BR. Acesso em: 02/07/2024.

Os dados apresentados podem ser considerados ainda piores, visto que estudo realizado sobre desigualdade de renda no Brasil, por Neri e Hecksher (2023), da Fundação Getúlio Vargas, aponta que o índice de Gini chegou a 0.7068 em 2020, bem acima dos 0,6013 calculados pela Pnad Contínua[67]. Os cálculos foram realizados unindo a base de dados do Imposto de Renda das Pessoas Físicas (IRPF) à da Pnad Contínua. Segundo o estudo essa discrepância ocorreu, pois as perdas dos mais ricos (dos 1%+ foi -1,5%) foram menos da metade das da classe média (-4,2%), a grande perdedora da pandemia.

Essa desigualdade também se mostra de forma regional, sendo a renda média da população dos estados pertencentes às regiões Sul, Sudeste e parte da Centro Oeste, bem maiores que as do Norte e Nordeste (Figura 2).

Figura 2 – Renda média da população em 2020 por Unidade da Federação (UF)



Fonte: Centro de Políticas Sociais da Fundação Getúlio Vargas (FGV) – Mapa da Riqueza[68].

Segundo dados do IBGE[69], em 2023, que os 10% da população brasileira com maior rendimento domiciliar por pessoa apresentaram, renda mensal média de R$ 7.580,00, o que representa uma renda 14,4 vezes superior à dos 40% mais pobres, que obtiveram R$ 527,00. Apesar de representar uma grande desigualdade, observa-se um aumento da renda per capita, visto que ambos os valores são os maiores registrados para cada faixa de renda nos anos anteriores.

A série histórica do IBGE, teve início em 2012. Naquela época, a relação era de 16,3 vezes superior. Entretanto, os menores rendimentos têm apresentado um crescimento maior que os do topo da pirâmide. Em 2019, os 40,0% da população com menores rendas tiveram evolução nos rendimentos de 19,2%. Já os 10,0% com maiores rendimentos registraram aumento de 1,5%. Entre 2022 e 2023, enquanto o rendimento médio domiciliar por pessoa cresceu 11,5%, o segmento dos 5,0% mais pobres teve elevação de 38,5%[70].

O processo tem se apresentado lento, mas vem ocorrendo. Entretanto, a *desigualdade ainda é muito alta*, não sendo *possível afirmar se haverá uma significativa redução da desigualdade social no Brasil até 2045*, visto que essa redução passa por uma melhoria significativa na educação. O aumento do nível educacional da população poderia contribuir com a promoção de uma maior ocupação de postos de trabalho com melhores salários e, por conseguinte, redução da desigualdade.

Muitos advogam que parte da redução da desigualdade social observada é fruto de mecanismos de inclusão social, como o bolsa família. O problema é que esse tipo de mecanismo não gera desenvolvimento, pois não está atrelado a inclusão dessa população mais carente ao mercado de trabalho (Vellala; Madala; Chattopadhyay, 2014). Sendo assim, *não é possível afirmar se até 2045 serão desenvolvidos mecanismos de inclusão social produtiva*.

7. Síntese das sementes de futuro levantadas

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das 74 sementes de futuro levantadas no âmbito das dinâmicas populacionais com suas respectivas classificações. Destaca-se que foram identificadas 41 tendências, 21 incertezas e 12 surpresas inevitáveis associadas às dinâmicas populacionais.

1. Manutenção do crescimento da população brasileira até a década de 2040 a taxas marginais decrescentes. (Tendência)

[67] Pnad Contínua – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: é uma pesquisa realizada pelo IBGE que tem como objetivo produzir permanentemente informações sobre a população brasileira.
[68] Disponível em: https://cps.fgv.br/r-renda-media-da-populacao-uf-2020. Acesso em 02/07/2024.
[69] Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-04/renda-dos-10-mais-ricos-e-144-vezes-superior-dos-40-mais-pobres#:~:text=Em%202019%2C%20os%2040%25%20da,eleva%C3%A7%C3%A3o%20de%2038%2C5%25. Acesso em: 02/07/2024.
[70] Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-04/renda-dos-10-mais-ricos-e-144-vezes-superior-dos-40-mais-pobres#:~:text=Em%202019%2C%20os%2040%25%20da,eleva%C3%A7%C3%A3o%20de%2038%2C5%25. Acesso em: 02/07/2024.

2. Em 2040, a população brasileira iniciará seu processo de queda. (Surpresa inevitável)

3. Em 2045, a população brasileira terá tamanho menor do que o apresentado em 2045. (Surpresa inevitável)

4. Manutenção da concentração populacional em algumas regiões/estados do país. (Tendência)

5. Haverá uma redistribuição da população no território brasileiro até 2045. (Incerteza)

6. Manutenção da transição demográfica para uma população cada vez mais envelhecida no Brasil, impactando as políticas públicas. (Tendência)

7. Manutenção do aumento da expectativa de vida ao nascer. (Tendência)

8. Em 2045, a expectativa de vida ao nascer será de 80 anos em 2045. (Surpresa inevitável)

9. Manutenção da queda da taxa de natalidade no Brasil. (Tendência)

10. Manutenção da redução da taxa de mortalidade no Brasil. (Tendência)

11. Permanências da taxa de fecundidade brasileira abaixo de 2 filhos até 2045. (Tendência)

12. Redução da quantidade de crianças até 14 anos no Brasil. (Tendência)

13. Até 2045 a população de idosos no Brasil será o dobro da registrada em 2022. (Surpresa inevitável)

14. Em 2030, a população de mais de 65 anos de idade deverá ser superior à população entre 0 e 14 anos no Brasil. (Surpresa inevitável)

15. As regiões Sul e Sudeste permanecerão com os maiores índices de envelhecimento e a maior população de idosos. (Tendência)

16. O Brasil será durante o século XXI um dos quatro países com o envelhecimento populacional mais rápido do mundo. (Surpresa inevitável)

17. A população com mais de 65 anos de idade deverá ser superior a população entre zero e 14 anos por volta de 2040. (Surpresa inevitável)

18. Fim do bônus demográfico brasileiro por volta de 2030. (Surpresa inevitável)

19. Crescimento da demanda por cuidadores de idosos. (Tendência)

20. Crescimento da busca por produtos e serviços especializados que forneçam melhor qualidade de vida ao idoso. (Tendência)

21. Envelhecimento da população, impactando as políticas públicas, em especial o sistema de seguridade social até 2045. (Tendência)

22. Aumento significativo dos gastos públicos com previdência, fruto do envelhecimento da população brasileira. (Surpresa inevitável)

23. Aumento dos gastos da União para provisão de cuidados para a população idosa, em especial com a saúde. (Tendência)

24. Aumento da dificuldade de financiamento da previdência social. (Tendência)

25. Redução da oferta de força de trabalho. (Tendência)

26. Redução da força produtiva. (Surpresa inevitável)

27. Aumento da idade de permanência na PEA. (Surpresa inevitável)

28. Inclusão progressiva da população idosa nas atividades econômicas do país. (Surpresa inevitável)

29. Haverá políticas públicas voltadas para a reversão do movimento de redução da taxa de fecundidade brasileira até 2045, a exemplo do que ocorre em outros países? (Incerteza)

30. O Brasil conseguirá reverter o processo de redução da taxa de fecundidade? (Incerteza)

31. Haverá adaptação da sociedade à longevidade da população em prol do seu bem-estar? (Incerteza)

32. Manutenção do crescimento da participação da mulher no mercado de trabalho. (Tendência)

33. Aumento da parcela de participação feminina nos cursos de nível superior (Tendência)

34. Redução do tamanho das famílias e o surgimento de novos arranjos familiares, com impacto na demanda por habitação até 2045. (Tendência)

35. Redução do tamanho das famílias e aos novos arranjos familiares com impacto na demanda por habitação. (Tendência)

36. Aumento da idade mínima média ao se casar dos brasileiros. (Tendência)

37. Redução do número de casais com filhos. (Tendência)

38. Aumento do número de casais sem filhos. (Tendência)

39. Crescimento da demanda por moradia. (Tendências)

40. Crescimento do déficit habitacional no Brasil. (Tendência)

41. Manutenção do déficit de oferta de moradia. (Tendências)

42. Até 2045, haverá a redução do déficit habitacional no Brasil? (Incerteza)

43. Manutenção da maior parte da população brasileira vivendo em domicílios próprios. (Tendência)

44. Redução do número de moradores que vivem em domicílios próprios. (Tendência)

45. Aumento do número de domicílios com número médio de moradores reduzido. (Tendência)

46. Aumento da demanda por domicílios pequenos, abrigando uma única pessoa. (Tendência)

47. O déficit habitacional diminuirá em todas as regiões do país até 2045? (Incerteza)

48. Haverá redução em mais de 50% de habitações em áreas de risco até 2045 no Brasil? (Incerteza)

49. Manutenção da concentração populacional em algumas regiões/estados do país. (Tendência)

50. Haverá uma redistribuição da população no território brasileiro até 2045? (Incerteza)

51. Crescimento da imigração e da emigração no Brasil. (Tendência)

52. Até 2045, haverá uma intensificação de imigrações internacionais para o Brasil? (Incerteza)

53. O Brasil possuirá uma política de atração de imigrantes com alto nível de escolaridade até 2045? (Incerteza)

54. O Brasil conseguirá absorver esse recente fluxo migratório de refugiados até 2045? (Incerteza)

55. Até 2045, serão desenvolvidas políticas públicas para a redução da fuga de cérebros brasileiros e retorno dos que foram? (Incerteza)

56. Será contida a fuga de cérebros por migração de brasileiros para o exterior até 2045? (Incerteza)

57. Haverá retorno de cérebros para o Brasil até 2045? (Incerteza)

58. Manutenção da maior parte da população brasileira vivendo em cidades. (Tendência)

59. Manutenção dos movimentos migratórios do campo para as cidades no Brasil. (Tendência)

60. Manutenção da urbanização desordenada no Brasil. (Tendência)

61. Permanência da insuficiência de investimentos em infraestrutura social no Brasil. (Tendência)

62. Haverá infraestrutura urbana (saneamento, habitação e mobilidade) que assegure qualidade de vida nos grandes centros urbanos brasileiros até 2045? (Incerteza)

63. Haverá infraestrutura urbana (saneamento, habitação e mobilidade) que assegure qualidade de vida nos grandes centros urbanos brasileiros até 2045? (Incerteza)

64. Até 2045, o saneamento básico atingirá 90% das áreas urbanas brasileiras? (Incerteza)

65. Permanência da insuficiência da oferta de transportes públicos. (Tendência)

66. Manutenção dos grandes congestionamentos nos grandes centros urbanos. (Tendência)

67. Manutenção da falta de ciclovias e de cultura de uso de bicicleta. (Tendência)

68. Manutenção da baixa acessibilidade nas cidades brasileiras. (Tendência)

69. Até 2045, o tempo de deslocamento casa-trabalho será reduzido no Brasil? (Incerteza)

70. Até 2045 haverá uma redução em mais de 50% das habitações em áreas de risco? (Incerteza)

71. O déficit habitacional diminuirá em todas as regiões do país até 2045? (Incerteza)

72. Manutenção da desigualdade social no Brasil. (Tendências)

73. Haverá significativa redução da desigualdade social no Brasil até 2045? (Incerteza)

74. Até 2045, serão desenvolvidos novos mecanismos de inclusão social produtiva? (Incerteza)

REFERÊNCIAS

Alves, José Eustáquio Diniz. Brasil terá quase 70 milhões de idosos em 2050: As oportunidades de crescimento econômico e desafios na saúde e na educação provocados pelo rápido envelhecimento da população. **#Colabora**, nov. 2023. Disponível em: https://projetocolabora.com.br/ods11/brasil-tera-quase-70-milhoes-de-idosos-em-2050/. Acesso em 13/06/2024.

Alves, José Eustáquio Diniz. A transição demográfica e a redução do número de crianças, adolescentes e jovens no Brasil. **ComCiência**, out. 2023b. Disponível em: https://www.comciencia.br/a-transicao-demografica-e-a-reducao-do-numero-de-criancas-adolescentes-e-jovens-no-brasil/#:~:text=Portanto%2C%20no%20final%20do%20s%C3%A9culo,para%2088%20milh%C3%B5es%20em%202100. Acesso em 13/06/2024.

Barbosa, Ana Luiza Neves de Holanda. Participação feminina na força de trabalho brasileira: evolução e determinantes. In: Camarano, Ana Amélia (Org.). Novo regime demográfico. Uma nova relação entre população e desenvolvimento? Brasília: Ipea, 2014.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. **Mulheres no Mercado de Trabalho**: Uma Evolução Constante Rumo à Igualdade. Março de 2024a. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/noticias-e-conteudo/2024/Marco/mulheres-no-mercado-de-trabalho-uma-evolucao-constante-rumo-a-igualdade#:~:text=Segundo%20dados%20da%20Pesquisa%20Nacional,2022%20que%20obteve%2042.675.531. Acesso em: 1/07/2024.

Brasil. Ministério da Educação. Ministério da Educação divulga panorama das mulheres na educação básica. Março de 2024b. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202403/saiba-mais-sobre-o-panorama-das-mulheres-na-educacao-basica#:~:text=Em%202020%2C%20no%20ensino%20fundamental,evasC3%A3o%20atingiu%207%2C3%25. Aceso em: 01/07/2024.

Camarano, Ana Amélia; Kanso, Solange; Mello, Juliana Leitão; Pasinato, Maria Tereza. Famílias: espaço de compartilhamento de recursos e vulnerabilidades. In: Cavalcanti, L; Oliveira, T.; Silva, S. L. Relatório Anual OBMigra 2023 - OBMigra 10 anos: Pesquisa, Dados e Contribuições para Políticas. Série Migrações. Observatório das Migrações Internacionais; Ministério da Justiça e Segurança Pública/ Conselho Nacional de Imigração e Coordenação Geral de Imigração Laboral. Brasília, DF: OBMigra, 2023.

Cavalcanti, Leonardo; Oliveira, Tadeu de; Silva, Sarah F. Lemos. **Relatório Anual OBMigra 2023**. OBMigra 10 anos: Pesquisa, Dados e Contribuições para Políticas. Série Migrações. Observatório das Migrações Internacionais; Ministério da Justiça e Segurança Pública/ Conselho Nacional de Imigração e Coordenação Geral de Imigração Laboral. Brasília, DF: OBMigra, 2023.

Cunha, Alexandre dos Santos. Saneamento Básico no Brasil: desenho institucional e desafios federativos. **Texto para Discussão**, Rio de Janeiro, v. 1565, jan. 2011.

Fundação João Pinheiro. **Déficit Habitacional no Brasil apresenta tendência de aumento**. Fundação João Pinheiro. FJP, março de 2021. Disponível em: https://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil-apresenta-tendencia-de-aumento/. Acesso em: 1/7/2024.

Fundação João Pinheiro. **SP e MG têm o maior déficit habitacional no Brasil**. FJP, maio de 2024. Disponível em: https://fjp.mg.gov.br/sp-e-mg-tem-o-maior-deficit-habitacional-no-brasil/#:~:text=N%C3%BAmeros%20foram%20atualizados%20pela%20FJP,de%20habita%C3%A7%C3%B5es%20ocupadas%20no%20pa%C3%ADs. Acesso em: 1/7/2024.

Fusco, W. **Sem mudança na taxa de fecundidade, população pode começar a cair em 2035 no Brasil**, explica pesquisador da Fundaj. FUNDAJ, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/fundaj/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias-1/sem-mudanca-na-taxa-de-fecundidade-populacao-pode-comecar-a-cair-em-2035-no-brasil-explica-pesquisador-da-fundaj. Acesso em: 12/06/2024.

Guedes, Moema de Castro. A presença feminina nos cursos universitários e nas pós-graduações: desconstruindo a ideia da universidade como espaço masculino. **História, ciência, saúde-Manguinhos**, v.15, 2008.

IBGE. **Censo demográfico 2022**. População por idade e sexo, pessoas de 60 anos ou mais de idade. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102038.pdf. Acesso em 13/06/2024.

IBGE. *Domicílios próprios predominam, mas 13,5% deles não têm documentação*. Síntese de Indicadores Sociais (SIS). Rio de Janeiro: IBGE, dez. 2023. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38544-domicilios-proprios-predominam-mas-13-5-deles-nao-tem-documentacao#:~:text=Destaques,2016%20(67%2C8%25).&text=A%20condi%C3%A7%C3%A3o%20de%20domic%C3%ADlio%20alugado,20%2C2%25%20em%202022. Acesso em: 14/06/2024.

IBGE. **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões**. Out. 2023b. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes#:~:text=A%20capital%20baiana%20passou%20de,%C3%A9%20algo%20in%C3%A9dito%20no%20pa%C3%ADs. Acesso em 12/06/2024.

Marcial, E.C. *et al*. **Brasil 2035**: cenários para o desenvolvimento do Brasil. Brasília: Ipea, 2017.

ONF – Observatório Nacional da Família. **Fatos e números**: Arranjos familiares no Brasil. Observatório da família, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/observatorio-nacional-da-familia/fatos-e-numeros/ArranjosFamiliaresDEFESOELEITORAL.pdf. Acesso em: 01/07/2024.

United Nation. Departmente of Economic and Social Affairs Population Division. **World Population Prospective 2022**. Disponível em: https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/76. Acesso em: 12/06/2024.

Vellala, Paramasivan S.; Madala, Mani K.; Chattopadhyay, Utpal. A Theoretical Model for Inclusive Economic Growth in Indian Context. **International Journal of Humanities and Social Science**, v. 4, n. 13; Nov. 2014.

Capítulo 10

EDUCAÇÃO[71]

10

Por Juliano Antônio Sebben[72]

1. Contexto atual da Educação no Brasil

Ao longo da história, o setor educacional tem se desenvolvido em sintonia com os avanços tecnológicos e as mudanças sociais, tanto globais quanto regionais e locais. Como resultado, a educação experimentou um crescimento significativo após a primeira revolução industrial, no final do século XVIII. Nesse período, os avanços tecnológicos na indústria, impulsionados principalmente pela mecanização, deram origem a uma variedade de máquinas e ferramentas que foram integradas ao setor educacional (De Oliveira *et al.*, 2022)

Desde a Educação 1.0 até a 3.0, o foco principal foi no professor como a fonte central de conhecimento. A Educação 2.0 introduziu calculadoras eletrônicas e o ensino à distância por correspondência, enquanto a Educação 3.0 trouxe o uso de computadores, internet, ensino *on-line* e metodologias ativas. Já a Educação 4.0, ao contrário, coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem, concentrando-se em competências e utilizando metodologias ativas integradas a tecnologias digitais para o aprendizado e a gestão educacional (De Souza, A. S. C., & Debs, L., 2024). Assim, o uso de tecnologias da Indústria 4.0, como inteligência artificial e Laboratórios Virtuais, combinado com metodologias de ensino de aprendizagem ativa, como gamificação e aprendizagem híbrida, tornaram-se tópicos de pesquisas dentro da Educação 4.0.

A instrução tradicional em sala de aula evoluiu para um ecossistema diversificado de abordagens personalizadas e centradas no aluno. Plataformas de aprendizagem adaptativas, alimentadas por IA, monitoram o progresso individual do estudante e ajustam as experiências de aprendizado de forma personalizada, oferecendo conteúdo e avaliações específicas (Ahmad *et al.*, 2022). Além disso, tecnologias como realidade virtual e aumentada envolvem os alunos em ambientes interativos e imersivos, superando barreiras geográficas e proporcionando experiências práticas (Kumar *et al.*, 2021). A aprendizagem prática por meio de fábricas de ensino também está se tornando cada vez mais popular. Esse ambiente de aprendizagem onde processos e tecnologias são baseados em um local industrial, já é, de fato, muito comum em aplicações implementadas em universidades técnicas ou em laboratórios de pesquisa de departamentos de P&D (Bellucci *et al.*, 2022).

Desde os anos 2000, houve avanços significativos na educação global, impulsionados pelos seis objetivos da Educação para Todos (EPT) e pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). No entanto, esses objetivos não foram plenamente alcançados até o prazo de 2015, exigindo esforços contínuos para concluir essa agenda inacabada. Em resposta, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, por meio do Objetivo 4 (Educação 2030), estabeleceu uma meta mais ambiciosa para garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos até 2030. Nesse contexto, a educação é considerada central na Agenda 2030, não apenas como um objetivo independente (ODS 4), mas também como um elemento crucial em outras metas, como saúde, crescimento econômico, emprego, produção e consumo sustentáveis, e combate às mudanças climáticas. Dessa forma, a educação é vista como um acelerador essencial para alcançar todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, devendo ser incorporada nas estratégias para atingir essas metas globais (UNESCO, 2023).

É inquestionável que a estrutura educacional do século XXI se transformou imensamente. Com a velocidade e imprevisibilidade de mudanças que o mundo está vivendo, percebe-se que em poucos anos o contexto educacional era muito diferente. Nas últimas décadas, a Internet e a forma como as pessoas a usam também passaram por transformações significativas. Uma das principais áreas onde essa transformação pode ser vista é no processo

[71] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Educação e trabalho" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 20 de junho de 2022, em Brasília, nas dependências da ENAP. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[72] Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é Especialista em Políticas e Indústria no Observatório Nacional da Indústria (CNI/SESI/SENAI/IEL), onde aplica modelos e ferramentas de prospectiva para identificar eventos futuros que impactarão a indústria nacional. Em sua trajetória, apresenta experiência com projetos de inovação e desenvolvimento de novos produtos, especialmente nas áreas de alimentos, bebidas, nanotecnologia e biocombustíveis.

de ensino-aprendizagem. Tecnologia, pedagogia, estratégias de implementação e estruturas institucionais podem ser usadas para implementar a aprendizagem flexível no ensino superior. Em 2024, transmitir educação por meio do ensino em sala de aula é um desafio frente à crescente popularidade da Internet (Ahmad *et al.*, 2022).

Dados apresentados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2018, coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), denunciam baixa proficiência de estudantes brasileiros em Leitura, Matemática e Ciências. De acordo com o estudo, 43% dos alunos obtiveram pontuação abaixo do nível mínimo de proficiência nas três disciplinas avaliadas pelo PISA. Lamentavelmente, o Brasil ocupava as últimas posições do *ranking* de 79 países e economias no mundo que participam dessa avaliação externa, ficando abaixo da média dos participantes, inclusive atrás de muitos outros vizinhos latino-americanos. Numa escala que vai de 1 a 6, em que 2 é considerado o nível com os conhecimentos mínimos e básicos, 68% e 45 % dos jovens brasileiros de 15 anos estavam abaixo do referido nível, acerca da aprendizagem em Matemática e em Ciências, respectivamente (OCDE, 2019).

Consistente com a tendência decrescente observada em avaliações anteriores do PISA, a porcentagem de jovens de 15 anos que repetiram um ano de escolaridade continuou a diminuir entre 2018 e 2022. Enquanto em 2018 cerca de 11% dos jovens de 15 anos tenham repetido de grau pelo menos uma vez, em média nos países da OCDE, em 2022, 9% dos estudantes repetiram de ano. As maiores quedas ocorreram na Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, República Dominicana, Guatemala, Macau (OCDE, 2022). Novamente, em 2022, o Brasil apresentou pontuação da performance em matemática abaixo da média dos países e economias da OCDE.

Em 2022, o Brasil ficou nas últimas posições do PISA, com notas abaixo da média da OCDE em matemática, leitura e ciências. Por exemplo, 73% dos estudantes brasileiros não atingiram o nível básico (nível 2) em matemática, considerado pela OCDE o mínimo necessário para que os jovens possam exercer a sua cidadania. Contudo, o Brasil conseguiu melhorar sua posição no ranking em relação a outros países. Por exemplo, em matemática, passou de 71° lugar para 65°, mas ainda segue distante da média da OCDE, que foi de 472 pontos (OCDE, 2023).

2. A inclusão da Educação Financeira nas escolas

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular definida pelo Ministério da Educação inclui a educação financeira como um tema transversal obrigatório, a ser integrado em outras disciplinas obrigatórias. O Banco Central do Brasil e especialistas do Centro de Políticas Públicas e Avaliação Educacional da Universidade Federal de Juiz de Fora desenvolveram um programa piloto chamado "Aprender Valor" para apoiar escolas e professores a ensinar efetivamente tópicos de educação financeira. O Aprender Valor incluiu o desenvolvimento de uma estrutura de competência financeira para o ensino fundamental e médio, e de recursos didáticos prontos para uso, para apoiar a integração da educação financeira em disciplinas obrigatórias como matemática, língua portuguesa e ciências humanas. O Aprender Valor foi implementado até agora em mais da metade dos municípios e perto de um quarto (23%) das escolas públicas de ensino fundamental e médio em todo o país, com cada escola participando de forma voluntária (OCDE, 2023).

A definição de educação financeira para jovens de 15 anos que sustenta a avaliação se baseia na definição da OCDE de educação financeira para adultos. A OCDE define educação financeira para adultos como "uma combinação de consciência financeira, conhecimento, habilidades, atitudes e comportamentos necessários para tomar decisões financeiras sólidas e, finalmente, alcançar bem-estar financeiro individual". A definição de educação financeira no Quadro de Avaliação de Educação Financeira do PISA 2022 (OCDE, 2023) refina a definição usada para adultos para torná-la relevante para alunos de 15 anos e para ser consistente com outras definições do PISA. A definição também incorpora a capacidade dos alunos de usar conhecimento e habilidades financeiras para enfrentar desafios no futuro.

3. A necessidade do ensino remoto

Para garantir uma aprendizagem eficaz em modo remoto, as escolas também precisam estar preparadas para o ensino à distância. O PISA 2022 concluiu que a preparação das escolas para o ensino à distância difere entre países e que as escolas que tomaram medidas para ajustar o ensino à distância antes ou em resposta à COVID-19 estarão mais bem preparadas para o ensino à distância no futuro (OCDE, 2023).

Resultados globais sugerem que algumas escolas tiveram dificuldades em mudar para o ensino à distância durante o encerramento das escolas, enquanto outros cresceram com essa experiência. Diretores de vários países, incluindo Islândia e Marrocos, relataram que suas escolas estavam menos preparadas para o ensino remoto após a pandemia, enquanto os diretores da Albânia, do Brasil, do Camboja e a da Romênia comunicaram que suas escolas estavam mais preparadas após a pandemia (OCDE, 2023).

A preparação das escolas para a futura aprendizagem à distância variou significativamente entre países em 2022. No entanto, o acesso à conectividade e à tecnologia ainda é um desafio para muitas escolas brasileiras. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), apenas 63% das escolas públicas brasileiras têm acesso à internet de banda larga, e apenas 32% têm acesso à internet de banda larga com velocidade adequada para o ensino remoto. Essa situação pode prejudicar o desempenho dos estudantes brasileiros. Os dados do PISA indicam que alunos de escolas com acesso à internet rápida tendem a obter resultados significativamente superiores em comparação com aqueles que estudam em escolas sem acesso à internet ou com conexão lenta. Para melhorar os resultados do Brasil no PISA, um dos fatores a considerar é o investimento em conectividade e tecnologia nas escolas públicas.

4. A evolução das matrículas na educação básica e profissional

As principais estatísticas no ramo educacional brasileiro foram obtidas pela consulta no Novo Painel de Estatística do Censo Escolar da Educação Básica que apresenta dados dos Censos Escolares dos últimos 10 anos.

Como pode ser visto na Figura 1, a média de matrículas de alunos na educação básica no Brasil foi pouco acima dos 48 milhões. Entretanto, percebe-se que há um declínio no número de matrículas entre os anos de 2014 e 2021, ano este em que os efeitos da pandemia de COVID-19 ainda assolavam todo o mundo. Em 2022 houve a retomada do número de matrículas, que praticamente se manteve no ano seguinte, porém abaixo da média para os últimos dez anos (INEP, 2023).

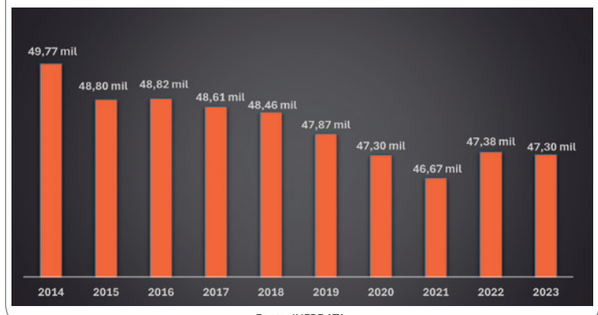
A evolução das matrículas na educação profissional no Brasil apresentou um comportamento diferente da educação básica. Como apresentado na Figura 2, entre os anos de 2014 e 2021, o número de matrículas permaneceu abaixo de 2 milhões e somente em 2022

esse valor ultrapassado, alcançando em 2024 o número de 2.413.825 de matrículas, um aumento de aproximadamente 12 % em relação ao ano anterior (INEP, 2024).

É relevante ressaltar que os dados do Censo Escolar 2023 ainda não refletem o impacto do total de investimentos federais previstos para a educação em tempo integral, uma das iniciativas focais do governo federal por meio do Programa Escola em Tempo Integral, lançado em 2023. Com investimento de R$ 4 bilhões, o objetivo é ampliar em 3,2 milhões o número de matrículas de tempo integral nas escolas de educação básica de todo o Brasil, até 2026. O Programa Escola em Tempo Integral, instituído pela Lei nº.14.640, de 31 de julho de 2023, visa fomentar a criação de matrículas em tempo integral em todas as etapas e modalidades da educação básica, na perspectiva da educação integral.

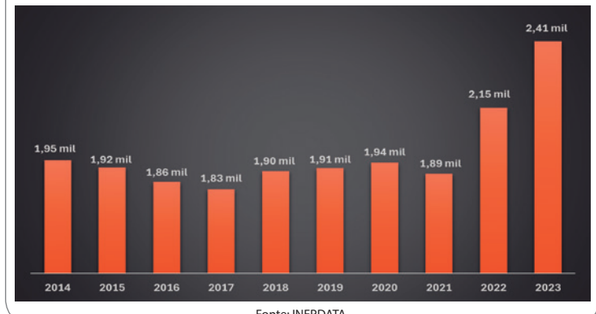
As Figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, a evolução do número de matrículas no Ensino Básico e Profissional no Brasil por categoria de rede de ensino. Nesse espaço de 10 anos, pode-se perceber que não houve nenhuma grande disrupção no ensino básico brasileiro, visto que não houve alterações significativas no número de matrículas. A rede de ensino municipal manteve-se como a rede de ensino com maior número de matriculados, seguida da rede

Figura 1 – Evolução das matrículas na Educação Básica no Brasil entre os anos de 2014 e 2023



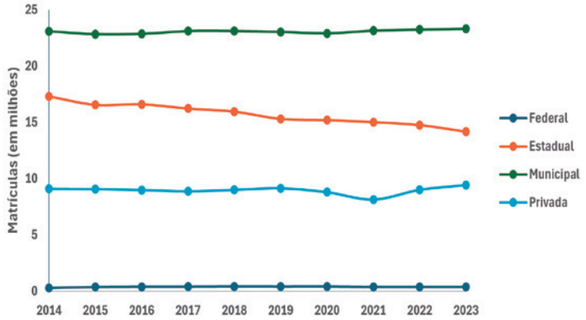
Fonte: INEPDATA.

Figura 2 – Evolução das matrículas na educação profissional no Brasil entre os anos de 2014 e 2023



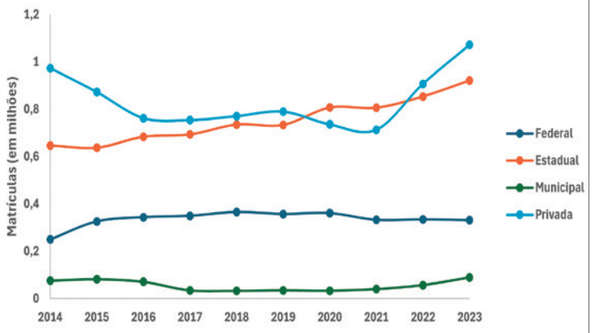
Fonte: INEPDATA.

Figura 3 – Número de matrículas no Ensino Básico no Brasil entre 2014 e 2023



Fonte: INEPDATA.

Figura 4 – Número de matrículas por categoria no Ensino Profissionalizante no Brasil entre 2014 e 2023



Fonte: INEPDATA.

estadual e da rede privada. Todavia, é possível visualizar no gráfico da Figura 3 uma leve tendência de queda no número de matrículas da educação básica da rede estadual ao longo do período estudado. O mesmo fato não é perceptível nas outras categorias de ensino. Outra consideração relevante é a queda pontual no número de matrículas na rede privada no ano de 2021, seguida do retorno das matrículas em 2022. Essa queda, pode ser explicada pelo momento da pandemia de Covid-19, período em que muitas famílias tiveram suas rendas afetadas, o que pode ter inviabilizado o estudo na rede privada de ensino.

O número de matrículas na educação profissional tem sido predominantemente maior na rede de ensino privado, estando abaixo da rede estadual apenas nos anos de 2020 e 2021, quando a economia mundial foi afetada pela pandemia de Covid-19. O fato é que, como pode ser visto na Figura 4, a retomada das matrículas no ensino profissionalizante tem sido intensa, sendo o ano de 2023 o ápice tanto para as redes de ensino privadas quanto estaduais.

Em 2014, o percentual de escolas na zona rural era de 35,8% e na zona urbana 64,2%. Já em 2018, esse percentual foi de 31,7% e 68,3%, respectivamente. Mais recentemente, em 2023, ficou ainda mais evidente o movimento do êxodo da zona rural para urbana, visto que apenas 29,1% das escolas se localizavam em zona rural e 70,9% na zona urbana. Quanto ao ensino profissional, o número de escolas se concentra fortemente na zona urbana dos municípios, em torno de 90%. Contudo com o passar dos anos, evidenciando-se um crescimento considerável do número de escolas na zona rural, 5,7% em 2014, para 11,6% em 2023.

5. A acessibilidade no Ensino Superior

Quando o assunto é a acessibilidade no ensino superior, 93,9% do total dos cursos de graduação, informaram em 2022, garantir condições de ensino-aprendizagem para pessoas com deficiência, fazendo uso de recursos como textos impressos com caracteres ampliados e em formato especial para viabilizar a acessibilidade aos conteúdos (INEP, 2023). Nesse mesmo levantamento realizado pelo Censo da Educação Superior, constatou-se que em 2022, os itens mais comuns no atendimento à acessibilidade aos conteúdos foram: oferta de disciplina em Libras (93% de cursos privados e 72% de cursos públicos), possuir recursos de informática acessíveis (86% de cursos privados e 56% de cursos públicos), possuir recursos de acessibilidade à comunicação (79% de cursos privados) e disponibilizar tradutor de Libras (55% de cursos públicos).

Ainda em 2022, no que diz respeito à acessibilidade arquitetônica e física das bibliotecas, 97% da rede privada de ensino superior apresenta ambientes desobstruídos e entrada e saída com dimensionamento. Todavia, na rede pública de ensino superior esse percentual cai para 71% e 74%, respectivamente. Referente à acessibilidade de conteúdo da biblioteca, os dados apontaram que 92% da IES (Instituição de Ensino Superior) privadas e 36% das públicas possuem portal da internet adaptado; 82% das privadas e 16% das públicas possuem plano de aquisição em formato especial; e 42% das privadas e 27% das públicas possuem acervo em formato especial.

Estudo de Caso: Quais cursos de ensino superior foram mais atrativos para os vestibulandos nos últimos anos?

A seguir, será apresentado nas tabelas 1, 2 e 3 um estudo de caso com dados que mostram as preferências dos candidatos no momento da escolha dos cursos de ensino superior. Neste caso, foi realizado o levantamento da relação candidato por vaga do acesso universal dos concursos de vestibular para a entrada em 3 prestigiadas universidades públicas brasileiras (Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Universidade de São Paulo-USP e Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP), nos anos de 2014, 2018 e 2024.

Tabela 1 – *Ranking* dos 10 cursos com maior relação candidato/vaga nos vestibulares de ingresso a UFRGS entre 2014 e 2024

ORDEM	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA
	Vestibular UFRGS 2014		Vestibular UFRGS 2018		Vestibular UFRGS 2024	
1	**Medicina**	57,06	**Medicina**	83,83	**Medicina**	70,59
2	**Psicologia** (Diurno)	20,45	**Fisioterapia**	27,96	**Psicologia** (Diurno)	27,46
3	**Psicologia** (Noturno)	18,07	**Psicologia** (Diurno)	27,83	**Psicologia** (Noturno)	20,90
4	**Fisioterapia**	15,00	**Psicologia** (Noturno)	26,15	**Biomedicina**	18,04
5	**Jornalismo**	14,98	**Medicina Veterinária**	18,27	**Ciência da Computação**	16,13
6	**Publicidade e Propaganda**	14,78	**Biomedicina**	15,92	**Fisioterapia**	13,57
7	**Arquitetura e Urbanismo**	14,75	**Relações Internacionais**	14,34	**Medicina Veterinária**	10,60
8	**Medicina Veterinária**	13,42	**Odontologia** (Noturno)	13,96	**Relações Internacionais**	10,60
9	**Biomedicina**	12,92	**Nutrição**	13,41	**Engenharia de Computação**	10,48
10	**Direito** (Diurno)	12,11	**Jornalismo**	12,86	**Direito** (Diurno)	10,28

Fonte: Vestibular UFRGS

Tabela 2 – *Ranking* dos 10 cursos com maior relação candidato/vaga nos vestibulares de ingresso a FUVEST entre 2014 e 2024

ORDEM	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA
	Vestibular FUVEST 2014		Vestibular FUVEST 2018		Vestibular FUVEST 2024	
1	**Medicina** (Ribeirão Preto)	62,91	**Medicina** (São Paulo)	135,74	**Medicina** (São Paulo)	117,70
2	**Medicina** (São Paulo)	58,57	**Medicina** (Bauru)	105,88	**Medicina** (Bauru)	86,6
3	**Engenharia Civil** (São Carlos)	50,85	**Medicina** (Ribeirão Preto)	86,50	**Medicina** (Ribeirão Preto)	78,2
4	**Publicidade e Propaganda**	49,98	**Audiovisual**	65,33	**Psicologia** (São Paulo)	62,6
5	**Psicologia**	48,57	**Psicologia**	61,10	**Relações Internacionais**	51,7
6	**Jornalismo**	45,10	**Relações Internacionais**	51,86	**Psicologia** (Ribeirão Preto)	37,8
7	**Artes Cênicas** Bacharelado	41,53	**Psicologia** (Ribeirão Preto)	47,00	**Audiovisual**	37,7
8	**Audiovisual**	41,23	**Medicina Veterinária**	40,34	**Medicina Veterinária**	30,5
9	**Relações Internacionais**	38,23	**Jornalismo**	38,26	**Publicidade e Propaganda**	30,2
10	**Design**	34,83	**Publicidade e Propaganda**	37,51	**Design**	29,6

Fonte: FUVEST

Tabela 1 – *Ranking* dos 10 cursos com maior relação candidato/vaga nos vestibulares de ingresso a UNICAMP entre 2014 e 2024

ORDEM	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA	CURSO SUPERIOR	DENSIDADE CANDIDATOS POR VAGA
	Vestibular UNICAMP 2014		Vestibular UNICAMP 2018		Vestibular UNICAMP 2024	
1	**Medicina**	145,4	**Medicina** (Integral)	278,9	**Medicina**	295,0
2	**Arquitetura e Urbanismo**	104,5	**Arquitetura e Urbanismo**	97,6	**Arquitetura e Urbanismo**	88,0
3	**Engenharia Civil**	51,8	**Ciências Biológicas**	51,8	**Ciência da Computação**	82,0
4	**Engenharia Química**	46,9	**Comunicação Social** - Midialogia	48,5	**Ciências Biológicas**	54,0
5	**Comunicação Social** - Midialogia	46,5	**Engenharia Química**	34,8	**Engenharia de Computação**	48,0
6	**Ciências Biológicas**	38,5	**Odontologia**	32,1	**Comunicação Social** - Midialogia	41,0
7	**Engenharia de Produção**	36,2	**História**	31,8	**Farmácia**	36,0
8	**Geologia**	30,8	**Engenharia Civil**	31,7	**Ciências Econômicas**	30,0
9	**Engenharia Mecânica**	28,1	**Engenharia de Produção**	31,7	**História**	30,0
10	**Artes Cênicas**	24,6	**Artes Cênicas**	31,5	**Ciências Econômicas** (Noturno)	29,0

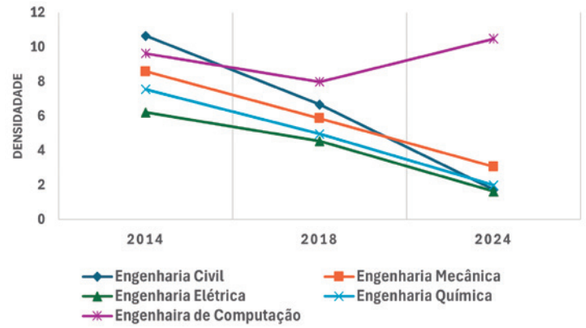
Fonte: COMVEST/Unicamp

Como constatado tanto na Tabela 1, quanto na 2 e na 3, o concurso que apresenta maior relação candidato/vaga é para o ingresso no curso de Medicina, comportamento que permanece ao longo dos três anos avaliados e para as três universidades pesquisadas. No vestibular para o ingresso na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, há a predominância por cursos na área de ciências da saúde para todos os anos estudados. Um ponto relevante é o aparecimento do curso de Ciências da Computação em 2024, quando comparados os três anos. Com os dados de relação candidato por vaga, pode-se verificar uma característica de ascensão do da concorrência pelo curso de Biomedicina, que em 2014 figurava em 9° lugar, em 2018 em 6° lugar e finalmente em 2024 em 4° lugar, ficando atrás apenas dos cursos de medicina e psicologia (diurno e noturno). Um movimento contrário é percebido com o curso de comunicação social – jornalismo, que em 2014 estava em 5° lugar, em 2018 em 10° lugar e em 2024 não ficou entre os 10 primeiros. Esse mesmo comportamento no curso de Jornalismo ocorre no Vestibular FUVEST, que cai de 6° para 9° lugar e depois não aparece no *ranking* em 2024. O que se destaca também nos vestibulares FUVEST é a presença no *ranking*, nos três anos estudados, dos cursos de Audiovisual, Publicidade e Propaganda, e, Relações Internacionais, cuja densidade de candidatos por vaga foi maior que 51 nos anos de 2018 e 2024.

O Vestibular da UNICAMP apresenta dados um pouco diferentes dos outros dois exemplos, nesse caso o curso de Arquitetura e Urbanismo é o 2° com maior relação candidato/vaga para os três anos estudados. Percebe-se também, a permanência no *ranking* do curso de Comunicação Social – Midialogia nos três anos e o aparecimento no ranking, pela primeira vez, dos cursos de Ciências da Computação, Farmácia, Engenharia da Computação e Ciências Econômicas, no concurso de 2024. Outro comportamento que os dados fornecem é queda pela escolha de alguns cursos de engenharia, assunto esse que será tratado a seguir.

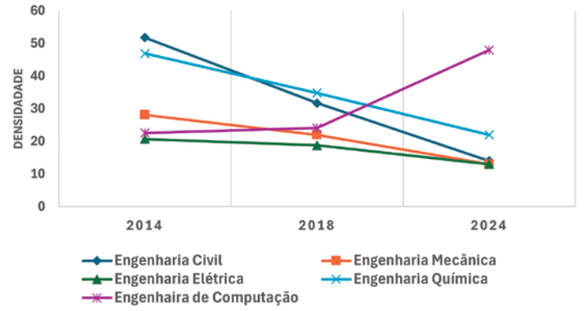
Nesse estudo de caso, foi realizado um novo comparativo, utilizando a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a Universidade Estadual de Campinas com intuito de identificar o comportamento da relação candidato por vaga entre os cursos de engenharia. Nesse caso, serão analisadas as 4 engenharias de base, engenharia civil, mecânica, elétrica e química, que se referem aos ramos fundamentais que deram origem às diversas disciplinas de engenharia que se conhece hoje. Além disso, será analisado em conjunto o curso de engenharia da computação, que surgiu como resultado da convergência entre a eletrônica, a ciência da computação e engenharia elétrica, impulsionada pelo desenvolvimento das tecnologias computacionais desde o século XX até hoje. Nas Figuras 5 e 6, é possível verificar o perfil da relação de candidato por vaga entre as engenharias, nos vestibulares da UFRGS e UNICAMP, respectivamente.

Figura 5 – Relação candidato/vaga para cursos de engenharia nos Vestibulares UFRGS dos anos 2014, 2018 e 2024



Fonte: Vestibulares UFRGS.

Figura 6 – Relação candidato/vaga para cursos de engenharia nos Vestibulares UNICAMP dos anos 2014, 2018 e 2024



Fonte: COMVEST/UNICAMP.

O que ambas as figuras 5 e 6 têm em comum é a maior densidade na relação de candidatos por vaga do curso de Engenharia Civil no ano de 2014, seguido de consecutivas quedas nos anos posteriores. No vestibular da UFRGS, por exemplo, essa queda chegou a quase 84% entre 2014 e 2024, já no vestibular da UNICAMP, para o mesmo período, ela foi de 73%. Esses números podem ser explicados pela percepção dos candidatos sobre a realidade brasileira, uma vez que, em 2014, o Brasil estava vivenciando um cenário misto, pois durante os cinco anos anteriores o país experimentou uma explosão na construção civil, impulsionado por investimentos em infraestrutura, o que gerou uma demanda por engenheiros civis em obras públicas e privadas. Porém, a partir de 2014, o Brasil começou a enfrentar um desaceleramento do crescimento, inflação e incertezas políticas que, com certeza, afetaram negativamente o setor de construção civil, fatores esses que não passaram despercebidos pelos candidatos.

Um reflexo da crescente digitalização em todas as áreas da economia, associado aos salários atrativos e a demanda por profissionais qualificados, fez com que a área da engenharia de computação ganhasse destaque entre a preferência dos candidatos a futuros engenheiros. A prova disso é que este, entre os 5 cursos de engenharia analisados, foi o único curso que teve uma crescente em 2024. No vestibular da UNICAMP, por exemplo, esse aumento foi de aproximadamente 112% na comparação entre os anos de 2014 e 2024.

Na década de 1990, os cursos de Engenharia figuravam entre os mais disputados, tanto em universidades públicas quanto nas privadas. Ainda que fossem cursos com alta carga horária de conteúdos de exatas como matemática, física e química, eram vistos com prestígio pelos jovens alunos que vislumbravam salários atrativos e carreiras de status após formados. Atualmente, no ranking dos mais concorridos, estão abaixo de cursos como Psicologia, Design ou Cinema, só para citar alguns exemplos.

6. Conclusão

A transformação contínua no setor educacional é um reflexo direto das mudanças tecnológicas e sociais, evidenciando a adaptação constante das metodologias de ensino às novas demandas. Desde a revolução industrial até a era digital, a educação evoluiu de um modelo centrado no professor para um sistema mais focado no aluno, onde as tecnologias da Indústria 4.0 desempenham um papel central. Essa evolução não só reformulou a maneira como o ensino é ministrado, mas também ampliou as possibilidades de aprendizagem, tornando o processo mais inclusivo e personalizado. A inclusão de ferramentas como inteligência artificial, realidade aumentada e gamificação, combinadas com a crescente necessidade de acessibilidade e educação financeira, demonstra um movimento claro em direção a um sistema educacional mais integrado e eficaz.

No entanto, os desafios permanecem significativos, especialmente em países como o Brasil, onde a qualidade da educação ainda precisa de avanços consideráveis. O desempenho abaixo da média em avaliações internacionais como o PISA, juntamente com a queda nas matrículas durante a pandemia, ressalta a necessidade de políticas educacionais mais robustas e inclusivas. O foco na educação financeira e na acessibilidade no ensino superior são passos importantes, mas é crucial que esses avanços sejam ampliados para todo o sistema

educacional. A preparação para o ensino à distância e a evolução das matrículas no ensino básico e profissional mostram que o Brasil está em um caminho de recuperação, mas a continuidade desse progresso depende de um compromisso renovado com a qualidade e a equidade na educação, alinhado com os objetivos globais de desenvolvimento sustentável.

7. Síntese das sementes de futuro levantadas

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das 75 sementes de futuro levantadas no âmbito do setor de educação com suas respectivas classificações. Destaca-se que foram identificadas 23 tendências, 17 sinais que poderão mudar o rumo da educação, 9 eventos disruptivos, 26 incertezas associadas à educação no Brasil.

TENDÊNCIAS DE IMPACTO PARA O SETOR DE EDUCAÇÃO

1. Letramento digital e midiático: Preparação de alunos para navegar no cenário digital, avaliar fontes de informação e usar a tecnologia com responsabilidade. A Integração do letramento midiático ao currículo para ajudar os alunos a compreenderem e analisar criticamente diferentes formas de mídia.

2. Crescimento da aprendizagem ao longo da vida e melhoria de competências: Promoção da aprendizagem ao longo da vida e o desenvolvimento contínuo de competências para acompanhar o mercado de trabalho em rápida mudança.

3. Aprendizagem Baseada em Projetos: Adoção de metodologias de aprendizagem baseadas em projetos que enfatizam projetos práticos e colaborativos e aplicações do mundo real para aprimorar o pensamento crítico, a resolução de problemas e as habilidades de trabalho em equipe.

4. Aprendizagem Personalizada: Adoção de abordagens de aprendizagem personalizadas que atendem às necessidades, preferências e estilos de aprendizagem individuais dos alunos por meio de algoritmos de aprendizagem adaptativos, análise de dados e planos de aprendizagem personalizados.

5. Crescimento da Educação Baseada em Competências: Crescimento do uso de modelos de educação baseados em competências que se concentram no domínio de conhecimentos, habilidades, aptidões específicas, permitindo que os alunos progridam ao seu próprio ritmo e demonstrem proficiência através de avaliações.

6. Crescimento da Educação Inclusiva: Compromisso com práticas de educação inclusiva que garantam o acesso equitativo a uma educação de qualidade para todos os alunos, incluindo aqueles com diversas necessidades de aprendizagem, deficiências ou origens socioeconômicas.

7. Intensificação da aprendizagem por jogos e aprendizagem interativa: Incorporação de elementos gamificados e ferramentas de aprendizagem interativas para tornar o processo de aprendizagem mais envolvente e agradável.

8. Espaços de aprendizagem social e colaborativa: Criação de espaços de aprendizagem social e colaborativa que promovem a interação entre pares, o compartilhamento de conhecimento e a resolução colaborativa de problemas por meio de fóruns *on-line*, plataformas de mídia social e comunidades virtuais.

9. Plataformas de aprendizagem *on-line* e remota: Expansão de plataformas de aprendizagem *on-line*, que oferecem oportunidades educacionais flexíveis e acessíveis, incluindo cursos abertos e massivos (MOOCs), salas de aula virtuais e sistemas digitais de gerenciamento de aprendizagem (LMS).

10. Recursos Educacionais Abertos (REA): Expansão de iniciativas de recursos educacionais abertos (REA) que promovem a criação, compartilhamento e reutilização de materiais educacionais, livros didáticos e recursos digitais de acesso gratuito para reduzir custos e aumentar a equidade e a acessibilidade educacional.

11. Aprendizagem Baseada em Investigação: Metodologias de aprendizagem baseadas em investigação serão integradas nos currículos para incentivar os alunos a fazerem perguntas, realizar pesquisas e investigar tópicos de interesse, estimulando a curiosidade, a criatividade e o pensamento crítico.

12. *Microlearning* e conteúdo de tamanho reduzido: A tendência de microlearning e entrega de conteúdo de tamanho reduzido transformará os materiais instrucionais tradicionais em recursos de aprendizagem mais curtos e direcionados que podem ser acessados a qualquer hora, em qualquer lugar e em qualquer dispositivo.

13. Microcredenciais: Microcredenciais são unidades de aprendizagem pequenas e empilháveis que podem ser obtidas por meio de cursos *on-line*, *workshops* ou outras experiências de aprendizagem. Elas fornecem uma estratégia flexível para os indivíduos adquirirem habilidades e conhecimentos específicos relevantes para seus objetivos de carreira."

14. Modelos de sala de aula invertida: Adoção de modelos de sala de aula invertida mudando os paradigmas tradicionais de ensino, com os alunos acessando conteúdo instrucional *on-line* fora da sala de aula e usando o tempo de aula para discussões interativas, atividades e exercícios de aplicação.

15. Desigualdade digital: A persistente exclusão digital, caracterizada pelo acesso desigual à tecnologia e à conectividade à Internet, afetará o acesso dos alunos aos recursos de aprendizagem *on-line* e a sua capacidade de participar em ambientes de aprendizagem digitais.

16. Inadequação de competências e exigências do mercado de trabalho: Mudanças econômicas, disrupções tecnológicas e as mudanças nas exigências do mercado de trabalho terão impacto na relevância e eficácia dos currículos educativos, dos programas de formação e das iniciativas de desenvolvimento da força de trabalho na preparação dos estudantes para futuras oportunidades de emprego.

17. Mudanças demográficas e perfis de estudantes: Mudanças demográficas, incluindo a idade da população, etnia, *status* socioeconômico e localização geográfica, afetarão a composição das populações estudantis e a procura de diversos programas e serviços educativos.

18. Educação para a Sustentabilidade Ambiental: Incorporação da educação para a sustentabilidade ambiental nos desenhos curriculares, objetivando aumentar a conscientização sobre as questões ambientais, inspirar comportamentos ambientalmente responsáveis e cultivar um senso de gestão ambiental e sustentabilidade entre os alunos.

19. Desenvolvimento da indústria de educação para exportação: Desenvolvimento da indústria de exportação de educação, onde países aproveitam sua experiência educacional, herança cultural e vantagens linguísticas para atrair estudantes internacionais, oferecer programas educacionais transnacionais ou exportar produtos e serviços educacionais.

20. Crescimento do mercado de tecnologia educacional: Crescimento do mercado de tecnologia educacional (EdTech), com maior investimento em plataformas de aprendizagem digital, software educacional, cursos *on-line* e tecnologias de aprendizagem adaptativas para melhorar os resultados de ensino e aprendizagem, expandir o acesso à educação e apoiar iniciativas de aprendizagem ao longo da vida.

21. Desinformação em massa impulsionada pela IA: O conteúdo digital disponível *on-line* é cada vez mais produzido ou pelo menos editado por sistemas de inteligência artificial, em vez de ser autêntico ou produzido por criadores humanos. À medida que o conteúdo gerado por IA se torna mais barato, de melhor qualidade e mais fácil de produzir, torna-se mais difícil discernir entre conteúdo criado por humanos e o gerado por IA. Poderemos acabar, muito em breve, numa situação em que conteúdos altamente sofisticados gerados por IA "inundem" a Internet, e com isso a desinformação poderá ser disseminada em grande escala, transformando a Internet em um ambiente menos confiável.

22. Crescimento dos Neo Generalistas: Neo generalistas são pessoas constantemente dispostas a aprender. Estas pessoas multidisciplinares trabalham em áreas intermediárias de competência, aproveitando o *know-how*

ou uma variedade de assuntos especializados. O número de neo generalistas está constantemente aumentando e, no futuro, a inteligência artificial moldará ainda mais a natureza do trabalho do conhecimento.

23. Linguagem Escrita e Pesquisa em motores de busca: A linguagem escrita e os motores de busca convencionais estão sendo superados por modelos de processamento de linguagem muito mais inteligentes e por busca e consumo de informações mais rápidos e fluidos. Esta tendência é mais proeminente entre os jovens de hoje; no entanto, tem implicações no futuro da linguagem escrita e do acesso à informação como um todo. Ainda poderemos ver o surgimento de uma nova cultura oral pós-alfabetização que é menos estruturada e mais espontânea, possivelmente florescendo no espaço virtual como, por exemplo, no metaverso.

SINAIS QUE PODERÃO IMPACTAR O SETOR DE EDUCAÇÃO

1. Ambientes de aprendizagem de realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR): Desenvolvimento de tecnologias imersivas de VR e AR que oferecem experiências educacionais interativas e envolventes, permitindo aos alunos explorarem mundos virtuais, realizar experimentos virtuais e interagir com conteúdo digital em espaços tridimensionais.

2. Análise de aprendizagem e análise preditiva: Utilização de técnicas de análise de aprendizagem e preditiva para analisar grandes conjuntos de dados sobre desempenho, comportamento e envolvimento dos alunos, permitindo que educadores identifiquem alunos em risco, personalizem intervenções e otimizem estratégias de ensino.

3. Aprendizagem Adaptativa: Os sistemas de aprendizagem adaptativa usam algoritmos para acompanhar o progresso do aluno e ajustar o conteúdo de aprendizagem e o nível de dificuldade de acordo. Essa abordagem garante que os alunos sejam desafiados, mas não sobrecarregados, levando a uma aprendizagem mais eficaz e eficiente.

4. Inteligência Artificial (IA) e Aprendizado de Máquina (ML): As tecnologias de IA e ML têm o potencial de revolucionar o setor educacional, fornecendo experiências de aprendizagem personalizadas, automatizando tarefas administrativas e oferecendo *feedback* em tempo real a alunos e professores. Ferramentas alimentadas por IA poderão analisar os dados dos alunos para identificar áreas onde eles precisam de suporte adicional e fornecer materiais de aprendizagem personalizados.

5. Globalização e Competência Intercultural: A crescente interligação das sociedades e economias em todo o mundo influenciará os currículos educativos para enfatizar o desenvolvimento das competências interculturais, da consciência, e das competências de comunicação globais.

6. Apoio ao bem-estar e à saúde mental: Integração de serviços de apoio ao bem-estar e à saúde mental em ambientes educacionais para enfrentar os crescentes desafios de saúde mental enfrentados pelos estudantes, proporcionando acesso a aconselhamento, práticas de atenção plena e recursos de apoio emocional para promover o bem-estar geral e resiliência.

7. Pedagogia Culturalmente Responsiva: Reconhecimento da importância da pedagogia culturalmente responsiva na educação, que envolve a adaptação de abordagens de ensino, materiais e avaliações para refletir as origens culturais, identidades, línguas e experiências vividas pelos alunos, promovendo a inclusão, a diversidade e a equidade.

8. Voz e agência dos alunos: Capacitação da voz e da agência dos alunos nos processos de tomada de decisão educacional, elaboração de currículo e práticas em sala de aula, promovendo ambientes de aprendizagem centrados no aluno, autonomia, propriedade e envolvimento em sua própria jornada de aprendizagem.

9. Diplomacia Educacional e Poder Suave (*soft power*): Elevação da educação como uma ferramenta para a diplomacia, o intercâmbio cultural e a projeção do soft power no cenário global, incluindo iniciativas como parcerias internacionais de educação, programas de diplomacia cultural e ajuda educacional aos países em desenvolvimento.

10. Internacionalização da Educação: Esforços políticos para promover a colaboração internacional, a mobilidade estudantil e as parcerias transfronteiriças na educação, bem como iniciativas como programas de intercâmbio de estudantes e projetos de investigação conjuntos, moldarão as tendências e prioridades educativas globais.

11. Governança e Descentralização da Educação: Movimentos políticos em direção à descentralização de poder e maior autonomia para as instituições educativas locais nas estruturas de governança, nos mecanismos de responsabilidade e nos processos de tomada de decisão nos sistemas educativos em todo o mundo.

12. Polarização ideológica e conteúdo curricular: A polarização política e os conflitos ideológicos nas sociedades poderão influenciar os debates sobre o conteúdo educativo, os padrões curriculares e a seleção de livros escolares, particularmente em áreas como a história, a educação cívica e os estudos sociais.

13. Diversificação do Financiamento da Educação: Diversificação das fontes de financiamento da educação para além dos orçamentos governamentais, tais como a exploração de mecanismos alternativos de financiamento, como títulos educativos, doações ou iniciativas filantrópicas.

14. Parcerias Público-Privadas na Educação: Propostas de parcerias público-privadas (PPP) no setor da educação, onde entidades do setor privado colaboram com agências governamentais ou instituições educativas para investir no desenvolvimento de infraestruturas, integração tecnológica ou entrega de programas educativos.

15. Empresas supranacionais ganhando mais poder que os Estados: Empresas supranacionais, como Google e Amazon, estão se tornando cada vez mais poderosas e espera-se que desempenhem um papel maior no setor educacional global nos próximos anos. Estas empresas poderão proporcionar novas oportunidades educativas, tais como cursos *on-line* e salas de aula virtuais, e poderiam influenciar o currículo e os métodos de ensino utilizados nas escolas.

16. Inserção das moedas virtuais no sistema educacional: A ascensão das moedas virtuais, como Bitcoin e Ethereum, também poderá ter um impacto significativo no setor educacional. A moeda virtual poderia ser usada para pagar mensalidades e outras despesas educacionais, e poderia ser usada para criar oportunidades educacionais, como cursos *on-line* e salas de aula virtuais.

17. Mudança no conceito de especialista: Especialistas com conhecimentos profundos nas suas áreas serão naturalmente necessários também no futuro, mas o status dos especialistas e o valor atribuído a uma visão especializada individual estão mudando. Em particular, o valor dos chamados gurus está diminuindo, devido ao aumento das oportunidades em aproveitar a sabedoria das multidões, recolher grandes volumes de dados e utilizar aplicações inteligentes para obter conhecimento versátil.

EVENTOS DISRUPTIVOS QUE PODERÃO IMPACTAR O SETOR DE EDUCAÇÃO

1. Plena mercantilização dos serviços educativos: Mercantilização completa dos serviços educativos, onde a educação é cada vez mais tratada como uma mercadoria sujeita às forças de mercado, levando ao crescimento de modelos de financiamento baseados na concorrência e de escolha do consumidor na educação.

2. A escola como uma megacorporação: Durante a próxima década, milhares de milhões de crianças e jovens necessitarão tanto do ensino fundamental como da formação profissional, que, em alguns aspectos, serão diferentes dos anteriores requisitos de competências. Além disso, de acordo com várias estimativas, mais de 1,0 bilhão de adultos em idade ativa necessitarão de uma reconversão profissional significativa à medida que o desenvolvimento tecnológico acelera. A mudança em questão está tornando a educação num dos maiores e mais dinâmicos setores da economia. Considerando tudo isto, é perfeitamente possível que o crescente mercado global da educação seja em grande parte dominado por uma nova empresa de alta tecnologia, que poderá rapidamente tornar-se uma das maiores empresas do mundo.

3. Professor IA: No futuro, a inteligência artificial (IA) poderá substituir, em grande parte, os professores. Grande parte do trabalho rotineiro dos professores já pode ser automatizada, mas, além disso, a IA também

poderá ajudar os alunos a aprenderem de forma mais rápida e eficiente do que sob a orientação apenas de um professor humano. Neste cenário, o papel do professor seria mais parecido com o de um mentor, enquanto a IA cuida do próprio processo de aprendizagem.

4. Escolas sem professores: As escolas de programação École 42, Hive e a escola *on-line* de Mitra são os primeiros exemplos de novos tipos de escolas praticamente sem professores reais. É possível que o modelo baseado na utilização da Internet e na resolução de problemas da vida real em equipes informais se torne tão popular que, em última análise, substitua o atual modelo centrado no professor.

5. Simbiose Cérebro-IA: Os seres humanos não estão necessariamente condenados a perder a corrida contra a IA, porque uma inteligência artificial geral capaz de aprendizagem profunda pode se revelar impossível de ser criada. Além disso, se a IA avançar em grandes saltos, não se tornará necessariamente plenamente inteligente ou incompreensível para os humanos. Ao mesmo tempo, poderá ser possível aumentar a capacidade do cérebro humano com a ajuda de computadores e, por exemplo, da programação neural, para se igualar a uma futura super IA, ou mesmo excedê-la.

6. Inteligência de Enxame: Refere-se à inteligência que surge do poder de um enxame que compartilha conhecimentos e tarefas. Com a inteligência de enxame, por exemplo, entre milhares de engenheiros e muitas máquinas inteligentes, é possível tomar decisões mais inteligentes do que seria possível para um único ser humano ou máquina.

7. Formação Fragmentada: O conceito de diplomas fragmentados pode ser uma futura tendência que poderá revolucionar o modelo tradicional de ensino e aprendizagem. Neste novo paradigma educativo, os estudantes teriam a liberdade de construir os seus próprios percursos acadêmicos, selecionando cursos de diversas universidades e instituições de ensino. A universidade de origem combinaria então estes cursos selecionados num pacote coeso, concedendo um diploma personalizado ao aluno. Assim, as estruturas tradicionais de graduação e os currículos rígidos poderão gradualmente dar lugar a uma abordagem mais flexível e fragmentada, abrindo caminho para um futuro em que os diplomados estejam preparados para prosperar num mundo cada vez mais dinâmico e interligado.

8. Colapso do conhecimento geral: O nível de conhecimento geral pode diminuir ou até entrar em colapso. Na pior das hipóteses, isto levará ao surgimento de bolhas sociais dentro das quais quase não há conhecimento sobre a vida das pessoas que vivem em outras bolhas. Este tipo de desenvolvimento é impulsionado, por exemplo, pelos algoritmos utilizados nas redes sociais e nos motores de busca que fornecem conteúdo filtrado, cuja seleção é baseada no comportamento do usuário da Internet. Esse tipo de conteúdo não desafia nem amplia a visão de mundo.

9. Colapso da aprendizagem de línguas: As tecnologias inteligentes podem resolver problemas causados pelas barreiras linguísticas de forma suficientemente eficaz para desencorajar a aprendizagem de línguas. O valor das competências linguísticas versáteis poderá diminuir significativamente e levar ao colapso da aprendizagem de línguas, uma vez que os softwares de tradução conseguem lidar eficientemente com a linguagem escrita e falada.

INCERTEZAS

1. Haverá acesso à educação de qualidade e para todos no Brasil até 2045?

2. Até 2045 será mantido no Brasil a oferta de educação diferente para cada classe social?

3. Até 2045 o Brasil conseguirá aprimorar a Educação de forma a torná-la um instrumento de desenvolvimento?

4. Haverá uma melhoria significativa nos indicadores de desempenho na Educação Básica até 2045?

5. Serão desenvolvidas políticas de Estado para a educação atendendo as demandas por competências futuras até 2045?

6. A educação básica será mantida como responsabilidade dos estados e municípios até 2045?

7. O Estado terá capacidade de financiar uma educação de qualidade para todos os níveis até 2045?

8. A educação se tornará interdisciplinar até 2045?

9. Haverá formação tecnológica para professores do ensino básico, para que possam usá-las amplamente até 2045?

10. Serão adotadas trilhas de aprendizagens e conteúdos complementares nos currículos da educação básica, no Brasil até 2045?

11. Até 2045 a inteligência artificial e outras tecnologias serão capazes de suprir a demanda por cursos técnicos e profissionalizantes no Brasil?

12. Até 2045, as universidades públicas continuarão autônomas financeira e academicamente no Brasil?

13. Será possível mensurar o conhecimento gerado pelas universidades brasileiras até 2045?

14. Até 2045, haverá um crescimento da mobilidade de profissionais qualificados para o Brasil?

15. Até 2045, haverá um preparo efetivo de crianças, jovens e adultos para o desempenho de atividades econômicas, carreiras, profissões no Brasil?

16. O Brasil irá dispor de competências profissionais necessárias para acompanhar a transformação digital até 2045?

17. Até 2045, o Brasil estará preparado (com políticas educacionais e de assistência social) para se adequar às potenciais desigualdades na educação e no acesso ao mercado de trabalho que as novidades tecnológicas deverão trazer?

18. Até 2045, os egressos das instituições de ensino brasileiras estão preparados para lidar com as exigências e os desafios existentes no mercado?

19. Até 2045, o Brasil irá dispor de mão de obra qualificada para atender as exigências do mercado?

20. Haverá acesso à educação humanística no Brasil até 2045?

21. Vamos atingir letramento digital na maioria da população brasileira até 2045?

22. Metodologias de aprendizagem estarão conectadas com as necessidades da sociedade global e não somente local até 2045, no Brasil?

23. Até 2045, ocorrerá a extinção do modelo de educação de ensino superior atual vigente no Brasil?

24. Haverá o uso adequado e de forma ampla das ferramentas digitais no apoio à aprendizagem na educação básica e superior no Brasil até 2045?

25. Haverá políticas públicas brasileiras voltadas para recrutamento e seleção dos melhores professores para a educação básica até 2045?

26. O Estado brasileiro será capaz de oferecer desenvolvimento de competências que atenda as demandas dos nem-nem (juventude que nem trabalha nem estuda) até 2045?

Referências

Ahmaad, I.; Sharma, S.; Singh, R.; Gehlot, A.; Priyardarshi, N.; Twala, B. MOOC 5.0: A Roadmap to the Future of Learning. **Sustainability**, 2022, 14, 11199. https://doi.org/10.3390/su141811199

Bellucci, M.; Chiurco, A.; Cimino, A.; Ferro, D.; Longo, F.; Padovano, A. Learning Factories: a review of state of the art and development of a morphological model for an Industrial Engineering Education 4.0. **21st Mediterranean Electrotechnical Conference** (*MELECON*), 2022. DOI: 10.1109/MELECON53508.2022.9843084

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2023**: notas estatísticas. Brasília, DF: Inep, 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Resumo Técnico: Censo Escolar da Educação Básica 2023**.

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação em tempo integral cresce no Brasil**. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/fevereiro/educacao-em-tempo-integral-cresce-no-brasil. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

De Almeida, W.J.B.; Barbosa, M.V.; De Brito, H. L.; De Oliveira, V.M. Education 4.0: Value of Subjectivity in Meeting with Technology. **Research, Society and Development**, v.11, n.2, e44611225959, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25959

De Souza, A.S.C.; Debs, L. Concepts, innovative technologies, learning approaches and trend topics in education 4.0: A scoping literature review. **Social Sciences & Humanities Open**, Volume 9, 2024, 100902. ISSN 2590-2911, https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100902.

FUVEST. Acervo de Vestibulares. Disponível em: https://acervo.fuvest.br/?t=vestibular. Acesso em: 30 de junho de 2023.

Kumar, V. V.; Carberry, D.; Beenfeldt, C.; Andersson, M. P.; Mansouri, S. S.; Gallucci, F. Virtual reality in chemical and biochemical engineering education and training. **Education for Chemical Engineers**, 2021, 36, 143-159. https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.05.002

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **PISA 2018 Results**. OECD Publishing, 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm. Acesso em: 15 de julho de 2024.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **PISA 2022 results: Key findings**. OECD Publishing, 2022. Disponível em: https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2022-results.htm. Acesso em: 10 de agosto de 2024.

UNICAMP. Vestibulares. Disponível em: https://www.comvest.unicamp.br/. Acesso em: 30 de junho de 2024.

UFRGS. Vestibulares. Disponível em: https://www.ufrgs.br/vestibular/. Acesso em: 25 de junho de 2024.

UNESCO. Para além da recuperação: as futuras prioridades para a educação. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2023. Disponível em: https://www.unesco.org/pt/node/99516. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

Capítulo 11

11 MERCADO DE TRABALHO: NOVAS RELAÇÕES DE TRABALHO[73] [74]

Por Anaely Machado[75]

1. Introdução

Passados quatro anos desde a eclosão da pandemia de COVID-19, o mundo indica sinais da nova dinâmica econômica e social. Em linha com o processo de estabilização econômica pós-pandemia, a taxa de desocupação apresentou quedas consecutivas desde 2021 no Brasil, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No segundo trimestre de 2024, a taxa caiu para 6,9%, o menor nível de desemprego registrado desde dezembro de 2014, para o mesmo trimestre (Gráfico 1). Dessa forma, a população brasileira desocupada totalizou 7,4 milhões de pessoas e o total de ocupados alcançou o maior nível para o trimestre na série histórica (100,2 milhões de ocupados).

Gráfico 1 – Evolução da taxa de desemprego (em %) no Brasil

Nota: Valores referentes ao 2º trimestre de cada ano. Fonte: PNAD/IBGE. Elaboração própria.

Acompanhando a melhora no nível de emprego, o rendimento médio real dos trabalhadores cresceu significativamente nos últimos meses. No segundo trimestre de 2024, a renda média real foi de R$ 3.206, um aumento de 4,8% em relação a 2023.

Por outro lado, a subutilização da força de trabalho e a informalidade ainda são questões significativas. De acordo com o IBGE, a taxa de subutilização da força de trabalho foi de 16,4% no 2º trimestre de 2024. Além disso, o país registrou 3,3 milhões de pessoas em situação de desalento no mesmo período. A informalidade também é alta, com uma taxa de 38,6% registrada no mesmo período. Isso significa que havia 38,8 milhões de trabalhadores atuando na informalidade, conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADc/IBGE). Essas estatísticas destacam os desafios enfrentados pelo mercado de trabalho brasileiro em termos de subemprego e falta de segurança no trabalho.

De forma geral, o Brasil teve uma melhora significativa no mercado de trabalho, com uma queda histórica na taxa de desemprego, aumento da ocupação e crescimento do salário médio. Esses avanços são notáveis especialmente após a crise de 2014-2016 e a pandemia de COVID-19. No entanto, o país ainda enfrenta desafios em relação à informalidade e à qualificação de trabalhadores para cargos mais especializados. Diante dessa conjuntura, o mercado de trabalho enfrenta novos desafios.

[73] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Educação e Trabalho" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 20 de junho de 2022, em Brasília, nas dependências da ENAP, e que contou com a participação de 35 especialistas. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[74] Este trabalho contou com o apoio de Marcus Vinicius Ribeiro Paiva.

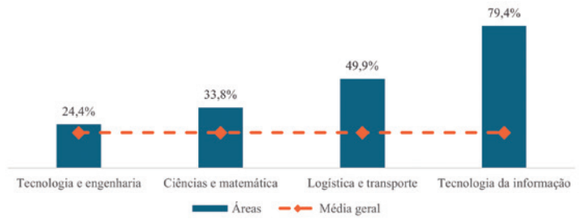
[75] Doutora em Economia pela Universidade de Brasília e Especialista em Desenvolvimento Industrial do Observatório Nacional da Indústria na CNI. Atualmente, é responsável por estudos sobre mercado de trabalho e educação, desenvolvendo projeções de emprego e demanda por formação profissional. Desenvolve estudos quantitativos e qualitativos, com ampla aplicação de instrumental de análise de dados em linguagens como R, Python e STATA. Em sua trajetória, acumulou experiência como pesquisadora e consultora em temas relacionados à avaliação de políticas públicas, inclusão social, programas de transferência de renda, regulação econômica e defesa da concorrência.

2. Novas perspectivas para o mercado de trabalho brasileiro

2.1. Tecnologias

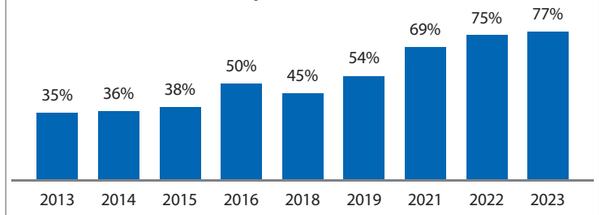
Entre 2010 e 2022, o Brasil registrou um crescimento do emprego formal de 19,8%. No mesmo período, algumas áreas relacionadas a tecnologias e mudanças no modo de organização da produção cresceram acima desta média (Gráfico 2). O aumento do emprego formal em áreas como Tecnologia e Engenharia (24,4%), Ciências e Matemática (33,8%), Logística e Transporte (49,9%) e Tecnologia da Informação (79,4%) pode ser atribuído à evolução tecnológica e à digitalização. A demanda por análise de dados e tomada de decisões baseada em dados impulsionou o crescimento em áreas relacionadas a STEM (ciências, tecnologia, engenharia e matemática), enquanto o aumento do comércio eletrônico e a globalização impulsionaram a área logística e transporte, aumentando a demanda por profissionais qualificados nesta área. Além disso, a necessidade de desenvolver, implementar e manter sistemas de Tecnologia da Informação (TI), bem como proteger os dados e as informações, está criando uma grande demanda por profissionais de TI.

Gráfico 2 – Crescimento do emprego formal em áreas de logística e tecnologia entre 2010 e 2022



Nota: a linha tracejada mostra a média do crescimento do emprego formal total no Brasil entre 20210 e 2022 (variação de 19,8%). Fonte: RAIS/MTE. Elaboração própria.

Gráfico 3 – Percentual de empresários que reportam dificuldade para encontrar talentos



Fonte: MangroupPower, 2023. Elaboração própria.

Diante de tais números, o mercado de trabalho está em constante transformação e traz cada vez mais desafios para a formação profissional. Nesse sentido, quatro em cada cinco empresários relataram dificuldade para encontrar profissionais talentosos para as vagas que são abertas, segundo pesquisa com 1020 entrevistados (MangroupPower, 2023) (ver gráfico 3). A conjuntura é ainda mais desafiadora ao se levar em consideração a constante e acelerada transformação dos perfis profissionais demandados pelo mercado de trabalho devido à expansão da tecnologia, da digitalização e de políticas de ASG (ambiental, social e governança). O World Economic Forum (WEF) aponta que 44% das competências requeridas atualmente pelo mercado de trabalho deverão ser modificadas até 2027 (Di Battista *et al.*, 2023).

É preciso, ainda, reconhecer que muitos jovens recém-formados desempenharão ocupações que ainda nem existem. A busca por inserção, reinserção e melhor posicionamento no mercado de trabalho passa pela necessidade, cada vez maior, de aprendizado contínuo. Estudos acadêmicos têm evidenciado que a pressão por requalificação é consideravelmente maior entre ocupações com menores níveis de educação e habilidades. Isso é especialmente relevante para o caso brasileiro, no qual cerca de 80% dos trabalhadores formais estavam alocados em ocupações que requerem formação até o ensino médio em 2022[76].

Por fim, qualificar a mão de obra exige atenção às reais necessidades do setor produtivo. Isso implica traçar um plano de oferta educacional em carreiras convergentes à demanda existente no mercado de trabalho e desenvolver competências complementares críticas para aqueles que já estão empregados. O relatório do WEF mostra que as competências mais demandadas por empresários em todo o mundo hoje são voltadas para habilidades analíticas, criativas e ligadas à autoeficiência, como resiliência, agilidade e motivação. Olhando para competências almejadas no futuro, ganham relevância significativa habilidades de manipulação e uso de inteligência artificial e big data, e as voltadas à liderança e à influência social.

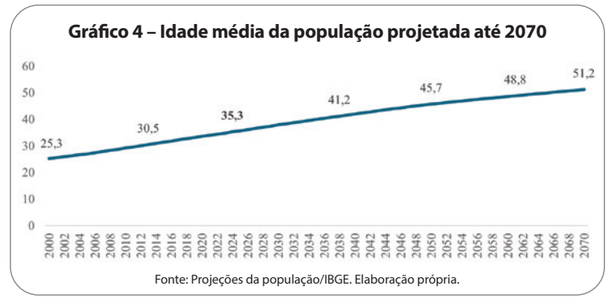
[76] Segundo dados administrativos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2021.

2.2. Demografia

As transformações demográficas no Brasil apontam para um momento de desaceleração no crescimento populacional, conforme as projeções de população do IBGE (2024). Estima-se que o país atingirá seu pico populacional em 2041, com 220,4 milhões de habitantes, a partir do qual a população começará a diminuir. Esse fenômeno é influenciado pela significativa queda na taxa de fecundidade, que passou de 2,3 filhos por mulher em 2000 para 1,6 em 2023, e deve chegar ao seu ponto mais baixo em 2040, com 1,4 filhos por mulher.

Como consequência desse processo, o envelhecimento populacional é um fator crítico cada vez mais evidente no caso brasileiro, com a duplicação na proporção de idosos na população de 8,7% em 2000 para 15,6% em 2023. A idade média da população, que atualmente é de 35,3 anos, deve subir para 51,2 anos até 2070, quando cerca de 37,8% dos brasileiros terão 60 anos ou mais (Gráfico 4). Tais transformações demográficas têm implicações profundas para as políticas públicas, exigindo uma adaptação nos serviços de saúde, previdência e infraestrutura, além de impactar a força de trabalho e a dinâmica econômica do país.

Gráfico 4 – Idade média da população projetada até 2070



Fonte: Projeções da população/IBGE. Elaboração própria.

Ao mesmo tempo em que a força de trabalho envelhece no país, a empregabilidade dos jovens representa um desafio para governos, educadores e empresas. De um lado, os jovens constituem uma força de trabalho potencial relevante para a promoção da produtividade e geração de renda na economia. Por outro, essa parcela da população ainda enfrenta desafios no que concerne o acesso à educação de qualidade e inserção em um mercado de trabalho cada vez mais concorrido.

Diante desta conjuntura, estima-se que aproximadamente 282,0 milhões de jovens não estudavam e nem trabalhavam (usualmente referidos como 'jovens nem-nem') no mundo em 2022, o maior patamar em 15 anos (ILO, 2022). No Brasil, o total de jovens nesta condição é de 10,9 milhões (17,1% da população total na mesma faixa etária). Embora o mundo já esteja em um momento de recuperação pós-pandemia, a Organização Internacional do Trabalho (OIT) destaca que, durante e logo após a crise, as empresas optaram por reter e contratar adultos mais experientes, limitando as oportunidades para os jovens. A dificuldade enfrentada pelos jovens para ingressarem e permanecerem em empregos de qualidade no início de suas carreiras pode resultar em uma armadilha em sua trajetória laboral, uma vez que esses jovens tendem a ficar presos em uma condição de desemprego ou ocupados em empregos de menor qualidade (trabalhos informais ou que pagam menores salários). Além disso, a pandemia também reduziu a qualidade e o acesso à educação, especialmente em países menos desenvolvidos, agravando ainda mais as perspectivas de futuro dos jovens.

A transição demográfica somada à concentração de jovens nas faixas inferiores de renda gera preocupações sobre o futuro do trabalho no Brasil. O envelhecimento da população em idade de trabalhar precisará ser compensado com maior eficiência no mercado de trabalho, maiores taxas de participação, menores taxas de desemprego e de informalidade para obter ganhos de produtividade e garantir a sustentabilidade previdenciária. Nesse contexto, cresce a necessidade de entender como os jovens estão se preparando e quais são as barreiras à inserção em cursos de nível técnico e superior e no mercado de trabalho.

2.3. Responsabilidade socioambiental

A importância da pauta relacionada a ASG (Ambiental, Social e Governança) nas empresas está se tornando cada vez mais evidente na estratégia das empresas, especialmente devido à incorporação de indicadores para estas dimensões no âmbito da sustentabilidade financeira dos negócios. O ASG refere-se a práticas empresariais que consideram fatores ambientais, sociais e de governança na tomada de decisões.

No Brasil, 51% dos líderes empresariais veem o ASG e a sustentabilidade como forças disruptivas principais, com base em uma pesquisa com 694 respondentes (Amcham, 2024). Isso indica um reconhecimento crescente de que a responsabilidade socioambiental e a boa governança não são apenas um compromisso com a sociedade, mas também podem impulsionar o desempenho dos negócios. A pesquisa mostrou que 56% dos líderes empresariais projetam um crescimento superior a 10% em 2024, sugerindo que parte do crescimento pode ser atribuída à adoção de práticas de ASG.

Em particular, a importância da incorporação da Responsabilidade Social Corporativa e Desenvolvimento Sustentável (RSC/DS) demonstram um processo de maior engajamento empresarial com as comunidades e o espaço em que estão inseridas, contribuindo para a reconfiguração do ambiente do ambiente de trabalho (Gond *et al.*, 2022). Segundo o estudo, as funções e os profissionais de RSC/DS têm um potencial significativo para reintegrar as organizações em seus contextos político, social e ecológico. No entanto, esse potencial ainda está longe de ser plenamente explorado. Os estudos levantando no relatório indicam que a pauta contribui para o desenvolvimento da capacidade das organizações em enfrentar grandes desafios, como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a proteção dos direitos trabalhistas e humanos ao longo de cadeias de suprimentos transnacionais. Nesse sentido, a pauta ASG engloba ações como a melhoria das condições de trabalho, maior inclusão e diversidade e promoção da sustentabilidade e proteção do meio ambiente.

2.4. Novos modelos de trabalho

O uso de plataformas digitais de trabalho e a expansão do teletrabalho têm consolidado transformações nas relações e processos de trabalho no Brasil e no mundo (IBGE, 2023). No último trimestre de 2022, entre os 87,2 milhões de trabalhadores ocupados, 2,1 milhões realizaram atividades profissionais por meio de plataformas digitais ou de comércio eletrônico, com 1,5 milhão utilizando aplicativos de serviços para exercer suas ocupações. Esse crescimento do trabalho por meio de plataformas evidencia a crescente influência da economia digital e das inovações tecnológicas sobre o mercado de trabalho brasileiro, impactando diretamente as condições de trabalho e a dinâmica de setores tradicionais. Entre os tipos de aplicativos utilizados, destacam-se aqueles voltados ao transporte particular de passageiros e à entrega de produtos, que representam 52,2% dos trabalhadores atuantes em plataformas.

No mesmo período, 9,5 milhões de pessoas no Brasil realizaram trabalho remoto, seja de forma habitual ou ocasional, representando 9,8% do total de ocupados no país. Desses, 7,4 milhões estavam em teletrabalho, utilizando Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para trabalhar. A diferença de 2,1 milhões entre aqueles que realizaram trabalho remoto e os teletrabalhadores evidencia a existência de uma parcela significativa da população que, embora trabalhe remotamente, não utiliza as TIC. Embora as plataformas digitais ofereçam oportunidades de geração de renda, elas também trazem desafios, como o acesso limitado a direitos trabalhistas e a menor proteção social. Em 2022, enquanto 60,8% das pessoas ocupadas no setor privado contribuíam para a previdência, apenas 35,7% dos trabalhadores de plataformas o faziam, deixando mais de 60% desprotegidos por institutos de previdência.

3. O Futuro do Trabalho

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das 43 sementes de futuro levantadas no âmbito do futuro do trabalho com suas respectivas classificações. Destaca-se que foram identificadas 19 tendências, 11 fatos portadores de futuro, 6 possíveis rupturas a frente, 7 incertezas associadas às dinâmicas do mercado de trabalho que estão descritas a seguir.

3.1. Tendências de impacto para o mercado de trabalho

Com base na conjuntura atual, é esperado que o mercado de trabalho brasileiro sofra influências de tendências que se enquadram em quatro categorias principais. A primeira categoria trata dos impactos das tecnologias, que se refere às mudanças provocadas pela evolução tecnológica e como elas estão modificando a natureza do trabalho. A segunda categoria é o avanço das ações para promoção da responsabilidade socioambiental e bem-estar do trabalhador, que aborda as iniciativas focadas na sustentabilidade ambiental e na qualidade de vida dos empregados. A terceira categoria, sobre a consolidação dos novos modelos de trabalho, trata do trabalho remoto e da expansão da economia com o uso de plataformas na internet. A quarta e última categoria aborda as transformações demográficas, discutindo as mudanças na composição da força de trabalho devido ao envelhecimento da população. As tendências específicas associadas a cada uma dessas categorias serão descritas em detalhes nos próximos parágrafos.

3.1.1. Impacto das tecnologias no mercado de trabalho

Aceleração da difusão de tecnologia da indústria 4.0 – As tecnologias de automação inteligente e de conectividade estão transformando rapidamente as indústrias, substituindo tarefas repetitivas e rotineiras tradicionalmente executadas por trabalhadores humanos. Robôs industriais, veículos autônomos e sistemas de produção automatizados já estão sendo implantados em vários setores, incluindo a produção, a logística e a agricultura, para realizar tarefas que eram tradicionalmente realizadas por seres humanos. Embora a automação possa levar ao desemprego tecnológico, também cria oportunidades para os trabalhadores fazerem a transição para funções mais qualificadas que exigem criatividade, resolução de problemas e conhecimentos técnicos.

Difusão da Inteligência Artificial (IA) – Os sistemas alimentados por IA podem analisar grandes quantidades de dados, fazer previsões e aprender com a experiência, apoiando a tomada de decisão e a otimização de processos. À medida que os algoritmos de IA se tornarem mais sofisticados, as máquinas executarão cada vez mais tarefas complexas, levando ao deslocamento de empregos em vários setores.

IA na geração e aplicação do conhecimento – Nesse contexto, espera-se que os avanços em aplicações de IA remodelem a natureza do trabalho e criem oportunidades de emprego em áreas como a ciência de dados, a engenharia de software e a investigação em IA, ao mesmo tempo que trabalhadores em natureza rotineiras e manuais tendem a ser substituídos por máquinas. A IA também transformará profissões em que há uso intensivo de conhecimento, em áreas como finanças, medicina, liderança e direito, fornecendo assistência na interpretação e análise de dados e informações.

Aumento da difusão das tecnologias *blockchain* – A tecnologia *blockchain*, conhecida por sua natureza segura e descentralizada, está ganhando força em diversos setores. À medida que as aplicações *blockchain* se expandem, haverá uma necessidade crescente de profissionais com experiência em desenvolvimento de *blockchain*, criptografia e sistemas distribuídos.

Aumento da incompatibilidade entre competências dos trabalhadores e as exigidas pelo mercado – A incompatibilidade de competências é um desafio persistente no mercado de trabalho brasileiro. À medida que as tecnologias avançam e os setores econômicos evoluem, poderá haver uma procura crescente de trabalhadores com competências especializadas em áreas como *STEM* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática), letramento digital e conhecimentos técnicos.

Maior relevância do aprendizado contínuo – O ritmo acelerado das mudanças tecnológica exige que os indivíduos aprendam e desenvolvam continuamente novas competências. As organizações estão investindo em programas de treinamento e desenvolvimento para ajudar seus funcionários a permanecerem relevantes e adaptáveis ao mercado de trabalho em constante mudança.

3.1.2. Avanço das ações para promoção da responsabilidade socioambiental e bem-estar do trabalhador

Difusão das tecnologias verdes – O foco crescente na sustentabilidade e nas alterações climáticas estão impulsionando o desenvolvimento de tecnologias verdes, tais como sistemas de energia renovável, veículos elétricos e soluções energeticamente eficientes. Espera-se que esta tendência crie oportunidades de emprego em engenharia, pesquisa e práticas comerciais sustentáveis.

Alterações climáticas intensas – As alterações climáticas já estão tendo um impacto negativo na economia global e espera-se que se tornem mais graves no futuro. Isto poderá levar à perda de empregos em segmentos econômicos vulneráveis às alterações climáticas, como a agricultura e o turismo.

Expansão de programas e estratégias para o bem-estar e saúde mental dos funcionários – As organizações estão reconhecendo a importância do bem-estar e da saúde mental dos funcionários na manutenção de uma força de trabalho produtiva e engajada. Esta tendência inclui iniciativas como programas de redução do stress, apoio à saúde mental e regimes de trabalho flexíveis.

Crescimento das iniciativas para aumento de diversidade e inclusão – As iniciativas de diversidade e inclusão ganharam impulso à medida que as organizações reconhecem a importância da responsabilidade social dentro e fora das empresas. Nos próximos 20 anos, é provável que haja um maior foco na promoção da diversidade, equidade e inclusão em todos os aspectos da cultura organizacional, desde práticas de recrutamento e contratação até o desenvolvimento de liderança e estratégias de retenção de funcionários. As empresas que priorizam a temática estarão mais bem posicionadas para atrair os melhores talentos, impulsionar a inovação e aumentar o envolvimento dos funcionários.

Ascensão do empreendedorismo social e do trabalho com objetivos – Há um interesse crescente no empreendedorismo social e no trabalho com objetivos, impulsionado pelo desejo de causar um impacto positivo na sociedade e no meio ambiente. A geração *Millennial* e Z, em particular, priorizam o propósito e a responsabilidade social ao escolher empregadores e planos de carreira. Espera-se que esta tendência influencie os valores organizacionais, as iniciativas de responsabilidade social corporativa e as estratégias de envolvimento dos funcionários nos próximos anos.

3.1.3. Consolidação dos novos modelos de trabalho

Manutenção do trabalho remoto ou híbrido – As tecnologias de trabalho remoto continuam transformando o mercado de trabalho global, permitindo que os funcionários trabalhem em qualquer lugar, colaborem com colegas através de fronteiras geográficas e acessem oportunidades de emprego independentemente da localização. Embora o trabalho remoto ofereça flexibilidade e equilíbrio entre vida profissional e pessoal para os funcionários, ele também apresenta desafios relacionados à conectividade digital, à segurança cibernética e à manutenção da cultura organizacional.

Fortalecimento *gig economy* e acordos de trabalho flexíveis – A ascensão da *gig economy* e dos acordos de trabalho flexíveis está remodelando os modelos de emprego e as estruturas organizacionais tradicionais. As plataformas de trabalho *freelancer*, por contrato e a pedido, oferecem aos indivíduos maior flexibilidade e autonomia na forma como trabalham, ao mesmo tempo que permitem às organizações terem acesso a competências especializadas e dimensionar a sua força de trabalho de forma mais dinâmica. Espera-se que esta tendência continue à medida que as plataformas tecnológicas facilitem ligações contínuas entre empregadores e trabalhadores independentes.

Crescimento das estruturas organizacionais de trabalho ágeis e flexíveis – As organizações estão cada vez mais adotando estruturas de trabalho ágeis e flexíveis para se adaptarem às rápidas mudanças nas condições de mercado e nas preferências dos funcionários. Isso inclui opções de trabalho remoto, horários flexíveis e acordos de trabalho baseados em projetos.

Economia de plataformas e transformação digital – A economia de plataformas, impulsionada pelos avanços tecnológicos, está transformando os negócios e criando modelos de negócio. As organizações, com a implementação de processos de transformação digital, têm buscado aproveitar as oportunidades oferecidas pelas plataformas e ecossistemas digitais para se manterem competitivas.

Tomada de decisão descentralizada – A mudança para a tomada de decisões descentralizada é outra tendência organizacional que poderá continuar a evoluir nos próximos 10 anos. As estruturas hierárquicas tradicionais estão dando lugar a modelos organizacionais mais planos e ágeis que capacitam os funcionários de todos os níveis para tomarem decisões de forma autônoma. Esta tendência promove a inovação, agilidade e adaptabilidade, permitindo que as organizações respondam de forma mais eficaz às oportunidades e desafios emergentes.

3.1.4. Transformações demográficas

Envelhecimento da força de trabalho – Com o envelhecimento da população em muitas partes do mundo, há um segmento crescente de trabalhadores mais velhos que permanecem ativos no mercado de trabalho para além da idade tradicional de aposentadoria. O aumento da participação de trabalhadores mais velhos

nas empresas traz experiência, habilidades e conhecimentos valiosos para as organizações, mas também exige mudanças na gestão de talentos para promoção da saúde e do aprendizado contínuo.

Fim do bônus demográfico – A população em idade ativa do Brasil começará a diminuir ainda na próxima década, em decorrência da redução da taxa de fecundidade. Somado ao envelhecimento da população, deverá aumentar consideravelmente a taxa de dependência (número de pessoas dependentes por pessoas ativas), agravando os desafios para os sistemas de previdência e a manutenção da renda econômica.

Geração perdida de jovens nem-nem – A tendência da geração de jovens nem-nem, que nem estudam nem trabalham, tem se acentuado devido às recentes crises econômicas e à estagnação na geração de empregos. Essa situação tem levado a um aumento no número de jovens que se encontram desvinculados do sistema educacional e do mercado de trabalho, criando uma "geração perdida" que enfrenta desafios significativos para a inserção profissional e o desenvolvimento de carreira. Essa tendência representa um desafio socioeconômico importante, pois a falta de oportunidades para os jovens pode levar a problemas de longo prazo, como a pobreza persistente, a marginalização social e o desperdício de potencial humano.

3.2. Sinais que poderão impactar o mercado de trabalho

Além das tendências já observadas, o mercado de trabalho dá sinais de mudanças emergentes que poderão impactar os empregos futuros, embora ainda haja incerteza sobre a concretização de tais eventos. Esses sinais indicam uma mudança para um ambiente de trabalho mais flexível, digital e inclusivo, com um foco crescente na análise de dados, na ética e na responsabilidade social, e na utilização de tecnologias emergentes para otimizar a gestão de talentos e a tomada de decisões.

Criação de equipes virtuais e colaboração global – Os avanços nas tecnologias de comunicação e colaboração permitem que as equipes virtuais e a colaboração global se tornem mais predominantes. Esta tendência permite que as organizações aproveitem diversos conjuntos de talentos e conhecimentos de todo o mundo.

Processos de tomada de decisões baseada em dados – A tomada de decisões baseada em dados está se tornando cada vez mais arraigada na cultura organizacional à medida que as empresas aproveitam a análise de dados e ferramentas de *Business Intelligence* para informar escolhas estratégicas e processos operacionais. Nos próximos 20 anos, as organizações deverão investir ainda mais em infraestruturas de dados, capacidades analíticas e formação em letramento de dados para aproveitar o poder dos dados para obter vantagens competitivas. Ao aproveitar os insights de dados, as organizações podem tomar decisões mais informadas, otimizar o desempenho e impulsionar a inovação.

Trabalho fantasma – Um trabalho fantasma refere-se a um anúncio de emprego que não existe ou já foi preenchido, apesar de permanecer ativo nos quadros de empregos ou nos sites da empresa. Essas postagens podem ser enganosas, servindo a diversos propósitos, como inflacionar estatísticas do setor, cumprir cotas internas ou disfarçar práticas de contratação discriminatórias. Os empregos fantasmas podem contribuir para perturbações sistêmicas no mercado de trabalho, prejudicando todas as partes e, ao mesmo tempo, levando potencialmente os reguladores a intervirem.

Gerenciamento algorítmico para otimização da força de trabalho – A análise preditiva, que utiliza algoritmos de aprendizado de máquina, e o gerenciamento algorítmico, que aplica inteligência artificial (IA) para otimizar o agendamento, a alocação de tarefas e a avaliação de desempenho, são ferramentas essenciais no planejamento da força de trabalho. Ao analisar dados históricos e dinâmicas de mercado, essas abordagens permitem prever necessidades futuras, como lacunas de competências e mudanças demográficas, possibilitando a antecipação de demandas de pessoal e o desenvolvimento de estratégias proativas de aquisição e retenção de talentos. Essas tecnologias têm o potencial de otimizar a eficiência, a produtividade e a resiliência organizacional, adaptando-se a condições de mercado cada vez mais dinâmicas.

Considerações éticas e responsabilidade socioambiental como estratégia para retenção de talentos – Consumidores e funcionários exigem cada vez mais que as organizações operem de forma ética e assumam a responsabilidade pelo seu impacto socioambiental. As organizações que priorizam a sustentabilidade, a diversidade e a inclusão têm maior probabilidade de atrair e reter os melhores talentos.

***Crowdsourcing* e resolução distribuída de problemas –** O *crowdsourcing*, que é a prática de envolver um grande grupo de pessoas na resolução de problemas ou na conclusão de tarefas, está prestes a se tornar um modelo de trabalho convencional. Esta prática tem potencial de remodelar a relação tradicional entre empregadores e empregados e criar oportunidades de trabalho flexível e descentralizado. Ela está se tornando uma ferramenta poderosa para as organizações explorarem a inteligência coletiva de diversos indivíduos e resolverem problemas complexos. Esta abordagem pode levar a soluções inovadoras e aumentar a criatividade.

Glocalização e Adaptação Local – Enquanto a globalização continua, há também uma oportunidade para a localização. As organizações estão adaptando seus produtos, serviços e cadeias de abastecimento para satisfazer as exigências únicas dos mercados locais, tendo em conta as preferências culturais e as preocupações de sustentabilidade.

Mercados abertos de talentos – Os mercados abertos de talentos conectam organizações a grupos de talentos externos, incluindo *freelancers*, consultores e trabalhadores temporários, para atender às necessidades baseadas em projetos e aumentar as capacidades internas. Estas plataformas aproveitam tecnologias digitais e efeitos de rede para facilitar a combinação perfeita entre organizações e profissionais independentes. À medida que a economia *gig* continue a se expandir e o trabalho remoto se torne mais intenso, os mercados abertos de talentos poderão emergir como facilitadores essenciais de estratégias de força de trabalho flexíveis e ágeis.

Neurodiversidade e práticas inclusivas de contratação – Neurodiversidade refere-se à variação nas características neurológicas e nas habilidades cognitivas entre os indivíduos, incluindo condições como transtorno do espectro do autismo (TEA) e transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). As organizações reconhecem cada vez mais o valor da neurodiversidade no local de trabalho e implementam práticas de contratação inclusivas para explorar diversos conjuntos de talentos.

Mudanças no conceito de especialização – Especialistas com conhecimentos profundos nas suas áreas serão naturalmente necessários no futuro, mas o *status* dos especialistas e o valor atribuído a uma visão especializada individual estão mudando. Em particular, o valor dos chamados "gurus" poderá diminuir devido ao aumento das oportunidades em aproveitar a sabedoria das multidões, recolher grandes volumes de dados e utilizar aplicações inteligentes para obter conhecimento versátil.

Organizações Autônomas Descentralizadas (DAOs) – As DAOs representam um forte sinal organizacional que poderá potencialmente tornar-se uma tendência no mercado de trabalho global nos próximos 20 anos. Estas são organizações governadas por contratos inteligentes e mecanismos descentralizados de tomada de decisão, muitas vezes habilitados pela tecnologia *blockchain*. Os DAOs têm o potencial de perturbar as estruturas organizacionais tradicionais, eliminando a necessidade de autoridade centralizada e permitindo operações transparentes e autônomas.

3.3. Eventos disruptivos que poderão impactar o mercado de trabalho

Predominância da holacracia e autogestão – Holacracia é um sistema de gestão organizacional que distribui autoridade e poder de tomada de decisão entre equipes ou círculos auto-organizados. Embora já seja notável em empresas, o conceito de holacracia assinala um afastamento das estruturas hierárquicas tradicionais em direção a formas de organização mais descentralizadas e adaptativas. À medida que as organizações procuram promover a inovação e a agilidade, os princípios da autogestão e da autoridade distribuída podem ganhar força.

Aumento das agitações e protestos sociais – A agitação social e os protestos estão aumentando em todo o mundo e isto poderá ter um impacto negativo na economia global, especialmente com o aumento da polarização política. A agitação social pode levar a perturbações na produção e no comércio e pode dificultar o funcionamento das empresas.

Sistemas de Classificação Social – A implementação de sistemas de classificação social, semelhantes à Pontuação de Crédito Social (SCS) da China, tem o potencial de impactar significativamente o mercado de trabalho global. Esses sistemas usam vários pontos de dados, incluindo informações financeiras, jurídicas e

sociais, para criar pontuações de confiabilidade para indivíduos. Tais sistemas poderiam influenciar as oportunidades de emprego, o acesso aos serviços e a mobilidade social geral.

***Slowbalization* –** O abrandamento da globalização, ou *slowbalization*, poderá também ter um impacto negativo no mercado de trabalho global. Este processo poderá levar a uma diminuição do comércio e do investimento, que, por sua vez, poderá levar à perda de postos de trabalho nas indústrias orientadas para a exportação. Poderia também criar obstáculos para as empresas encontrarem trabalhadores qualificados, o que poderia exercer uma pressão ascendente sobre os salários.

Expansão das políticas de Renda Básica Universal (UBI) – A renda básica universal (RBU) é um conceito que propõe proporcionar a todos os indivíduos um pagamento periódico e incondicional em dinheiro para cobrir suas necessidades básicas, independentemente da situação profissional. Embora ainda em fase conceitual, o RBU ganhou atenção como uma solução potencial para resolver a desigualdade de rendimentos, o desemprego devido à automação e a pobreza nos setores industrial e de serviços.

Crise nos sistemas de aposentadoria – O aumento da esperança de vida e o declínio das taxas de fertilidade têm aumentado a taxa de dependência (número de pessoas dependentes em relação a população economicamente ativa). Muitos países desenvolvidos consideram difícil conceder pensões no prazo de uma geração. Se o fraco crescimento econômico persistir, serão necessárias mudanças estruturais. Algumas soluções potenciais para lidar com o crescente déficit de poupança para a reforma seriam a imigração, o progresso tecnológico, cortes na segurança social ou o aumento da idade de reforma, e impostos e taxas de contribuição mais elevadas.

3.4. Incertezas que precisarão ser respondidas

- Até 2045, o Estado brasileiro será capaz de adotar políticas de transferência e manutenção de renda para os trabalhadores que perderem seus empregos para a automação?

- Até 2045, haverá um preparo efetivo dos trabalhadores para o desempenho de atividades requeridas pelas empresas no Brasil?

- O Brasil será capaz de reter os profissionais qualificados no país até 2045?

- Com a evolução da automação e a mudança nos modelos de trabalho, haverá emprego para todos no Brasil até 2045?

- Até 2045, o Brasil conseguirá desenvolver políticas que acompanhem adequadamente as demandas das novas relações de trabalho, garantindo a proteção social e sustentabilidade do sistema de previdência?

- Até 2045, o mercado de trabalho brasileiro conseguirá se adaptar aos rápidos avanços tecnológicos, incluindo a automação e a inteligência artificial?

- Até 2045, o mercado de trabalho brasileiro conseguirá se adaptar às mudanças na dinâmica comercial, incluindo mudanças nas políticas internacionais de comércio, interrupções na cadeia de abastecimento e flutuações na demanda global pelas exportações brasileiras?

4. Considerações finais

O futuro do trabalho no Brasil será moldado por uma confluência de tendências e transformações já em curso. A aceleração da tecnologia está reconfigurando a natureza das funções tradicionais e criando oportunidades em setores altamente especializados. No entanto, esta evolução também traz desafios significativos, como o desemprego tecnológico e a crescente incompatibilidade entre as competências dos trabalhadores e as exigências do mercado. O investimento em aprendizado contínuo e a adaptação às novas demandas tecnológicas serão cruciais para manter a relevância e a empregabilidade.

Além das mudanças tecnológicas, a crescente ênfase na responsabilidade socioambiental e no bem-estar dos trabalhadores está se consolidando como uma prioridade dentro das organizações. O avanço das tecnologias verdes e as iniciativas para promover a diversidade e inclusão são reflexos de uma transformação mais ampla nas expectativas sociais em relação às práticas corporativas. Empresas que abraçam a sustentabilidade e a saúde mental dos funcionários não apenas atendem às exigências dos consumidores e trabalhadores, mas também se posicionam de forma mais competitiva no mercado.

A consolidação dos novos modelos de trabalho, incluindo o trabalho remoto e a economia de plataformas, está redefinindo a estrutura tradicional de emprego e organização. Essas mudanças oferecem flexibilidade e novas oportunidades, mas também apresentam desafios relacionados à gestão e à cultura organizacional. À medida que as estruturas organizacionais se tornam mais ágeis e descentralizadas, a adaptação a essas novas formas de trabalho será essencial para a eficiência e a inovação.

Por fim, as transformações demográficas, como o envelhecimento da força de trabalho e o fim do bônus demográfico, impõem novos desafios para a produtividade e a sustentabilidade da previdência. Ao mesmo tempo, é preciso lidar com o alto percentual de jovens nem-nem, buscando soluções efetivas para a realocação nos estudos e no mercado de trabalho.

Em resumo, o futuro do trabalho será moldado por uma complexa interação entre tecnologia, responsabilidade socioambiental, novas formas de trabalho e mudanças demográficas. A adaptação e a implementação de políticas eficazes serão cruciais para criar um mercado de trabalho mais inclusivo, inovador e que gere impactos sociais e ambientais positivos.

Referências

AMCHAM. Amcham Talks: Pesquisa Panorama 2024. Disponível em: https://conteudo.amcham.com.br/panorama-2024#rd-section-ljg10d3g. Acesso em 04 de setembro de 2024.

DI BATTISTA, A.; GRAYLING, S.; HASSELAAR, E.; LEOPOLD, T.; LI, R.; RAYNER, M.; ZAHIDI, S. Future of jobs report 2023. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2023. Disponível em: https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023. Acesso em 04 de setembro de 2024.

GOND, J.; AUGUSTINE, G.; SHIN, H.; TIRAPANI, A.; MOSONYI, S. How corporate social responsibility and sustainable development functions impact the workplace: A review of the literature. ILO Working Paper 71. Geneva: ILO, 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População do país vai parar de crescer em 2041. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41056-populacao-do-pais-vai-parar-de-crescer-em-2041. Acesso em: 04 set. 2024.

_____. Teletrabalho e trabalho por meio de plataformas digitais 2022 PNAD contínua. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102035_informativo.pdf. Acesso em: 04 de setembro de 2024.

ILO - INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. Global Employment Trends for Youth 2022: Investing in transforming futures for young people. Geneva: ILO, 2022.

MANPOWERGROUP. Pesquisa de escassez de talentos no Brasil. Disponível em: https://blog.manpowergroup.com.br/pesquisa-escassez-de-talentos-2023. Acesso em 04 de setembro de 2024.

Capítulo 12

12 SETOR DE SAÚDE BRASILEIRO[77]

Por Marcello José Pio[78] e Vitor Mendes[79]

1. Introdução

À medida que adentramos a terceira década do século XXI, o mundo da saúde enfrenta um momento de transformação sem precedentes. Impulsionados pelo rápido avanço tecnológico e pela necessidade emergente de atendimento globalizado, estamos à beira de uma nova era na medicina. Durante séculos, o setor de saúde evoluiu a passos lentos, dependendo invariavelmente do conhecimento acumulado e das limitadas ferramentas manuais. Hoje, no entanto, esse ritmo se acelera exponencialmente por causa de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, genômica e nanotecnologia, que prometem uma revolução na personalização e eficácia do cuidado ao paciente.

A disseminação da telemedicina desafia fronteiras geográficas, ampliando o acesso à saúde de qualidade e transformando a relação entre médicos e pacientes. A saúde mental ganha destaque em uma era hiperconectada, onde a digitização oferece novas ferramentas terapêuticas ao mesmo tempo em que suscita questões pertinentes sobre seu impacto no bem-estar, estilo de vida, e consumismo, uma vez que a saúde mental contemporânea está estritamente ligada a dependência de validação nas mídias sociais, que se relacionam aos distúrbios de ansiedade, estresse e *burnout* digital.

À medida que os sistemas de saúde se tornam mais inteligentes e interconectados, eles prometem otimizar o uso de recursos e melhorar as respostas a demandas populacionais dinâmicas. E este tem sido um grande desafio há décadas enfrentado pelos sistemas de saúde no mundo, especialmente pelo Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro, com seu modelo de atenção integral, universal e gratuito, que sempre dependeu da otimização das capacidades de gestão de recursos escassos para cumprir com seu propósito e legado em ser o maior sistema de saúde público e gratuito do mundo.

A robótica por sua vez avança no apoio a cirurgias, cuidados de longo prazo e na solução de problemas de mobilidade, em um vislumbre do potencial humano-aumentado. Esta é uma promessa que traz grandes esperanças à área de reabilitação de pacientes que sofreram lesões graves, amputações e perda de mobilidade, e que poderão contar com órteses e próteses robóticas, ou até mesmo com implantes que poderão se conectar com terminações nervosas possibilitando a reabilitação ou recuperação de movimentos.

Ao mesmo tempo, a sustentabilidade torna-se um imperativo na saúde, com a crescente consciência sobre como a saúde ambiental está diretamente ligada à saúde humana. Não é novidade que o conceito de saúde está conectado com determinantes sociais, que discutimos na primeira seção deste capítulo, e que por sua vez estão diretamente conectados aos aspectos ambientais em que as populações estão inseridas. Nesta esteira de pensamento novas estratégias são necessárias para adaptar os cuidados de saúde às realidades de um planeta em mudanças climáticas que certamente irão influenciar o surgimento de novas doenças, permitir a introdução de vetores e doenças em populações que não as conheciam, e até mesmo possibilitar o desencadeamento de novas pandemias.

[77] Este capítulo é resultado do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[78] Marcello Pio. Doutor em Gestão e Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Responsável pelo Núcleo Prospectivo do Observatório Nacional da Indústria da Confederação Nacional da Indústria. Pesquisador sênior do Grupo de pesquisa sobre Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). Consultor Cinterfor/OIT para desenvolvimento de cursos e aconselhamento sobre métodos prospectivos de formação profissional. Condecorado a Medalha do Exército Brasileiro em 2021 pelos serviços prestados na criação de cenários geopolíticos. Atua na área de prospectiva desde 2001.

[79] Vítor Mendes. Mestre em Saúde Coletiva pela Universidade de Brasília (UnB). Especialista em Epidemiologia de Campo (FIOCRUZ), Especialista em Data Analytics e Business Intelligence (PucMinas) e MBA em Gerenciamento de Projetos (FGV). Responsável pelo Núcleo de Saúde e Epidemiologia do Observatório Nacional da Indústria da Confederação Nacional da Indústria. Foi professor do Instituto Federal (IFG) e consultor do Ministério da Saúde (MS). Vencedor do primeiro Desafio de Dados em Saúde Pública do Brasil em 2018, oferecido pela QUBO e FIBRA.

Por outro lado, há que se considerar também que a educação e o treinamento em saúde estão sendo reimaginados através de tecnologias imersivas, garantindo que a próxima geração de profissionais de saúde esteja equipada para enfrentar os desafios de um mundo em constante mudança. Esta evolução já pode ser observada de modo muito claro quando consideramos a velocidade com que as vacinas contra a COVID-19 foram desenvolvidas. O que se levava em média 10 anos, chegou aos braços de algumas populações em meados de 2020, ou seja, em um cenário de esforço global da ciência para enfrentar uma doença até então desconhecida e de quadro clínico grave, foi realizado em meses.

Portanto, ao considerarmos toda a história evolutiva do processo de conhecimento humano sobre medicina e saúde humana acende-se a chama da esperança para o enfrentamento dos problemas em saúde atuais e vindouros. No entanto, não podemos negligenciar as relações políticas e de consumo que permeiam o acesso das populações à bens e serviços de saúde. Países emergentes como o Brasil precisam formular estratégias de desenvolvimento de pesquisas e inovação para alcançar a vanguarda do desenvolvimento e utilização das novas tecnologias médicas, pois em um mundo globalizado e competitivo as relações de poder são determinantes do acesso à bens e serviços de saúde de última geração.

2. O setor de saúde no Brasil – Uma visão evolutiva

Na última década, o setor de saúde do Brasil passou por mudanças significativas, impulsionadas por mudanças socioeconômicas, avanços tecnológicos e reformas estruturais. A seguir, apresenta-se uma visão geral do setor brasileiro de saúde considerando os últimos 10 anos.

2.1. Gastos e financiamento de saúde

O sistema de saúde do Brasil é uma mistura de setores público e privado. O setor público, conhecido como SUS (Sistema Único de Saúde), fornece assistência médica universal, enquanto o setor privado atende aqueles com seguro de saúde ou meios para pagar do próprio bolso. A Tabela 1 apresenta as despesas relacionadas à saúde nos últimos 10 anos.

Vale ressaltar que durante a pandemia da COVID-19, os gastos com saúde aumentaram para quase 9,6% do PIB em 2020, com o aumento dos investimentos em cuidados de emergência, vacinação e medidas de saúde pública. Após a pandemia, a taxa de gastos diminuiu ligeiramente, mas continua mais alta do que no início da década de 2010.

2.2. Cobertura e seguro de saúde

A cobertura de seguro de saúde privado tem flutuado, particularmente impactada por fatores econômicos como a recessão de 2015–2016 e a pandemia. De acordo com a Tabela 2, o número de brasileiros cobertos por planos de saúde privados caiu durante a crise econômica, mas começou a se recuperar após a pandemia devido à melhora das condições econômicas e ao crescente interesse por serviços de saúde suplementar.

2.3. A Força de trabalho no setor de saúde

O número de profissionais de saúde, incluindo médicos e enfermeiros, tem experimentado um crescimento constante em resposta à crescente demanda por serviços de saúde e iniciativas para reduzir a escassez em regiões carentes. O crescimento da força de trabalho na área da saúde foi impulsionado por programas governamentais como o *Mais Médicos* e *Médicos pelo Brasil*, que levou uma maior quantidade de médicos para as regiões carentes, juntamente com iniciativas de treinamento e educação. A Tabela 3 apresenta a relação de médicos e enfermeiros por 1.000 habitantes.

Tabela 1 – Despesa Pública em Saúde (2013–2023)

Ano	Despesas com saúde (setor público) como % do PIB	Despesas com saúde per capita (USD)
2013	8,4%	470
2015	9,2%	530
2017	9,5%	560
2019	9,1%	590
2020	9,6%	620
2021	9,3%	610
2023	8,9%	580

Fonte: Ministério da Saúde (2023).

Tabela 2 – Evolução da População brasileira com Seguro de Saúde Privado

Ano	População Coberta por Seguro de Saúde Privado (%)
2013	25,5%
2015	24,9%
2017	23,3%
2019	24,2%
2021	26,0%
2023	26,3%

Fonte: ANS (2023).

Tabela 3 – Dados da força de trabalho em saúde (2013–2023)

Ano	Número de médicos por 1.000 habitantes	Número de enfermeiros por 1.000 habitantes
2013	1,8	6,5
2015	2,1	6,9
2017	2,2	7,0
2019	2,4	7,2
2021	2,7	7,4
2023	2,9	7,6

Fonte: DataSUS (2023).

2.4. Indicadores-chave de saúde

A expectativa de vida no Brasil aumentou de forma constante ao longo da década, enquanto a taxa de mortalidade infantil continuou a diminuir, refletindo melhorias nos serviços de saúde e nas condições socioeconômicas. No entanto, a pandemia interrompeu essa tendência, principalmente com o excesso de mortes em 2020 e 2021. A Tabela 4 apresenta a evolução da expectativa de vida da população brasileira e a taxa de mortalidade infantil.

3. O Sistema Único de Saúde

O Sistema Único de Saúde (SUS) é o sistema de saúde universal, e financiado publicamente do Brasil, responsável por fornecer serviços de saúde nas vastas e diversas regiões do país. Sua infraestrutura varia consideravelmente entre os estados brasileiros, refletindo os desafios de garantir acesso equitativo à saúde para a população. A seguir, apresenta-se uma visão um pouco mais detalhada da infraestrutura do SUS nos estados brasileiros, incluindo dados sobre instalações de saúde, leitos hospitalares e recursos humanos.

3.1. Instalações de Saúde

O SUS opera uma vasta rede de instalações de saúde que inclui os três níveis de atenção, com centros de saúde, serviços ambulatoriais, clínicas especializadas e hospitais. Há disparidades na distribuição da infraestrutura de saúde entre os estados brasileiros, com as regiões mais ricas geralmente tendo mais instalações. A região Sudeste, por ser a mais populosa e economicamente desenvolvida, concentra o maior número de unidades de saúde, enquanto as regiões Norte e Centro-Oeste enfrentam limitações de infraestrutura.

3.2. Leitos hospitalares

Os leitos hospitalares são um indicador-chave da infraestrutura de saúde. A distribuição de leitos em hospitais vinculados ao SUS mostra desigualdade regional, com alguns estados enfrentando escassez significativa. Os

Tabela 4 – Expectativa de vida e taxa de mortalidade infantil (IMR)

Ano	Expectativa de vida (anos)	Taxa de mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos)
2013	74,6	14,0
2015	75,1	13,5
2017	75,5	12,8
2019	75,8	12,0
2021	76,3	11,3
2023	76,6	10,8

Fonte: IBGE (2023).

Tabela 5 – Número de Estabelecimentos de Saúde Vinculados ao SUS por Região (2023)

Região	Unidades Básicas de Saúde (UBS)	Hospitais (Públicos e Convênios)	Clínicas de Atendimento Especializado
Norte	4.650	250	120
Nordeste	9.300	600	340
Sudeste	12.000	1.200	900
Sul	6.500	500	250
Centro-Oeste	3.500	200	120
TOTAL	**35.950**	**2.750**	**1.730**

Fonte: DataSUS (2024).

Tabela 6 – Número de leitos hospitalares do SUS por 1.000 habitantes (2023)

Estado	Estado Leitos do SUS por 1.000 habitantes
São Paulo	2,5
Rio de Janeiro	2,3
Minas Gerais	2,1
Bahia	1,8
Pernambuco	1,9
Amazonas	1,4
Pará	1,2
Acre	1,3
Distrito Federal	2,6
Rio Grande do Sul	2,4

Fonte: Ministério da Saúde (2024).

Estados das regiões Sudeste e Sul, como São Paulo e Rio Grande do Sul, têm mais leitos hospitalares per capita, enquanto estados do Norte, como Amazonas e Pará, enfrentam escassez, o que representa desafios durante crises de saúde pública como a pandemia de COVID-19.

3.3. Recursos Humanos no SUS

Os recursos humanos no SUS são diversos e composto por um leque de formações multiprofissionais da saúde que são essenciais para garantir a efetividade do SUS. A densidade de profissionais de saúde também é distribuída de forma desigual entre os estados brasileiros. Por exemplo, os estados com mais recursos como São Paulo, Rio de Janeiro e Distrito Federal (Brasília) têm maiores densidades de médicos per capita, enquanto estados do Norte, como Pará e Acre, enfrentam escassez de força de trabalho, o que afeta o acesso e a qualidade da assistência médica nessas regiões.

Tabela 7 – Médicos por 1.000 habitantes (2023)

Estado	Médicos por 1.000 habitantes
São Paulo	4,2
Rio de Janeiro	4,0
Minas Gerais	3,5
Pernambuco	2,5
Bahia	2,3
Amazonas	1,8
Pará	1,5
Acre	1,6
Distrito Federal	5,1
Rio Grande do Sul	3,9

Fonte: Ministério da Saúde (2024).

3.4. Atenção Primária à Saúde

A atenção primária à saúde é a espinha dorsal do SUS, pois fornece cuidados de primeira linha, serviços preventivos e promoção da saúde. A Estratégia de Saúde da Família (ESF) desempenha um papel crucial na prestação desses serviços, especialmente em áreas rurais e carentes. Estados como Bahia e Pernambuco têm alta cobertura da Estratégia de Saúde da Família, o que melhora o acesso à atenção primária. No entanto, áreas urbanas em São Paulo e Rio de Janeiro enfrentam desafios com a expansão da cobertura da ESF devido à densidade populacional e às complexas necessidades de saúde.

3.5. Desafios e desigualdades na infraestrutura do SUS

A infraestrutura do SUS reflete as disparidades socioeconômicas mais amplas no Brasil. Os principais desafios incluem:

Desigualdade geográfica: Estados do Norte e Nordeste enfrentam escassez de unidades de saúde, leitos hospitalares e profissionais médicos em comparação com as regiões mais ricas do Sudeste e Sul.

Divisão urbano-rural: Áreas remotas e rurais geralmente carecem de infraestrutura de saúde, com menos hospitais e serviços especializados. Isso é especialmente verdadeiro em estados como o Amazonas, onde grandes distâncias entre centros urbanos dificultam a prestação de serviços de saúde referenciados e em Rede.

Força de trabalho em saúde: Embora programas como o *Mais Médicos* e *Médicos Pelo Brasil* tenham ajudado a aliviar alguma escassez em áreas carentes, ainda há uma lacuna significativa a ser enfrentada na disponibilidade de profissionais treinados em regiões mais pobres.

Superlotação em centros urbanos: Grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília geralmente enfrentam superlotação em hospitais públicos, longos tempos de espera para atendimento especializado e escassez de equipamentos médicos.

Tabela 8 – Cobertura da Estratégia de Saúde da Família (ESF) por Estado (2023)

Estado	Cobertura da ESF (%)
São Paulo	62%
Rio de Janeiro	54%
Minas Gerais	85%
Bahia	92%
Pernambuco	90%
Amazonas	83%
Pará	75%
Acre	80%
Distrito Federal	70%
Rio Grande do Sul	88%

Fonte: Ministério da Saúde (2024).

3.6. Melhorias recentes

Apesar desses desafios, houve melhorias consideráveis nos últimos anos, tais como:

Saúde digital: As plataformas de telemedicina e saúde digital se expandiram, especialmente durante a pandemia da COVID-19, melhorando o acesso a serviços de saúde em áreas remotas.

Investimento em atenção primária: Houve aumento do investimento em atenção primária à saúde, principalmente por meio da *Estratégia de Saúde da Família*, que se expandiu para cobrir a maioria das populações rurais e carentes.

Expansão dos serviços de emergência: Os investimentos em serviços de emergência (Samu – Serviço de Atendimento Móvel de Urgência) aumentaram as capacidades de resposta rápida, principalmente em estados densamente povoados.

Tabela 9 – Evolução da População Coberta por Seguro Saúde Privado (2013–2023)

Ano	População Coberta por Planos de Saúde Privados (%)	Número de Beneficiários (milhões)
2013	25,5%	50,3
2015	24,9%	49,5
2017	23,3%	47,5
2019	24,2%	49,0
2021	26,0%	54,0
2023	26,3%	55,3

Fonte: ANS (2023).

4. O setor privado de saúde no Brasil

O setor privado de saúde no Brasil desempenha um papel crucial no fornecimento de serviços de saúde a uma parcela significativa da população, muitas vezes suplementando o SUS. Este setor inclui hospitais privados, clínicas, provedores de seguro-saúde e laboratórios de diagnóstico. A seguir, é apresentada uma análise um pouco mais detalhada da infraestrutura do setor privado de saúde no Brasil.

Tabela 10 – Hospitais e Clínicas privadas por Região (2023)*

Região	Hospitais Gerais e Especializados	Consultórios e Clínicas
Norte	213	9.123
Nordeste	792	34.291
Sudeste	1.535	128.563
Sul	739	59.449
Centro-Oeste	435	19.775
TOTAL	3.714	251.201

Fonte: DataSUS (2023). *Foram considerados hospitais e clínicas privadas e sem fins lucrativos. E como esfera jurídica: Demais Entidades Empresariais, Entidades sem Fins Lucrativos, e Pessoas Físicas.

4.1. Cobertura de Seguro Saúde Privado

O seguro saúde privado no Brasil é regulado pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), que supervisiona o setor, incluindo a distribuição e a cobertura de planos de saúde. A cobertura do seguro saúde privado flutuou durante a crise econômica de 2015-2016, mas vem crescendo desde 2019. Em 2023, aproximadamente 26,3% da população brasileira tinha seguro saúde privado.

4.2. Hospitais e clínicas privadas

O setor de saúde privado do Brasil tem um número significativo de hospitais e clínicas, concentrados principalmente em centros urbanos e estados mais ricos. Hospitais privados geralmente oferecem cuidados especializados, cirurgias complexas e tecnologias médicas de ponta. A região Sudeste, incluindo São Paulo e Rio de Janeiro, concentra o maior número de estabelecimentos privados de saúde, o que reflete a maior capacidade econômica e a demanda por serviços privados de saúde nessas áreas.

4.3. Leitos hospitalares no setor privado

Os hospitais privados fornecem uma grande parcela dos leitos hospitalares no Brasil, especialmente para cuidados eletivos e especializados. A distribuição desses leitos também é desigual, com

Tabela 11 – Número de leitos hospitalares privados por 1.000 habitantes distribuídos por regiões (2023)

Estado	Leitos privados por 1.000 habitantes
São Paulo	3,2
Rio de Janeiro	3,1
Minas Gerais	2,7
Bahia	2,1
Pernambuco	2,3
Amazonas	1,5
Distrito Federal	3,5
Rio Grande do Sul	2,9

Fonte: ANS (2023).

concentração em regiões mais ricas. As regiões Sudeste e Sul têm maior número de leitos hospitalares privados, enquanto estados do Norte, como o Amazonas, têm menor disponibilidade. Essa disparidade reflete a distribuição desigual da infraestrutura de saúde no Brasil.

4.4. Profissionais médicos no setor privado

A disponibilidade de médicos, enfermeiros e outros profissionais de saúde é essencial para o funcionamento do setor privado de saúde. Hospitais e clínicas privadas normalmente empregam um número maior de especialistas do que instituições públicas. Regiões como Sudeste e Sul têm uma densidade maior de profissionais de saúde no setor privado, contribuindo para uma maior qualidade de atendimento em comparação com regiões com menos profissionais.

4.5. Infraestrutura tecnológica

Os hospitais privados costumam ser bem equipados com tecnologias avançadas, incluindo equipamentos de diagnóstico de última geração, sistemas de cirurgia robótica e infraestrutura de telemedicina. A adoção de tecnologias médicas avançadas é comum em hospitais privados, particularmente em regiões mais ricas, onde os hospitais podem investir mais em equipamentos de última geração e inovações como cirurgia robótica e telemedicina.

4.6. Investimento e Receita

O setor de saúde privado no Brasil tem visto investimentos crescentes, particularmente de empresas internacionais, firmas de *private equity* e seguradoras. Espera-se que essa tendência continue à medida que a demanda por cuidados especializados cresce. A receita do setor de saúde privado cresceu de forma constante ao longo da década, apesar de alguns desafios durante a crise econômica em 2015-2016. O crescimento acelerou após a pandemia, pois mais pessoas buscaram cuidados privados devido à pressão sobre os serviços públicos.

Tabela 12 – Distribuição de médicos no setor privado por região (2023)

Região	Médicos por 1.000 habitantes	Enfermeiros por 1.000 habitantes
Sudeste	5,5	7,8
Sul	4,9	7,0
Nordeste	3,2	5,6
Centro-Oeste	4,1	6,5
Norte	2,6	4,0

Fonte: CFM (2023).

Tabela 13 – Hospitais privados com tecnologias avançadas (2023)

Tecnologia	Porcentagem de hospitais privados equipados (%)
Sistemas de cirurgia robótica	15,0%
Scanners de ressonância magnética e tomografia computadorizada	65,0%
Saúde digital e telemedicina	55,0%
Leitos de unidade de terapia intensiva (UTI)	75,0%

Fonte: ANS (2023).

Tabela 14 – Receita do Setor de Saúde Privado (2013–2023)

Ano	Receita de Saúde Privada (em bilhões de dólares)
2013	3,2
2015	3,1
2017	2,7
2019	2,1
2021	2,3
2023	1,5

Fonte: ANS (2023).

5. Sementes de futuro para o setor de saúde

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das 67 sementes de futuro levantadas no âmbito do tema saúde no Brasil com suas respectivas classificações. Destaca-se que foram identificadas 22 tendências, 22 fatos portadores de futuro, 11 possíveis rupturas e 12 incertezas associadas à temática até 2045.

5.1. Tendências de impacto para o setor de saúde

Crescimento da Telemedicina e monitoramento remoto da saúde: A telemedicina ganhou força significativa nos últimos anos, permitindo que os prestadores de serviços de saúde ofereçam soluções médicas de forma remota usando tecnologia de telecomunicações. Espera-se que esta tendência continue no setor de saúde brasileiro, permitindo maior acesso aos serviços de saúde, especialmente em áreas remotas. Os dispositivos de monitoramento remoto de saúde e a tecnologia *wearable* também se tornarão mais predominantes, permitindo aos pacientes monitorarem as suas métricas de saúde e compartilhar dados com profissionais de saúde para diagnóstico e gestão remota de condições crônicas.

Crescimento do uso da Inteligência Artificial e do Aprendizado de Máquina na Saúde: A inteligência artificial (IA) e os algoritmos de aprendizado de máquina estão sendo cada vez mais aplicados à análise de dados de saúde, à interpretação de imagens médicas e ao suporte à decisão clínica. Desenvolvimentos em IA e aprendizado de máquina incluem o desenvolvimento de modelos de aprendizado profundo para análise preditiva, algoritmos de processamento de linguagem natural para documentação clínica e técnicas de aprendizado por reforço para otimizar protocolos de tratamento. Estas tecnologias têm o potencial de melhorar a precisão do diagnóstico, agilizar as tarefas administrativas e melhorar os resultados dos pacientes através de recomendações de tratamento personalizadas.

Crescimento do uso da Internet das Coisas (IoT) no setor de saúde: A IoT refere-se à rede de dispositivos físicos que estão conectados à Internet e podem coletar e trocar dados. Esta tecnologia tem o potencial de melhorar a prestação de cuidados de saúde, permitindo a monitorização remota de pacientes, o rastreio de dispositivos médicos e a gestão de dados de pacientes.

Aumento dos Registros Digitais de Saúde e da Interoperabilidade entre sistemas: A digitalização dos registros de saúde e o estabelecimento de sistemas de informação em saúde interoperáveis são tendências-chave no setor de saúde brasileiro. Os registos de saúde eletrônicos (EHR) permitem aos prestadores de cuidados de saúde acessarem as informações dos pacientes de forma segura e eficiente, levando a uma melhor coordenação dos cuidados e a melhores resultados para os pacientes. À medida que os padrões de interoperabilidade continuam a evoluir, a troca contínua de dados entre diferentes organizações e sistemas de saúde tornar-se-á cada vez mais importante, facilitando a continuidade dos cuidados e a gestão da saúde da população.

Crescimento do uso e oferta de Plataformas Digitais de Saúde e Aplicativos Móveis de Saúde: A proliferação de plataformas digitais de saúde e aplicativos móveis de saúde está transformando a forma como os serviços de saúde são prestados e acessados no Brasil. Essas plataformas e aplicativos oferecem uma ampla gama de funcionalidades, incluindo agendamento de consultas, consultas remotas, gerenciamento de medicamentos e educação em saúde. À medida que a difusão dos *smartphones* aumenta e a conectividade com a Internet melhora, essas ferramentas digitais de saúde se tornarão, cada vez mais, parte integrante do ecossistema de saúde brasileiro, capacitando os pacientes a assumirem um papel mais ativo na gestão de sua saúde e bem-estar.

Melhoria da governança e da privacidade de dados de saúde: Com a crescente digitização dos dados de saúde e a proliferação de tecnologias de informação em saúde, os intervenientes políticos estão debatendo questões relacionadas com a governança, privacidade e segurança de dados de saúde. Há um interesse crescente no desenvolvimento de políticas e regulamentos para salvaguardar os dados dos pacientes, garantir a interoperabilidade dos dados e equilibrar a partilha de dados para fins de investigação e saúde pública com os direitos individuais de privacidade.

Edição genética baseada em adenina: A edição genética baseada em adenina é uma nova classe de técnica que é capaz de alterar uma estrutura genômica alvo. Esta técnica tem potencial para transformar o tipo de mutações associadas a uma vasta gama de doenças genéticas, incluindo a anemia falciforme e doenças metabólicas.

Impressão de órgãos: Atualmente vários tipos de tecidos, partes de órgãos e vasos sanguíneos já podem ser bioimpressos e espera-se que o seu impacto no tratamento de doenças e lesões seja enorme no futuro. O desenvolvimento da área está caminhando para a impressão 3D de órgãos inteiros e a produção em série de peças de reposição para o corpo humano.

Crescimento do uso da Impressão 3D de dispositivos médicos e produtos farmacêuticos: A tecnologia de impressão 3D está avançando rapidamente e tem o potencial de revolucionar a forma como os dispositivos médicos e produtos farmacêuticos são fabricados. Esta tecnologia poderá reduzir custos, melhorar a qualidade e permitir a produção de produtos médicos personalizados.

Crescimento dos modelos de atendimento baseados em valor: As organizações de saúde estão migrando para modelos de atendimento baseados em valor que priorizam os resultados dos pacientes e a qualidade do atendimento em detrimento do reembolso baseado em volume. Esta tendência envolve a implementação de programas de coordenação de cuidados, estratégias de gestão da saúde da população e incentivos baseados no desempenho para melhorar a prestação de cuidados de saúde, reduzir custos e aumentar a satisfação dos pacientes.

Abordagem de cuidado centrado no paciente: As organizações de saúde estão adotando uma abordagem de cuidado centrado no paciente que prioriza as necessidades, preferências e valores individuais dos pacientes em todo o processo de atendimento. Esta tendência envolve a implementação de estratégias de envolvimento dos pacientes, processos de tomada de decisão compartilhados e planos de cuidados personalizados para capacitar os pacientes, melhorar os resultados de saúde e promover parcerias colaborativas entre pacientes e prestadores de cuidados de saúde.

Ciências ômicas para a Saúde: Ômicas refere-se a uma grande família de disciplinas científicas e de engenharia que estão expandindo nossa compreensão holística dos organismos humanos. Esses subcampos da biologia reconhecíveis a partir do sufixo – ômica visam compreender a estrutura, função e dinâmica de todas as coleções de moléculas que constituem um ser humano. As ômicas tem o potencial de revolucionar os cuidados de saúde, abrindo caminho para a medicina personalizada, preditiva e regenerativa.

Empoderamento de pacientes e consumidores de saúde: Com a proliferação das tecnologias de informação e comunicação, os pacientes estão cada vez mais capacitados para assumir o controle de sua saúde e tomar decisões informadas sobre seus cuidados. Tendências sociais, como o aumento do consumismo preocupado com a saúde, a defesa dos pacientes e as comunidades de saúde *on-line*, estão a remodelar a dinâmica da prestação de cuidados de saúde. Nos próximos 20 anos, o setor de saúde brasileiro poderá ver uma maior ênfase em modelos de cuidados centrados no paciente, processos de tomada de decisão compartilhados e ferramentas digitais de saúde que capacitem os indivíduos a participarem ativamente em sua jornada de cuidados de saúde.

Envelhecimento da população e aumento da demanda por cuidados aos idosos: O Brasil, como muitos outros países, está passando por mudanças demográficas caracterizadas pelo envelhecimento da população. Prevê-se que esta tendência continue nos próximos 20 anos, conduzindo a uma procura crescente de serviços de saúde adaptados às necessidades dos idosos. Para atender às necessidades de uma população envelhecida, o setor de saúde brasileiro precisará se adaptar, por meio do desenvolvimento de programas especializados de cuidados geriátricos, investimento em instalações de cuidados de longo prazo e implementação de práticas de saúde para os idosos.

Equidade na saúde e acesso à saúde: Alcançar a equidade na saúde e garantir o acesso universal aos serviços de saúde são desafios constantes. As disparidades sociais, incluindo a desigualdade de rendimentos, as barreiras geográficas e os fatores socioeconômicos, contribuem para o acesso desigual aos cuidados de saúde entre os diferentes segmentos da população. Nos próximos 10 anos, o setor de saúde brasileiro, e em parte do mundo, poderá testemunhar uma ênfase crescente na abordagem das iniquidades em saúde, na melhoria do acesso a serviços essenciais de saúde e na implementação de políticas para reduzir as disparidades nos resultados de saúde entre as comunidades marginalizadas.

Reforma dos cuidados de saúde e cobertura universal: Os movimentos políticos que defendem a reforma dos cuidados de saúde e a consecução da cobertura universal de saúde ganharam impulso nos últimos anos. Esta tendência para expandir o acesso aos serviços de saúde e garantir a proteção financeira contra os custos dos cuidados de saúde deverá continuar ao longo das próximas duas décadas, resultando em uma forte pressão para que os governos em todo o mundo passem a adotar políticas que melhorem a acessibilidade, a equidade e a acessibilidade dos cuidados de saúde para todos os cidadãos.

Preparação da saúde pública em resposta a emergências: À luz das recentes crises sanitárias globais, como a pandemia da COVID-19, os líderes políticos provavelmente darão prioridade à preparação em matéria de saúde pública e às capacidades de resposta a emergências. Esta tendência pode implicar no reforço da resiliência dos sistemas de saúde, nos investimentos na vigilância de doenças, nos sistemas de alerta precoce, e na coordenação entre agências governamentais, prestadores de cuidados de saúde e organizações internacionais para mitigar o impacto de futuras emergências sanitárias.

Crescimento dos modelos de pagamento alternativos: Em resposta às preocupações crescentes sobre os custos e a qualidade dos cuidados de saúde, há uma tendência para cuidados baseados em valor e modelos de pagamento alternativos que recompensam os resultados e incentivam os cuidados preventivos, a coordenação dos cuidados e a gestão da saúde da população. Os pagadores e prestadores de serviços estão explorando pagamentos em grupos, organizações de cuidados responsáveis (ACOs) e outros mecanismos de reembolso baseados em valor para incentivar a prestação de cuidados de alta qualidade e com boa relação custo-benefício.

Ascensão dos Serviços do Terceiro Setor: O terceiro setor se tornará um fornecedor mais importante de serviços sociais e de saúde na maioria dos países, mas especialmente nos estados de bem-estar social com organizações sem fins lucrativos. Como pano de fundo, existe uma necessidade crescente de serviços e uma diminuição simultânea de recursos de financiamento fornecidos pelo setor público.

Testes de DNA baratos: A empresa norte-americana Ilumina trabalha há anos para oferecer um teste para mapear todo o DNA de um ser humano por apenas 100 dólares. Existem testes disponíveis aos consumidores por esse preço, cobrindo uma pequena parte do genoma. Atualmente, o mapeamento de todo o DNA custa menos de US$ 1.000,00, e o desenvolvimento de um método mais barato para o sequenciamento do genoma completo (WGS) está em andamento. A Ilumina e seu concorrente chinês BGI reivindicaram testes de US$ 100,00 que serão realizados em breve.

Ansiedade e pânico climático: A ansiedade climática tem se espalhado pelos países desenvolvidos nos últimos anos. Atualmente não é reconhecida como uma condição médica oficial, pois é parcialmente vista como uma reação compreensível à ameaça que um ecossistema ameaçado representa para os seres humanos. Em nível individual, contudo, se uma pessoa não encontrar uma forma construtiva de lidar com a sua ansiedade, esta pode começar a afetar gravemente a sua capacidade de funcionamento. Um número crescente de pessoas, especialmente jovens, começou a necessitar de tratamentos médicos, como tranquilizantes ou hospitalização mental, devido a experiências de ansiedade climática.

Solidão e Alienação: A solidão pode ser um risco significativo para a saúde. Estudos indicam que seus efeitos são comparáveis aos da obesidade e do tabagismo. A solidão e o isolamento indesejados podem causar depressão, diminuição da imunidade e até aumentar o risco de morte prematura. As estatísticas mostram que cerca de 1 em cada 10 adultos sofre com frequência. Os grupos marginalizados e os idosos correm maior perigo. Ainda assim, todas as pessoas podem sofrer isolamento devido à variedade (por exemplo, desemprego, deficiências físicas ou problemas de saúde) de circunstâncias na sua vida. No entanto, existem meios, como comunidades de coabitação e residências para pessoas de diferentes idades, que podem aliviar os custos sociais da solidão.

5.2. Sinais que poderão impactar o setor de saúde (Fatos portadores de futuro)

Medicina de Precisão e Genômica: Os avanços na genômica e na biologia molecular estão impulsionando a medicina de precisão, que visa adaptar o tratamento médico a pacientes individuais com base na sua composição genética, estilo de vida e fatores ambientais. Espera-se que as iniciativas da medicina de precisão cresçam, aproveitando testes genéticos, análises de biomarcadores e terapias direcionadas para fornecer intervenções de saúde mais personalizadas e eficazes. Esta tecnologia tem o potencial de melhorar os resultados de tratamentos, reduzir as reações adversas aos medicamentos e otimizar a alocação de recursos de saúde.

Nanomedicina: O desenvolvimento de tratamentos médicos, diagnósticos e sistemas de administração de medicamentos baseados em nanotecnologia é uma grande promessa para revolucionar os cuidados de saúde. A nanomedicina envolve o uso de nanopartículas e nanoestruturas para atingir células ou tecidos específicos, diagnosticar doenças em nível molecular e fornecer agentes terapêuticos com maior precisão e eficácia. Desenvolvimentos na nanomedicina incluem o design de transportadores de medicamentos em nanoescala, nanosensores para detecção precoce de doenças e agentes de imagem baseados em nanopartículas para melhores modalidades de imagem médica.

Tecnologia *Organ-on-a-Chip*: A tecnologia *Organ-on-a-chip* envolve a criação de modelos em microescala de órgãos e tecidos humanos em uma plataforma semelhante a um chip, permitindo aos pesquisadores simula-

rem processos fisiológicos complexos in vitro. Esses dispositivos de órgão em um chip podem ser usados para triagem de medicamentos, modelagem de doenças e aplicações de medicina personalizada. Desenvolvimentos na tecnologia de órgãos em um chip incluem avanços em sistemas microfluídicos, técnicas de engenharia de tecidos e métodos de cultura organoide, abrindo caminho para testes pré-clínicos e desenvolvimento de medicamentos mais precisos e eficientes.

Terapias baseadas em CRISPR: A tecnologia de repetições palindrômicas curtas agrupadas regularmente interespaçadas (CRISPR) emergiu como uma ferramenta poderosa para edição de genoma, com aplicações que vão desde terapia genética até medicina de precisão. As terapias baseadas em CRISPR possuem um imenso potencial para o tratamento de doenças genéticas, câncer e doenças infecciosas, modificando com precisão as sequências de DNA. Desenvolvimentos em terapias baseadas em CRISPR incluem o desenvolvimento de novos sistemas de entrega, técnicas de edição genética e ferramentas de bioinformática para prever efeitos fora do alvo e otimizar os resultados do tratamento.

Bioeletrônica e Neuromodulação: As tecnologias de Bioeletrônica e neuromodulação envolvem o uso de sinais elétricos ou eletromagnéticos para modular a atividade neural e os processos fisiológicos do corpo. Essas tecnologias são promissoras no tratamento de uma ampla gama de distúrbios neurológicos, condições de dor crônica e distúrbios metabólicos. A difusão da Bioeletrônica e neuromodulação inclui o desenvolvimento de dispositivos implantáveis de neuroestimulação, medicamentos, e interfaces neurais de circuito fechado para monitoramento e controle em tempo real de parâmetros fisiológicos.

***Blockchain* para segurança de dados de saúde:** A tecnologia *Blockchain* é uma promessa significativa para melhorar a segurança e a privacidade dos dados no setor de saúde, fornecendo um "livro-razão" descentralizado e imutável para armazenar e compartilhar informações confidenciais de saúde. Embora a implementação prática de soluções baseadas em blockchain nas organizações de saúde ainda esteja em evolução, o potencial de alavancar a *blockchain* para abordar questões de segurança de dados representa um forte sinal organizacional para tendências futuras.

Realidade Aumentada (AR) e Realidade Virtual (VR) para Treinamento Médico: As tecnologias AR e VR oferecem soluções inovadoras para treinamento e educação médica, permitindo que profissionais de saúde simulem cenários médicos realistas, pratiquem procedimentos cirúrgicos e aprimorem habilidades clínicas em ambientes virtuais imersivos. Apesar de estar em fase conceitual, o desenvolvimento de aplicações de AR e VR para formação médica apresenta forte potencial como tendência organizacional no setor de saúde global.

Robótica e Automação na Prestação de Cuidados de Saúde: A integração da robótica e das tecnologias de automação nos processos de prestação de cuidados de saúde, incluindo procedimentos cirúrgicos, atendimento ao paciente e operações hospitalares, representa um forte sinal tecnológico para tendências futuras no setor de saúde global. Embora a aplicação prática da robótica e da automação em ambientes de saúde ainda esteja emergindo, os desenvolvimentos em curso na cirurgia assistida por robótica, na automatização de processos robóticos e nos dispositivos médicos autônomos apontam para um potencial significativo de transformação organizacional nos próximos anos.

Comunidades Virtuais de Saúde: Com o surgimento das redes sociais e das plataformas *on-line*, existe um conceito emergente de comunidades virtuais de saúde onde indivíduos com condições ou preocupações de saúde semelhantes podem conectar-se, partilhar experiências e acessar o apoio de pares. Este movimento pode levar ao desenvolvimento de plataformas digitais inovadoras e redes sociais adaptadas às necessidades específicas de saúde, promovendo a colaboração, a capacitação e a partilha de conhecimentos entre pacientes, cuidadores e profissionais de saúde.

Prótese de memória: Uma prótese de memória (implante de memória ou prótese neural) é um dispositivo que visa restaurar ou melhorar a função da memória em indivíduos que sofrem de distúrbios ou lesões neurológicas. O conceito envolve a utilização de dispositivos externos, como eletrodos ou outros tipos de implantes, para registrar e estimular a atividade neural em regiões específicas do cérebro envolvidas no processamento da memória, para restaurar memórias perdidas ou ajudar a produzir novas. Um estudo recente que utilizou uma série de eletrodos implantados no hipocampo mostrou resultados promissores em pessoas com perda de memória. Os pesquisadores esperam que versões mais avançadas da prótese de memória possam ajudar pessoas com demência, Alzheimer ou outras causas de comprometimento da memória a preservar fragmentos de suas vidas que, de outra forma, poderiam ser perdidas.

DNA artificial para eliminação de células cancerígenas: Cientistas da Universidade de Tóquio demonstraram um novo e promissor tratamento contra o câncer usando DNA artificial. O método permite que células cancerígenas específicas sejam direcionadas e destruídas sem atacar células saudáveis e foi eficaz em testes de laboratório contra três formas de câncer. Embora ainda esteja nas fases iniciais, isto poderá potencialmente revolucionar o tratamento do cancro e anunciar uma nova era no desenvolvimento de medicamentos.

Eletrocêuticos: Eletrocêuticos são tecnologias médicas, como implantes, chips e dispositivos que utilizam impulsos elétricos para fins terapêuticos, que podem mudar o futuro da medicina. O uso de medicamentos é o tratamento médico mais comum atualmente, mas os eletrocêuticos poderão desafiar os produtos farmacêuticos convencionais à medida que o mercado continua a crescer. É provável que as soluções eletrocêuticas se tornem mais comuns, mas é pouco provável que suplantem completamente os produtos farmacêuticos.

Preservação da Fertilidade: Um número crescente de mulheres está optando cada vez mais pelo procedimento de congelamento de óvulos na esperança de preservar sua fertilidade. De acordo com a Sociedade de Tecnologia de Reprodução Assistida, 12.438 mulheres nos EUA congelaram seus óvulos em 2020, um aumento em relação aos 7.193 em 2016. Muitas empresas oferecem até a opção de congelamento de óvulos como benefício aos funcionários. A preservação da fertilidade pode mudar a forma como algumas mulheres planejam e expandem as famílias, bem como pensam sobre os seus planos profissionais. No entanto, o procedimento será limitado às mulheres da classe média alta, pelo menos em um futuro próximo, devido ao preço elevado. Além disso, não há garantias de que todos os que se submetem ao procedimento possam ter sucesso.

Útero Artificial: O útero artificial, uma tecnologia médica experimental que simula as funções e qualidades biológicas de um útero orgânico, poderia oferecer soluções inovadoras para o tratamento de bebês prematuros. Além disso, os úteros artificiais têm o potencial de transformar radicalmente a reprodução humana, por exemplo, permitindo às mulheres gestarem o feto sem os riscos associados à gravidez.

Comprimidos inteligentes: As pílulas inteligentes são uma tecnologia de saúde que é ativada após a ingestão para monitorar a adesão à medicação e o bem-estar das pessoas. A inovação foi aprovada pela *American Food and Drug Administration* (FDA) em 2017. Esta tecnologia começou a ser usada em pacientes esquizofrênicos, bipolares e depressivos para apoiar os indivíduos no cumprimento de prescrições médicas e para ajudar os médicos a compreenderem melhor a saúde de seus pacientes. No entanto, a aplicação dessas pílulas permanece controversa em outros países devido a preocupações éticas e a evidências pouco claras de eficácia clínica.

Fibra Invisível: Cientistas da Universidade RMIT criaram "fibra invisível" que pode ser adicionada aos alimentos para torná-los mais saudáveis sem alterar o seu sabor, cor ou textura. O produto, FiberX, é feito a partir de amidos nativos como trigo, milho e mandioca e é resistente à digestão, assim como a fibra alimentar. A tecnologia por trás do FiberX permite adicionar até 20% de fibra extra aos alimentos para nos ajudar a receber a ingestão diária recomendada, mantendo o sabor e a textura originais dos alimentos. Os investigadores estão agora a considerar a utilização de alternativas verdes para produzir e depois converter amido ou outros hidratos de carbono em fibra, como parte da próxima fase da tecnologia FiberX.

Sustentabilidade Ambiental e Saúde: Fatores ambientais, incluindo mudanças climáticas, poluição do ar e desmatamento, têm implicações profundas para a saúde pública mundial. As tendências sociais relacionadas com a sustentabilidade ambiental e a consciência da saúde estão impulsionando iniciativas para promover práticas de cuidados de saúde ecológicas, reduzir os riscos ambientais para a saúde e mitigar os impactos das alterações climáticas na saúde humana. Nos próximos 10 anos, o setor de saúde deverá priorizar iniciativas de sustentabilidade, como a adoção de tecnologias verdes de saúde, a implementação de projetos de infraestrutura ecologicamente corretos e a conscientização sobre a interconexão entre a saúde ambiental e o bem-estar humano.

Formação em Competências Culturais e Diversidade: À medida que as sociedades se tornam mais diversificadas, há um reconhecimento crescente da importância da formação em competências culturais e diversidade

nos ambientes de saúde. Este fenômeno pode impulsionar uma tendência para a integração da formação em sensibilidade cultural na educação médica, no desenvolvimento da força de trabalho em saúde e nas práticas organizacionais para garantir que os prestadores de cuidados de saúde possam abordar eficazmente às necessidades e preferências únicas de diversas populações de pacientes.

Capacitação dos Consumidores de serviços de saúde: Com acesso a grandes quantidades de informação sobre saúde *on-line*, os indivíduos estão se tornando cada vez mais capacitados para assumir um papel ativo na gestão da sua saúde e das decisões relativas aos cuidados de saúde. Este fenômeno poderá levar a uma tendência de promoção do letramento em saúde, da tomada de decisões compartilhadas e de estratégias de envolvimento dos pacientes que capacitem os indivíduos a fazerem escolhas informadas, a participar nos seus cuidados e a defender as suas necessidades de saúde no sistema de saúde.

Diplomacia da Saúde e Segurança Sanitária Global: A crescente interligação das nações e o aumento das ameaças globais à saúde, como pandemias, doenças infecciosas e resistência antimicrobiana, realçaram a importância da cooperação internacional na abordagem dos desafios da saúde. É possível que os líderes políticos deem mais prioridade à diplomacia sanitária e à colaboração em iniciativas globais de segurança sanitária para reforçar os sistemas de saúde, prevenir ameaças sanitárias transfronteiriças e promover a igualdade na saúde à escala global.

Jardins Terapêuticos: Os jardins terapêuticos são áreas de jardim ou parque especificamente concebidas para melhorar o bem-estar físico e mental das pessoas, incorporando princípios de *design* derivados de evidências científicas. Pesquisas mostram que jardins e parques projetados com determinados critérios de composição, formais e ambientais, podem auxiliar no processo de cura de condições físicas, mentais e emocionais. Esses jardins e parques têm características passivas que provocam efeitos restauradores para o bem-estar mental, por exemplo, envolvendo os sentidos com zonas de fragrâncias, biodiversidade, comestíveis, medicinais e cores e texturas. Eles também podem ter recursos ativos que incentivam atividades de terapia hortícola para condições de saúde específicas, como demência e Alzheimer. As hortas terapêuticas podem se tornar parte integrante do planejamento urbano para proporcionar um melhor espaço de vida para indivíduos e comunidades.

Novas categorias nos esportes profissionais: Os esportes de competição têm enfrentado uma variedade de questões difíceis e sensíveis, tais como a categorização de atletas intersexuais e uma série de escândalos de doping. Os órgãos dirigentes de diferentes esportes têm explorado diferentes opções para categorias de gênero, desencadeando um debate sobre direitos humanos, justiça e privacidade. Além disso, para além da forma atual de dopagem que utiliza drogas para melhorar o desempenho, os atletas poderão recorrer a meios tecnológicos, como a edição genética e as tecnologias ciborgues, para amplificar a sua capacidade atlética. Para garantir que todos os atletas competem em igualdade de condições, o futuro do esporte poderá incluir novas categorias: abertas, geneticamente modificadas e tecnologicamente melhoradas. Num caso mais extremo, o uso generalizado de tais tecnologias poderia tornar completamente obsoletos os atletas com "habilidades naturais".

5.3. Eventos Disruptivos que poderão impactar o setor de saúde (possíveis rupturas)

Legalização global da eutanásia: Muitos grupos pró-eutanásia em todo o mundo estão desempenhando um papel fundamental na legalização do ato de morte misericordiosa. Esta prática controversa poderá ser amplamente legalizada em todo o mundo nos próximos anos.

Ciberataques (em grande escala) em hospitais: O setor da saúde normalmente fica atrás de outros setores na introdução da segurança cibernética. A vulnerabilidade das instalações médicas tem sido uma ameaça crescente, uma vez que intervenientes maliciosos podem visar dados lucrativos de pacientes. Com o aumento da utilização de plataformas de telemedicina e de dispositivos médicos IoT, é provável que os ataques cibernéticos se tornem mais difundidos e possam perturbar uma grande cadeia de hospitais.

Mudança do papel dos médicos: O papel dos médicos pode progredir cada vez mais para uma abordagem mais holística e proativa no atendimento ao paciente, em vez de tratar sintomas isolados com medicamentos químicos. Os médicos podem, por exemplo, começar a prescrever exercícios, dieta e atividades culturais da mesma forma que licenças médicas ou fisioterapia. Podem enfatizar mudanças no estilo de vida e detecção precoce de potenciais problemas de saúde e concentrar-se em encarar o paciente de uma forma transformadora para aumentar a motivação e ativar o efeito placebo. Medidas preventivas como *check-ups* regulares automatizados e remotos, medicina personalizada e ômicas também aumentarão o seu papel em algum momento.

Fuga da realidade: É possível que as realidades virtual e aumentada, bem como as soluções de redes sociais, ocupem uma parte crescente das nossas horas de trabalho e do nosso tempo livre, à medida que as tecnologias avançam e os serviços, realidades alternativas altamente viciantes, e semelhantes a jogos, e novos mundos virtuais tomem forma. Isto pode causar vários problemas de saúde, uma vez que a quantidade de exercício físico diário pode cair perigosamente e pode alienar uma boa parte da sociedade do mundo exterior, enfraquecendo até mesmo todo o sentido de realidade e verdade. Na pior das hipóteses, isto pode constituir uma fuga total da realidade, o que significa que não se quer voltar ao deprimente mundo físico.

Pandemias mortais: Na era da crise climática, da urbanização e de um mundo hiperconectado, uma pandemia pode causar danos tremendos em todo o mundo. A pandemia de COVID-19 abriu uma oportunidade para aumentar a preparação e desenvolver estratégias de longo prazo para potenciais crises de saúde pública. A falta de preparação para futuras epidemias e outras ameaças emergentes à saúde, como o bioterrorismo, poderá conduzir a pandemias de magnitude significativa num futuro não tão distante.

Erradicação de doenças: A ciência médica avançou enormemente nos últimos cem anos. A uma velocidade cada vez maior, estão sendo descobertos meios eficientes para prevenir e tratar muitas doenças generalizadas até agora consideradas incuráveis. Na próxima década, os avanços na nano e biotecnologia e na nova tecnologia de mRNA trarão avanços significativos no tratamento de doenças comuns. A descoberta de novos tratamentos significará aumento da esperança de vida e melhoria da qualidade de vida dos idosos.

Antivirais Universais: Vários medicamentos capazes de curar e prevenir a maioria das doenças virais estão atualmente em desenvolvimento. Se for encontrada uma solução segura e eficaz para derrotar os vírus, as consequências para a saúde geral e a esperança de vida poderão ser significativas. Mesmo que não fosse possível encontrar um medicamento universal para os vírus, seria altamente benéfica uma melhor proteção para as doenças virais mais comuns, como a gripe e a constipação comum.

Agricultura sem pesticidas: A morte em massa de abelhas levou à perda de produtividade nas culturas agrícolas, uma vez que não polinizam como antes. Estudos recentes mostram que um *cocktail* químico proveniente da agricultura, incluindo pesticidas e inseticidas, também se espalhou pela flora selvagem. É possível que a agricultura futura tenha que se tornar livre de pesticidas para continuar. De acordo com o cenário mais provável, é necessária uma redução significativa da utilização de pesticidas para minimizar os danos ambientais e os riscos para a saúde, mas a utilização de pequenas quantidades de pesticidas pode ser necessária para sustentar a segurança alimentar mundial.

Medicamentos Não Químicos: Os cuidados de saúde poderiam passar da cura de doenças medicinais para a gestão holística do bem-estar. As novas abordagens de saúde destacam a importância da prevenção e enfatizam o valor dos remédios naturais, nutricionais, físicos, mentais e culturais, em oposição aos medicamentos químicos, na melhoria e preservação do bem-estar físico e mental geral.

Água Limpa para Todos: A escassez de água potável é um dos problemas prementes do mundo e requer soluções urgentes à medida que a população cresce e as alterações climáticas evoluem. Várias soluções tecnológicas inovadoras de gestão da água e de materiais estão sendo continuamente desenvolvidas para resolver este problema. Se estas tecnologias conseguirem fazer um grande avanço e serem implementadas em larga escala, a água potável poderá um dia tornar-se abundantemente disponível.

Liberação das drogas: A luta contra as drogas concentrou-se durante muito tempo na proibição e na punição. O exemplo de algumas nações e as recomendações de peritos mostram que os problemas relacionados com a droga poderão ser abordados no futuro com ferramentas completamente opostas. É possível que a guerra contra as drogas chegue formalmente ao fim, provocando uma onda internacional de liberalização, com impacto no bem-estar social e médico, bem como na criação de oportunidades de negócios legais.

5.4. Incertezas que precisam ser respondidas

• Até 2045, o sistema de saúde brasileiro se adaptará à crescente carga de doenças e às mudanças demográficas nas próximas duas décadas?

• Até 2045, haverá a integração dos avanços na tecnologia médica, como a IA, a genômica e a telemedicina no sistema de saúde?

• Até 2045, o governo brasileiro equilibrará a necessidade de sustentabilidade fiscal com o fornecimento de financiamento adequado para os setores de saúde e seguridade social?

• Até 2045, o Brasil conseguirá abordar as questões de qualidade da saúde, incluindo padrões de acreditação, supervisão regulatória e transparência nos resultados da saúde?

• Até 2045, o Brasil conseguirá diminuir as disparidades no acesso às inovações de ponta nos cuidados de saúde, garantindo que os novos tratamentos e tecnologias sejam acessíveis e acessíveis a todas as populações, independentemente do *status* socioeconômico ou da localização geográfica?

• Até 2045, o Brasil conseguirá implementar estratégias eficientes de preparação dos profissionais de saúde para o cenário em evolução da prestação de cuidados de saúde, incorporando tecnologias digitais, automação e colaboração interdisciplinar?

• Até 2045, as alterações climáticas afetarão os resultados nacionais de saúde, incluindo a propagação de doenças infecciosas, a segurança alimentar e o acesso à água potável e às infraestruturas de saúde, e que medidas podem ser tomadas para mitigar estes impactos?

• Até 2045, o País conseguirá combater a propagação de desinformação *on-line* relacionada com a saúde, garantindo que o público tenha acesso a informações precisas e baseadas em evidências para tomar decisões informadas sobre a sua saúde?

• Até 2045, o Brasil conseguirá integrar as práticas tradicionais de cura (incluindo aquelas dos habitantes nativos) nos sistemas de saúde modernos de uma forma que respeite a diversidade cultural, promova cuidados holísticos e melhore os resultados de saúde para todas as populações?

• Até 2045, o sistema brasileiro de saúde conseguirá equilibrar a crescente procura de serviços de saúde e a sua disponibilidade contínua com a necessidade de sistemas de saúde sustentáveis e rentáveis?

• Até 2045, o sistema de saúde brasileiro conseguirá promover cooperações internacionais e financiamentos de projetos de investigação internacionais de alto risco para desenvolver medicamentos, especialmente face aos movimentos globais populistas e ao pensamento protecionista?

• Até 2045, o sistema brasileiro de saúde aproveitará eficazmente o potencial do *crowdsourcing* para melhorar os serviços de saúde, ao mesmo tempo que abordamos as questões de privacidade e garantimos a fiabilidade da tecnologia?

6. Considerações Finais

Os últimos 10 anos no setor de saúde do Brasil foram marcados por um aumento constante no acesso à saúde, melhores resultados de saúde e adoção de novas tecnologias. A pandemia da COVID-19 serviu como um teste de estresse, mas também um catalisador para a inovação, com lições aprendidas moldando o futuro da prestação de serviços de saúde e políticas.

No entanto, os desafios permanecem, como o financiamento da saúde, a desigualdade e a necessidade de treinamento contínuo da força de trabalho. A infraestrutura do SUS no Brasil reflete a diversidade regional e socioeconômica do país. Enquanto regiões mais ricas desfrutam de melhor acesso a recursos de saúde, muitas áreas mais pobres e remotas ainda enfrentam desafios significativos. Apesar dessas disparidades, houve um progresso considerável na expansão da atenção primária e na melhoria do acesso a serviços essenciais de saúde em todo o país. Investimentos e reformas contínuas são necessários para garantir que todos os brasileiros tenham acesso equitativo a cuidados de saúde de alta qualidade.

O setor de saúde privado do Brasil tem experimentado crescimento e investimento constantes na última década, particularmente em regiões mais ricas como o Sudeste. O setor fornece um suplemento importante ao sistema de saúde pública, oferecendo tecnologias avançadas, cuidados especializados e maiores densidades de profissionais médicos. No entanto, garantir acesso equitativo a serviços de saúde privados em todas as regiões ainda é um desafio para este segmento.

No tocante à evolução tecnológica, pode-se destacar que os provedores de cuidados em saúde demonstram interesse e foco na tecnologia de envolvimento do paciente a fim de gerenciar o relacionamento com os consumidores por meio de comunicação multicanais, personalização do atendimento, redes sociais e gerenciamento de campanhas. Vemos também um contínuo interesse no atendimento virtual para mitigar a escassez de mão de obra, o aumento da demanda do consumidor e a necessidade de acesso conveniente. No campo da IA e da análise de dados em saúde, verifica-se o uso dos modelos de linguagem (LLMs) e da inteligência artificial (IA).

Estas tecnologias já passam a mudar os modelos de compartilhamento de dados e a velocidade em que ocorrem, o que já aponta a direção do setor para uso dos dados em saúde na tomada de decisão em tempo hábil, velocidade no diagnóstico de pacientes e maior interoperabilidade dos sistemas de gestão e gerenciamento de dados em saúde.

Na era dos dados o setor de saúde é um dos que terão grande benefício, desde que seja regulado e tratado com responsabilidade, evitando vazamos de informações pessoais e comércio ilegal de dados particulares. A difusão do uso de tecnologias para análise de dados em saúde permitirá aos governos tomar decisões mais assertivas, desenvolver políticas públicas e programas de atenção em saúde baseadas em evidências, e permitirão otimizar a alocação de recursos com ênfase na prevenção de doenças, e não tão somente em seu tratamento. A gestão em saúde poderá passar a adotar o conceito P4 de saúde, por meio de *metodologias preditivas, preventivas, personalizadas e participativas* para o cuidado em saúde das populações.

Referências

Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). Estatísticas de Saúde, 2023.

Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). Relatório de Infraestrutura Tecnológica, 2023.

Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). Relatórios Anuais (2013–2023).

Conselho Federal de Medicina (CFM). **Medical Professionals Report**, 2023.

DataSUS. Informações de Saúde (TABNET) – DATASUS (saude.gov.br), acessado em maio de 2024.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Base de Dados de Estabelecimentos de Saúde, 2023.

Instituto de Estudos de Saúde Suplementar (IESS). Home | IESS. Acessado em junho de 2024.

Ministério da Saúde. Ministério da Saúde (www.gov.br). Acessado em junho de 2024.

PREVIDÊNCIA[80]

13

Por Ricardo Martins de Paiva Bastos[81]
e Leonardo Wagner Willkomm de Farias[82]

1. Introdução

O conceito de previdência nasceu, segundo historiadores, na Roma antiga, quando o imperador Otaviano Augusto[83] ofereceu um benefício aos soldados que prestaram serviço por mais de 15 anos. Esse benefício consistia em um valor equivalente a doze anos de salários ou na doação de um terreno. O império romano também contava com sistemas privados para complementar a proteção estatal aos mais idosos e necessitados.

Na era moderna, a origem da previdência em um formato mais próximo ao atual remete a França, que em 1673 tinha um programa de benefícios exclusivo para os integrantes da Marina Real[84]. Entre os séculos XVII e XIX, com a revolução industrial e a emergência do capitalismo, algumas iniciativas das companhias e de governos da Europa e dos Estados Unidos ofereciam benefícios aos trabalhadores após determinados anos de serviços prestados.

Um primeiro marco no que diz respeito à seguridade social para trabalhadores ocorreu na Alemanha, quando o Chanceler Otto von Bismarck instituiu o seguro de saúde em 1883, ao qual acrescentou o seguro de acidentes em 1884. Finalmente, em 1889, introduziu o primeiro sistema de pensões moderno, que está em funcionamento até hoje. No sistema alemão, a idade de aposentadoria foi fixada primeiramente em 70 anos e depois reduzida para 65.

As pensões *bismarckianas* funcionavam em um sistema de repartição simples, o qual os trabalhadores da ativa financiam as pensões dos aposentados. Esse sistema é utilizado até os dias atuais em diversos países, inclusive no Brasil, onde os primeiros modelos de previdência social datam dos séculos XVIII e XIX. Dom João VI, em 1793, concedeu às viúvas de oficiais da marinha falecidos uma pensão vitalícia e Dom Pedro I, em 1821, concedeu aposentadoria aos mestres e professores após 30 anos de serviço.

Em 1904, foi fundada a Caixa de Montepio dos Funcionários do Banco da República do Brasil, atual Previ, reconhecida como o primeiro fundo de previdência complementar do Brasil. Em 1934, o governo federal criou o Instituto de Aposentadorias e Pensões dos Bancários (IAPB). Em 1966, o IAPB foi extinto e foi criado o Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), atual Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS).

A Previdência Social no Brasil, da forma como funciona atualmente, arrecadando recursos de empregadores e empregados e delegando ao Estado o papel de organizar e distribuir os benefícios, foi formalizada na década de 1980, com a Constituição Federal de 1988. Desde então, várias reformas previdenciárias foram instituídas pelo poder público no país com intuito de se adequar a evolução demográfica com a sustentabilidade das contas públicas ao longo do tempo.

---

[80] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Previdência" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 10 de outubro de 2022, no Rio de Janeiro, nas dependências da Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil (PREVI). Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[81] Ricardo Martins de Paiva Bastos, engenheiro de produção, especialista em gestão de previdência complementar, mestre em administração financeira e gerente de inteligência de mercado da Previ.

[82] Leonardo Wagner Willkomm de Farias, administrador e cientista social, pós-graduado em administração estratégica, finanças corporativas e mercado de capitais, analista de inteligência de mercado da Previ.

[83] *Gaius Iulius Caesar Octavianus Augustus*, fundador do império romano e seu primeiro imperador, no século I a.C.

[84] Marinha Nacional Francesa, popularmente conhecida como "La Royale".

2. Atores

Os principais atores envolvidos na temática previdenciária são o próprio governo, incluídos os três poderes, representantes do setor privado, como empresários e empregados, além dos próprios aposentados, entidades de classe e especialistas no assunto, que, em conjunto, estarão envolvidos no debate acerca dos rumos que previdência pública e privada tomarão no Brasil nos próximos anos e décadas.

3. Tendências, incertezas e rupturas

No presente capítulo cada semente de futuro é exposta. O texto visa trazer um pouco do histórico de cada tema e, principalmente, como as tendências, incertezas e rupturas estão relacionadas com o contexto econômico e social e, em alguns casos, como elas se relacionam entre si.

• **TENDÊNCIAS:**
1. Aumento da longevidade.
2. Pressão fiscal (reformas previdenciárias de tempos em tempos).
3. Novas relações de trabalho.
4. Uso de tecnologia.
5. Maior protagonismo individual.

• **INCERTEZAS:**
1. Teremos ensino voltado para a formação em educação financeira/previdenciária?
2. Há futuro para a previdência social?
3. Existe um teto para o processo de envelhecimento?
4. Teremos empregadores interessados em pagar previdência complementar aos seus colaboradores?
5. Teremos mudanças na legislação que viabilizem a inovação no sistema de previdência complementar?

• **RUPTURAS:**
1. Aumento exponencial da longevidade do ser humano.
2. Redução em massa da população por guerras, desastres naturais ou pandemias.
3. Reformulação do modelo de previdência oficial e complementar.
4. Substituição da força de trabalho humana por robôs com IA.

3.1 Tendências

A longevidade é um tema que tem ganhado importância na sociedade contemporânea, refletindo os avanços na medicina, na qualidade de vida e nas condições sociais que permitem às pessoas viverem mais e melhor e tem transformado as estruturas sociais, econômicas e culturais ao redor do mundo. Com o aumento da expectativa de vida, surge uma série de desafios e oportunidades que afetam indivíduos e comunidades.

Em primeiro lugar, a longevidade traz consigo a necessidade de repensar o ciclo de vida tradicional, que dividia a existência humana em etapas de aprendizado, trabalho e aposentadoria. Hoje, com mais anos de vida, as pessoas buscam novas formas de contribuição social e realização pessoal, seja através do trabalho voluntário, do aprendizado contínuo ou da busca por novas experiências.

Além disso, o envelhecimento da população implica em mudanças significativas na dinâmica de trabalho. Com uma parcela maior de idosos, a força de trabalho precisa se adaptar, criando oportunidades para que o conhecimento e a experiência acumulados sejam valorizados. Isso pode resultar em novas relações de trabalho, jornadas mais flexíveis e adaptadas às necessidades de uma população que deseja permanecer ativa por mais tempo.

A longevidade também exige uma revisão das políticas públicas, especialmente no que diz respeito à previdência e à saúde. Com mais pessoas vivendo mais, é fundamental garantir que os sistemas de apoio social sejam sustentáveis e capazes de prover cuidados adequados. Isso pode envolver novos produtos previdenciários e investimentos em saúde preventiva, para que o envelhecimento ocorra de forma saudável e com qualidade de vida.

Outro aspecto importante é o papel da tecnologia na promoção da longevidade. Inovações na área da saúde, como a telemedicina e os dispositivos de monitoramento remoto, têm o potencial de melhorar o acesso aos cuidados médicos e de auxiliar na manutenção da saúde e independência dos idosos. Além disso, a tecnologia pode facilitar a comunicação e a conexão social, aspectos fundamentais para o bem-estar na terceira idade.

Por fim, a longevidade destaca a importância do protagonismo individual. Com mais tempo de vida, as pessoas têm a oportunidade de assumir o controle de suas trajetórias, buscando novos caminhos e desafiando as expectativas tradicionais sobre o envelhecimento. Isso inclui a busca por um estilo de vida saudável, o desenvolvimento de novas habilidades e a construção de redes de apoio social.

3.2. Incertezas

O impacto econômico do envelhecimento populacional é diverso e significativo. À medida que a população envelhece, há uma redução no número de pessoas em idade ativa, o que altera a dinâmica produtiva e afeta o mercado de trabalho e o Produto Interno Bruto (PIB). Isso pode levar a uma diminuição da oferta de mão de obra, impactando a produtividade e o crescimento econômico.

Além disso, o envelhecimento populacional sobrecarrega a previdência e a saúde pública, exigindo mais recursos para atender às necessidades de uma população mais idosa. As mudanças nos padrões de consumo e no comportamento de poupança dos indivíduos também são consequências econômicas importantes desse fenômeno. Pessoas com mais idade tendem a gastar uma parte maior de suas rendas em moradia, saúde e energia, e como elas deixam de poupar ao se aposentar, os países com alta participação da população idosa podem experimentar alterações na taxa de poupança.

Portanto, o envelhecimento populacional apresenta desafios que requerem adaptações nas políticas econômicas e sociais para garantir o bem-estar e a sustentabilidade econômica a longo prazo.

Tomando como parâmetro o planeta como um todo, a parcela média da população com mais de 50 anos aumentou de 15% para 25% desde a década de 1950 e espera-se que continue crescendo, chegando a 40% até o final do século XXI. Dados das Nações Unidas mostram que, globalmente, a expectativa de vida saiu de 45 anos em 1950 para 73 anos em 2024 e alcançará 82 anos em 2100. Cabe uma ressalva de que esses números são heterogêneos entre diferentes regiões. Nos países desenvolvidos, com exceção dos períodos de guerra, fome e surtos pandêmicos, a expectativa de vida tem aumentado de forma constante durante décadas.

Há uma notável disparidade quando comparamos, por exemplo, a expectativa de vida entre a Somália e o Japão. Enquanto no primeiro é de 58 anos, esse número salta para 85 anos no Japão, resultando em uma diferença significativa de 27 anos. Esta assimetria extrema reflete as desigualdades de renda entre os países. A expectativa de vida é considerada um indicador relevante de desenvolvimento econômico. Geralmente os mais ricos alcançam padrões de vida mais elevados, sistemas de saúde mais eficazes e mais recursos investidos em saneamento, habitação, educação etc.

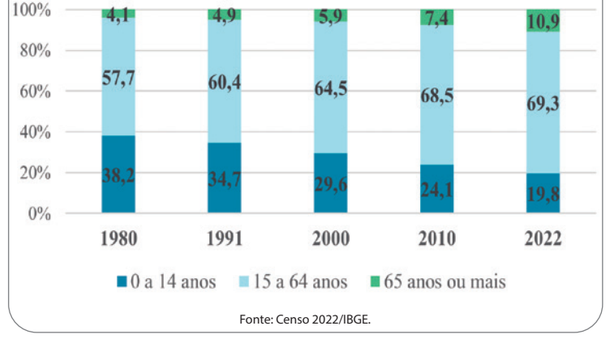
No Brasil, o envelhecimento da população é observado quando os grupos mais jovens passam a representar menores proporções da população total, relativamente aos grupos de adultos e pessoas idosas.

Esse fenômeno tem como principal indutor a redução da fertilidade, que no Brasil ocorreu acentuadamente desde o final da década de 1960, e, em menor medida, devido à redução da mortalidade em todos os grupos etários, incluindo entre as pessoas idosas. Segundo o Censo de 2022 (IBGE), o total de pessoas com 65 anos ou mais no país (22,2 milhões) chegou a 10,9% da população, com alta de 57,4% frente a 2010, quando esse contingente era de 14,1 milhões, ou 7,4% da população.

No Gráfico 1, destaca-se o crescimento da população da faixa de idade mais avançada. O grupo de maior crescimento relativo foi o que representa aqueles com 65 anos ou mais.

É importante destacar que esse rápido processo de transição pode indicar uma saída acelerada do período de bônus demográfico, situação que capacita um país a produzir mais renda, pois associa aumento da renda per capita ao maior crescimento da população em idade ativa.

Gráfico 1 – Proporção da população, por faixa de idade (em % do total da população)



Fonte: Censo 2022/IBGE.

Uma preocupação é que uma queda na proporção da população em idade ativa conduza a um declínio nas taxas de emprego e, portanto, a uma redução do PIB, outra questão é que tal mudança levará a um aumento nas despesas com pensões e cuidados de saúde e a um nível crescente de dívida pública.

Este processo de aumento da expectativa de vida e envelhecimento populacional afeta simultaneamente os fundos de pensão, especialmente, em dois aspectos de risco: biométrico e de mercado. O primeiro remete à ocorrência de desvios entre as hipóteses relacionadas à idade de mortalidade nos cálculos atuariais, enquanto o segundo está associado com as perspectivas em relação às variáveis macroeconômicas, como inflação, PIB, indicadores fiscais e principalmente às taxas de juros.

É importante ressaltar que não há consenso quanto à direção e magnitude desse impacto. Alguns estudos mostram que essa mudança demográfica leva à queda da taxa neutra[85] tanto por meio da redução do crescimento potencial e da produtividade, quanto pela hipótese do excesso de poupança. "As alterações demográficas poderão afetar o excesso de poupança global, alterando a preferência dos investidores por ativos seguros, exercendo assim uma pressão descendente sobre a taxa de juro de equilíbrio real" (Pescatori e Turunen, 2016). Essa combinação traz repercussões na política monetária e no sistema financeiro dos países.

A despeito da longevidade ser benéfica para a sociedade, resultado de esforços globais no desenvolvimento econômico e avanços na saúde, ciência e tecnologia, ela representa um risco à sustentabilidade do sistema previdenciário no longo prazo, uma vez que afeta diretamente o equilíbrio dos planos, especialmente na modalidade benefício definido (BD), o qual está mais exposto ao risco de longevidade, uma vez que garante um valor de benefício independente das flutuações nas projeções demográficas.

Trazendo o olhar para o cenário econômico, indicadores que captem informações financeiras e econômicas da terceira idade no Brasil são de suma importância, pois é possível observar como os preços de produtos e serviços afetam o custo de vida da crescente parcela de idosos que compõem a população brasileira. Esses indicadores desempenham um papel crucial na formulação de políticas públicas, especialmente nas áreas de saúde e previdência. Além disso, por exemplo, se tratando de indicadores de inflação, é possível identificar variações de preços de produtos e serviços de grande peso nos gastos dessa faixa etária, como medicamentos, serviços de assistência à saúde e despesas relacionadas à habitação de modo geral.

O envelhecimento populacional deve trazer mudanças na economia, uma vez que os níveis de consumo e renda se modificam com a idade, ou seja, uma mudança na estrutura etária de um país deve trazer, como consequência, a modificação no padrão de consumo de sua população. Nesse sentido, a população idosa vem se tornando uma base importante do mercado consumidor para diversos setores comerciais. Nos últimos vinte anos, os gastos dos consumidores entre pessoas com 60 anos ou mais aumentaram 50% mais rapidamente em comparação com aqueles com menos de 30 anos.

As perspectivas de populações cada vez mais longevas também remetem a novas reflexões sobre produtividade e processo educacional tanto de crianças e jovens como de adultos e idosos, no chamado '*lifelong learning*', ou educação continuada. A inserção de temas como educação financeira e previdenciária na formação básica e nos currículos das diversas instituições de ensino em diferentes níveis, torna-se imperativo para endereçar certo protagonismo individual na formação de poupança interna, além de facilitar a construção de senso coletivo na trajetória previdenciária de países em transição demográfica.

As questões fiscal e previdenciária correspondem a outros desafios relacionados ao envelhecimento populacional. O sistema brasileiro apresenta um déficit previdenciário crescente ao longo dos anos, dado o modelo previdenciário solidário, ou sistema de repartição. Neste modelo, os beneficiários atuais são financiados pelos trabalhadores ativos, por meio das contribuições à previdência social.

No entanto, o atual volume de arrecadação líquida com média móvel na faixa de R$ 50 bilhões do Regime Geral de Previdência Social (RGPS) tem se mostrado inferior à despesa com benefícios previdenciários de forma recorrente com média móvel se aproximando de R$ 75 bilhões, conforme o Gráfico 2.

Assim como em outros países, o regime brasileiro passou por ajustes e implementou sete reformas da previdência desde a Constituição de 1988. O fato é que se em 1945 o Brasil tinha apenas 200 mil aposentados, de acordo com o boletim estatístico da previdência social, em março de 2024, foram pagos 39,7 milhões de benefícios do Regime Geral de Previdência Social (RGPS) no somatório dos pilares urbano, rural e assistencial. Mesmo com as reformas das últimas décadas, o RGPS permanece em patamar de resultados deficitários e com certa deterioração nos últimos anos, de acordo com o gráfico de acompanhamento do Ministério da Previdência mostrado no Gráfico 3.

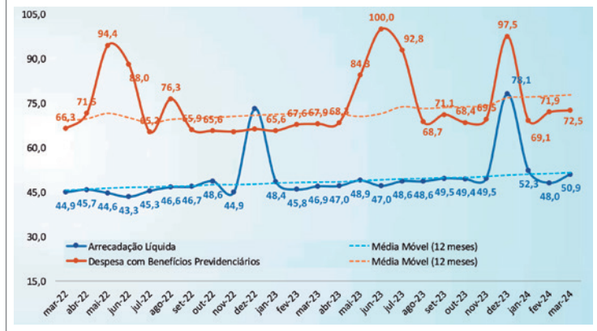
[85] A taxa neutra é a taxa de juros real consistente com a economia em pleno emprego e a inflação na meta. https://www.bcb.gov.br/content/ri/relatorioinflacao/202306/ri202306b1p.pdf.

Ademais, de acordo com estudo do IBGE, o ritmo de aumento de potenciais beneficiários (idade superior a 60 anos) entre 2010 e 2022 cresceu 3,8 % ao ano, ao mesmo tempo que a taxa de crescimento de novos contribuintes (idade entre 20 e 64 anos) cresceu 0,9% ao ano, ou seja, quatro vezes a menos. A tendência é essa disparidade aumentar ao longo do tempo, uma vez que, pelas estimativas da ONU, a parcela da população em idade de contribuir deve permanecer até 2050, enquanto o número de idosos deve dobrar.

Desta forma, alguns analistas defendem a necessidade de haver uma nova reforma da previdência nos próximos anos, em complemento àquela realizada em 2019. Dentre os temas destacados entre eles, está a idade mínima de aposentadoria que foi alterada de 55 para 62 anos referente às mulheres e de 60 para 65 anos em relação aos homens, na área urbana, mas permaneceu na região rural do país.

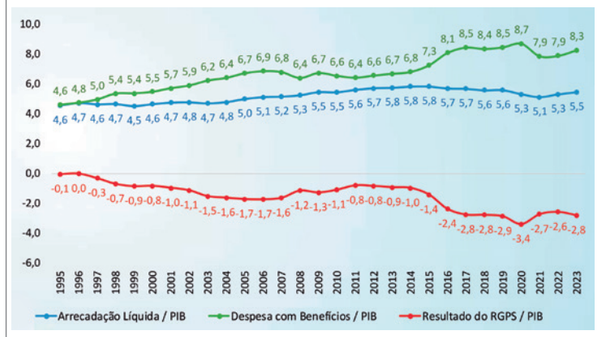
Outro ponto é referente ao crescimento do número de MEI (microempreendedor individual) que já somam em torno de 10% dos contribuintes, mas correspondem a apenas 1% da arrecadação, devido ao baixo valor de contribuição. Outra questão discutida é o ajuste da idade de aposentadoria ou do valor do benefício de acordo com a evolução demográfica e expectativa de vida. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), 24 países adotam, de alguma forma, um ajuste automático.

Gráfico 2 – GPS – Receitas e Despesas (em R$ bilhões)



Fonte: SPREV, Boletim Estatístico da Previdência Social / MPS.

Gráfico 3 – Resultados do RGPS – em relação ao PIB



Fonte: SPREV, Boletim Estatístico da Previdência Social / MPS.

A sustentabilidade fiscal brasileira de longo prazo além de ser afetada por elementos conjunturais e decisões de curto prazo do governo, também é influenciada pelas condições estruturais do ambiente.

Pelo lado da receita, os ganhos são proporcionais ao crescimento da economia, ou seja, quanto maior o crescimento, melhor a arrecadação. Por sua vez, o ajuste da evolução das despesas aos padrões da receita é necessário para um equilíbrio fiscal no longo prazo. Dada a atual tendência de decréscimo do fator trabalho, em função do envelhecimento populacional, e na hipótese de manutenção dos padrões históricos da produtividade, o país tende a apresentar uma receita menor ao longo dos anos.

Pelo lado dos gastos, as despesas com a previdência social continuam pressionando o orçamento e a tendência de incremento de beneficiários ao longo do processo de envelhecimento populacional tende a apertar ainda mais as contas públicas. Dessa forma, isoladamente, as perdas demográficas levam a consequências desfavoráveis para o crescimento potencial da economia, tanto de forma direta, com a queda no fator de produção trabalho, quanto de forma indireta, pressionando as contas públicas e gerando aperto do orçamento para outros fins que poderiam viabilizar investimentos e, consequentemente, o crescimento potencial da economia.

O aumento da longevidade, no geral, provoca um aumento de poupança da parcela da população com recursos suficientes para tal, devido à necessidade de maior reserva de capital. Desta forma, aumenta-se a oferta de capital financeiro, o que move as taxas de juros para baixo. Embora se trate de uma tendência global, há diferenças entre as regiões, em relação à velocidade e ao estágio do processo. No Brasil, a velocidade tem sido alta, mas o estágio não é tão avançado quanto o observado em países desenvolvidos, especialmente na Europa.

Dado esse contexto, torna-se ainda mais importante o conceito de desenvolvimento econômico, no qual o avanço econômico impacta diretamente a qualidade de vida da sociedade. Este quadro determina uma mudança na demanda por determinados bens e serviços, especialmente tecnológicos, gerando oportunidades no desenvolvimento de políticas públicas e fiscais a fim de suprir este aumento da demanda.

Identificar os setores que podem gerar maior retorno para a economia e investir em educação e qualifi-

cação da mão de obra é preponderante para a melhoria da produtividade por trabalhador e, consequentemente, para gerar maior produção no país.

Para o mercado privado de fundos de pensão, tal cenário também apresenta ameaças, em especial aos fundos com caráter vitalício, mas pode se constituir em oportunidades de novos produtos e de ampliação de participantes, clientes e segurados de entidades de previdência. Iniciativas implementadas no sistema de previdência complementar fechada como adesão automática e autorização de planos familiares tendem a auxiliar no reforço da poupança previdenciária ao longo das próximas décadas.

No entanto, para que as reservas de poupança interna ganhem escala em relação ao PIB, além de consistente crescimento econômico e incremento da força de trabalho formal, serão necessárias atualizações regulatórias com incentivo à inovação, diversificação de ativos e incorporação de análise de dados para fomento do segmento.

Com as adversidades demográficas nas próximas décadas, os fundos de pensão privados dependerão ainda mais de investimentos rentáveis no longo prazo para reduzir o risco de déficits motivados pelo aumento da longevidade (os investimentos terão que cobrir o aumento do passivo atuarial[86]) e continuar cumprindo com seu dever fiduciário de pagamento de benefícios.

Nesse novo contexto, algumas tecnologias em evolução podem melhorar a qualidade de vida dos mais idosos e, por consequência, tornarem-se investimentos alternativos de longo prazo, como por exemplo:

- **Comunicação e Conexão Social:** Dispositivos e aplicativos permitem que os idosos mantenham contato com amigos e familiares, reduzindo o isolamento social.

- **Saúde e Bem-Estar:** Tecnologias como telemedicina e dispositivos de monitoramento de saúde ajudam a gerenciar condições médicas e promovem um estilo de vida saudável.

- **Segurança e Independência:** Sistemas de alerta para quedas, GPS de localização e dispensadores automáticos de medicamentos aumentam a segurança e a independência em casa.

- **Acesso a Serviços:** A tecnologia facilita o acesso a serviços públicos, resultados de exames e compras on-line, proporcionando maior autonomia.

- **Educação e Entretenimento:** Tablets e computadores oferecem oportunidades para aprender coisas novas e acessar entretenimento adaptado às suas preferências.

- **Auxílio em Tarefas Diárias:** Robôs assistenciais e talheres adaptados podem ajudar na realização de tarefas cotidianas, melhorando a qualidade de vida.

3.3. Rupturas

A melhoria das condições de vida e o aumento da longevidade são importantes conquistas da humanidade, principalmente ao longo do último século. Com a expansão tecnológica e da inteligência artificial, as ciências da saúde tendem a continuar desafiando os limites da longevidade humana, expandindo fronteiras de expectativa de vida com barreiras desconhecidas até o momento.

A ampliação ainda indefinida do ciclo da vida humana tem o potencial de redefinir concepções e trajetórias individuais, interações familiares e sociais nos mais diversos campos, principalmente em áreas como educação continuada ao longo da vida, relações trabalhistas flexíveis e saúde integral do indivíduo com foco na prevenção.

Por outro lado, uma aceleração da transição demográfica com limites indefinidos impactaria sobremaneira as métricas previdenciárias tanto em âmbito público quanto privado, forçando reformas mais profundas e sempre impopulares com alto custo político e com prováveis turbulências sociais.

Conflitos geopolíticos, novas crises sanitárias pandêmicas, stress hídrico e eventos extremos causados pelas mudanças climáticas poderiam também ensejar desequilíbrios produtivos, econômicos e até demográficos, a depender de suas amplitudes, ocasionando impactos não mapeados no arcabouço previdenciário social e complementar com consequências para o equilíbrio e sustentabilidade do regime previdenciário.

Os potenciais ainda inexplorados da inteligência artificial e da robotização no meio produtivo poderiam reduzir o contingente humano em determinadas atividades laborais nos próximos anos. Eventuais reestruturações produtivas entre humanos e máquinas tenderiam a repercutir em vínculos trabalhistas incertos, intermitentes ou precários ao longo da carreira profissional com repercussões na base arrecadatória previdenciária e na capitalização individual.

Reduções na consistência do mercado de trabalho e na consequente queda de arrecadação previdenciária ao longo do tempo poderiam comprometer o equilíbrio dos compromissos com aposentadorias e pensões, além de pressionar as contas públicas tanto no pilar previdenciário como em eventual aumento de demandas sociais no pilar da assistência social.

Além das incertezas provenientes da transição demográfica e do aumento da longevidade, a materialização de cenários disruptivos também reforçaria a necessidade de ciclos recorrentes nos estudos e nas implementações de reformas previdenciárias paramétricas e, conforme o caso, reforma não paramétrica ao longo do tempo.

As reformas previdenciárias paramétricas com ajustes pontuais em alguns critérios do sistema já estabelecido são mais comuns nos países a cada década, principalmente em aspectos como aumento da idade mínima para aposentadoria, mudanças nas alíquotas para recolhimento de contribuições e desindexação de benefícios.

Já uma reforma não paramétrica reestruturaria todo o regime previdenciário nacional com possibilidades de sistemas mútuos de repartição e/ou de capitalização, mandatórios e opcionais por faixas de renda, além de novas regulações para os pilares de previdência social e complementar, tanto para os trabalhadores da ativa como para os novos entrantes no mercado.

4. Considerações finais

Independente dos cenários que se materializem nas próximas décadas, as premissas de revisões, ajustes e reformas recorrentes se destacam como principais tendências observadas no tema previdenciário no Brasil e nos diversos países. Tendo em vista os diversos pontos elencados neste capítulo, os maiores desafios da previdência, notadamente no que se relacionam à longevidade, incluem:

- **Sustentabilidade Financeira:** Com o aumento da expectativa de vida, há mais beneficiários por mais tempo, exigindo mais recursos do sistema previdenciário.

- **Ajuste de Contribuições e Benefícios:** Pode ser necessário revisar as contribuições dos trabalhadores e os valores dos benefícios para manter o equilíbrio financeiro.

- **Reformas Previdenciárias:** Implementar reformas que considerem a nova realidade demográfica, como alterações na idade mínima para aposentadoria e no cálculo dos benefícios.

- **Investimentos:** Garantir uma gestão eficiente dos fundos previdenciários para que os investimentos rendam o suficiente para cobrir os pagamentos futuros.

- **Inclusão Social:** Desenvolver políticas que garantam a inclusão e a proteção social dos idosos, especialmente aqueles que não têm acesso à previdência privada.

Esses desafios requerem uma abordagem integrada e políticas inovadoras para garantir que o sistema previdenciário seja capaz de atender às necessidades da população idosa.

Por fim, listamos algumas tendências que envolvem o tema previdência. Essas se referem a desenvolvimentos globais de longo prazo que afetam as economias, as sociedades e os sistemas de previdência:

- **Envelhecimento da População:** O aumento da expectativa de vida e a diminuição das taxas de natalidade estão resultando em uma população global mais velha.

- **Mudanças no Mercado de Trabalho:** A transição para economias baseadas em conhecimento e a automação estão mudando as relações de trabalho e os padrões de carreira.

- **Urbanização:** O crescimento das cidades e a migração do campo para áreas urbanas têm implicações para a previdência, como a necessidade de infraestrutura e serviços para idosos.

[86] Passivo atuarial representa o montante necessário para o pagamento dos compromissos dos fundos de pensão com aposentados e pensionistas.

• **Globalização Econômica:** A integração das economias e dos mercados financeiros afeta os investimentos dos fundos de pensão e a estabilidade dos sistemas de previdência.

• **Avanços Tecnológicos:** A tecnologia está transformando a prestação de serviços de previdência, desde a administração até o aconselhamento financeiro.

• **Mudanças Climáticas:** Os riscos associados às mudanças climáticas podem impactar os investimentos e a sustentabilidade dos fundos de pensão.

• **Desigualdade de Renda:** As crescentes disparidades de renda podem levar a maiores demandas por previdência pública e a desafios para a previdência privada.

• **Mudanças na Estrutura Familiar:** Com menos filhos e mais divórcios, há menos suporte familiar para os idosos, aumentando a dependência de sistemas de previdência.

• **Saúde e Longevidade:** Melhorias na saúde e no bem-estar estão permitindo que as pessoas vivam vidas mais longas e ativas, o que requer planejamento previdenciário adequado.

• **Políticas Governamentais:** As decisões políticas, como reformas previdenciárias e incentivos fiscais, têm um impacto direto na previdência.

Essas tendências exigem que os sistemas de previdência se adaptem e inovem para atender às necessidades de uma população em constante mudança acarretando recorrentes revisões paramétricas e eventual reestruturação não paramétrica na previdência social, com desafios de sustentabilidade tanto para o Brasil como para diversos países.

Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Relatório de inflação. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/content/ri/relatorioinflacao/202306/ri202306b1p.pdf. Acesso em: 18 maio 2024.

BRASILPREV. Aposentadoria: qual é a origem do sistema de previdência? Disponível em: https://blog.brasilprev.com.br/conheca-a-historia-da-previdencia. Acesso em: 18 maio 2024.

EVOLUÇÃO histórica da seguridade social. Disponível em: https://www.oabpa.org.br/noticias/a-evolucao-historica-da-seguridade-social-aspectos- historicos-da-previdencia-social-no-brasil-mario-antonio-meirelles#:~:text=Em%201883%2C%20a%20Lei%20do,pelos%20trabalhadores%2C%20empregadores%20e%20Estado. Acesso em: 18 maio 2024.

EVOLUTION of pension systems. Disponível em: https://segurosypensionesparatodos. fundacionmapfre.org/en/pensions/pension-system/evolution-pension-systems/. Acesso em: 18 maio 2024.

HELP AGE INTERNATIONAL. **125 years on – world's first state pension still shaping lives across the globe**. Disponível em: https://www.helpage.org/news/125-years-on-worlds-first-state-pension-still-shaping-lives-across-the-globe/. Acesso em: 18 maio 2024.

HISTÓRIA da Previdência do Brasil. Disponível em: https://www.politize.com.br/historia-da-previdencia-no-brasil/. Acesso em: 18 maio 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html. Acesso em: 18 maio 2024.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, MPS. Resultado do Regime Geral de Previdência Social. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia- social/resultados-do-rgps/2024/resultado-do-rgps-2024-03-urbano-rural.pdf. Acesso em: 18 maio 2024.

OECD. **Organization for Economic Cooperation and Development**. Disponível em: https://www.oecd.org/social/oecd-pensions-at-a-glance-19991363.htm. Acesso em 18 maio 2024.

PESCATORI, Andrea; TURUNEN, Jarkko. **Lower for longer: neutral rates in the United States**. International Monetary Fund Economic Review. Disponível em: https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/Lower-for-Longer-Neutral-Rates-in-the-United-States-43026. Acesso em: 18 maio 2024.

PREVI: 120 anos cuidando do futuro das pessoas. Disponível em: https://www.previ.com.br/portal-previ/sala-de-imprensa/sala-de-imprensa/releases/previ-120-anos-cuidando-do-futuro-das-pessoas.htm#:~:text=A%20Previ%2C%20a%20Caixa%20de,s%C3%A3o%20cerca%20de%20200%20mil. Acesso em: 18 maio 2024.

UNITED Nations. **World Population Prospects. Summay of Results**. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf. Acesso em: 18 maio 2024.

Capítulo 14

CIDADES INTELIGENTES NO FUTURO DO BRASIL?[87]

14

Org. por Clarice M. O. Kobayashi, Marcelo Schneck de Paula Pessôa, Rita C. Giraldi e Karen Gonzaga[88]

"As cidades são um imenso laboratório de tentativa e erro, fracasso e sucesso, em termos de construção e desenho urbano. É nesse laboratório que o planejamento urbano deveria aprender, elaborar e testar suas teorias. Ao contrário (planejadores e gestores) têm ignorado o estudo do sucesso e do fracasso da vida real (...) pautam-se por princípios derivados do comportamento da aparência das cidades (...) qualquer coisa que não as cidades reais." (JACOBS, 2011: 5).

1. Cidades do Futuro

Falar sobre 2045 e o futuro das cidades no Brasil nos leva a uma reflexão de extrema importância à medida que se analisa o atual panorama e busca-se vislumbrar as tendências, rupturas e incertezas do caminho que serão trilhados até lá. O desafio se torna ainda maior quando se adiciona a variável *inteligente* ao processo.

Segundo Alawadhi (2012) o termo "*cidades inteligentes*" surge em 1990, quando o *California Institute for Smart Communities* avaliou que com o avanço da tecnologia, ela poderia ser utilizada no planejamento urbano com vistas a promover produtos e serviços na gestão da infraestrutura urbana. Deste modo, buscava-se transformar o ambiente urbano em um ecossistema inovador, utilizando de forma generalizada a Tecnologia da Informação (TI) para melhorar a eficiência econômica e política, de modo a atingir um maior desenvolvimento humano e social, proporcionando qualidade de vida aos cidadãos.

Diversas foram as tentativas de reclassificar uma cidade onde a tecnologia se faz presente: E-topia (Mitchell, 2002); Metápole (Ascher, 1998); Megacidades (Castells, 1999); Cibercidade (Lévy, 1999); Cidade global (Sassen, 1996); Cidade nodal, cidade de bits (Mitchell,1995); Videocidade (Virilo, 1993); Cidade informacional (Castells, 1996); Ecstacity (Coates, 2003). Passados 30 anos do uso das tecnologias na esfera urbana, temos também a Cidade Senciente (Santaella, 2016) como uma nova concepção para cidades inteligentes. Todas essas classificações são baseadas no uso de diversas tecnologias, mas outras esferas importantes que integram o conceito de cidades passaram a ser deixadas de lado, principalmente no que diz respeito aos seus habitantes. É primordial perceber que a amplitude das esferas de atuação que envolvem as cidades inteligentes são complexas e extrapolam a esfera tecnológica.

[87] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Cidades inteligentes" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 17 de agosto de 2022, em São Paulo, nas dependências da USP. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[88] Este trabalho fez parte da iniciativa do Núcleo de Estudos Prospectivos NEP-ASSECOR para o Projeto "Brasil 2045" e o tema foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa Conecticidade – Laboratório de Cidades Tecnológicas e Urbanismo (POLI-USP). Contribuíram para este trabalho: Alexander Barreira, Dr. Antônio de S. Limongi França, Armando Dal Colletto, Clarice M. O. Kobayashi, Fábio B. Pestana, Dra. Karen Gonzaga, Dr. Marcelo Schneck de Paula Pessôa, Maria Laura Fogaça Zei, Dra. Rita C. Giraldi, Rodrigo Bernardes. Nas justificativas: Daniel Lyra Rodrigues, Dr. Fernando Marques, Isaac Trabuco, Leandro Thesin, Leonardo Ferreira, Neuseli M. Costa, Paulo R. Dora, Rinaldo Caldeira, Yvone Restom. Adicionalmente, nas oficinas, contou-se com a participação de Elvio Agnelli, Marcelo Marques, Mauricio Thesin e Dra. Neusa Maria Bastos Fernandes dos Santis.

No Brasil, a discussão sobre o assunto começou no uso das Internet das Coisas (IoT) e culminou no Plano Nacional da Internet das Coisas (Brasil, 2019) visando implementar e desenvolver a IoT no país, por meio da livre concorrência e na livre circulação de dados, salientando garantir as diretrizes de segurança da informação e de proteção de dados pessoais. Dentre seus objetivos, destacam-se a melhoria da qualidade de vida das pessoas e a promoção de ganhos de eficiência nos serviços prestados. Em dezembro de 2020, foi lançada a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, elaborada pela Secretaria Nacional de Desenvolvimento Urbano e Metropolitano (SNDUM) em parceria com o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e Ministério de Comunicações (MCom), além de 126 instituições públicas e privadas. Nela podem ser encontradas as diretrizes para o desenvolvimento urbano brasileiro (Bright Cities, 2022; Brasil, 2021).

Pelo exposto, não é mais possível dissociar as palavras *cidades* e *inteligentes*. No entanto, passados quatro anos da elaboração dessas diretrizes, o país pouco avançou nesse tema, fazendo com que a questão norteadora do presente capítulo seja: ***Quais caminhos o Brasil deverá trilhar até 2045 para que se tenha mais cidades inteligentes e um país desenvolvido no próximo século?*** É importante salientar que o desenvolvimento de um país não se baseia apenas em questões econômicas e que, é necessário debruçar sobre as questões sociais que acompanham esse tema. Assim, um país desenvolvido é aquele capaz de promover uma maior qualidade de vida para seus habitantes, com menos desigualdades, onde se observa uma sociedade mais livre, justa e democrática.

Essas reflexões não são possíveis sem encarar o presente. Dessa forma, se faz necessário analisar o perfil das cidades brasileiras, como elas estão se desenvolvendo e, principalmente, como estão incorporando os aspectos referentes a cidades inteligentes nesse processo. Uma das dificuldades em se fazer essa análise está na disparidade entre dimensões, população e níveis de desenvolvimento por todo o território brasileiro, dividido atualmente entre 5570 municípios (IBGE, 2024). Pode-se falar de cidades inteligentes no Brasil dentro deste panorama?

Há de se notar que alguns municípios têm implementado ações visando torná-los inteligentes, ou seja, utilizar-se da tecnologia para possibilitar melhorias em alguns setores (saúde, transportes, governança dentre outros) objetivando um avanço em soluções de conectividade. No entanto, num país de dimensões continentais, ainda é possível verificar que, infelizmente, a oportunidade deste panorama se restringe às regiões consideradas mais desenvolvidas (Embratel, 2024). Também se observa, em menor escala, iniciativas isoladas de prefeituras com essa finalidade. Alguns trabalhos e iniciativas têm buscado divulgar e gerar a interação dos envolvidos com a temática de cidades inteligentes. Um deles é o *Connected Smart City & Connected Smart Mobility* (CSCM) que, desde 2015, vem trabalhando com um evento, visando negócios e conexões sobre a temática (Necta, [s.d.]). Outro é o Instituto *Smart City Business of America* (SCBA), criado em 2013, que conta com 10 unidades na América Latina e tem o objetivo de auxiliar o governo e as empresas de cada país a trilhar o caminho das tecnologias e projetos de *Smart Cities* (SCBA, [s.d.]). Em sua 14ª edição anual, em maio de 2024, patrocinou a primeira Conferência Internacional em *Smart Cities* Teoria e Prática(IC2), com chamada para a academia e praticantes com o apoio do Conecticidades – Laboratório de Cidades, Tecnologia e Urbanismo, da Engenharia de Produção da Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, Fundação Vanzolini e o apoio internacional da Universidade das Nações Unidas (Escola Politécnica da USP, 2024).

Motivado pela complexidade do tema e pela realidade encontrada no Brasil, esse capítulo apresenta alguns pontos importantes no norteamento do desenvolvimento do país que desejamos nos próximos 20 anos. Tais pontos podem ser observados nos resultados da Oficina Brasil 2045, onde constam tendências, rupturas e incertezas para o futuro das cidades, inteligentes ou não, em território nacional.

2. Perfil das Cidades Brasileiras

Conforme mencionado, devido às dimensões continentais do Brasil, torna-se difícil estabelecer um único panorama sobre o perfil das cidades brasileiras. Por um lado, o país conta com zonas ocupadas por macrometrópoles do hemisfério sul (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, englobando 232 municípios) que representam apenas 0,97% do território, mas possuem 42 milhões de pessoas, ou seja, 23% da população brasileira. Por outro lado, 4913 cidades (88,61%) possuem menos de 50.000 habitantes chegando a ocorrerem municípios com menos de 2.000 habitantes, o que demonstra a disparidade na ocupação territorial do país, indicado na Tabela 1 (IBGE, 2019).

Tabela 1 – Faixa de população / quantidade de habitantes

> 5 milhões	2	0,04%
5M < Cid < 1M	13	0,23%
1M < Cid < 200mil	137	2,46%
200mil < Cid < 50mil	505	9,07%
50mil < Cid < 20mil	1.051	18,87%
20mil < Cid < 10mil	1.369	24,58%
< 10mil	2.493	44,76%

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados do IBGE (2019).

Atualmente, o Brasil possui em seu território 5.570 municípios, cuja população projetada de 212.583.750 de habitantes está distribuída (IBGE, 2024). A dispersão da população brasileira é baseada em uma grande diversidade regional – a própria urbanização ou desigualdades econômicas criam desafios bastante complexos para o desenvolvimento sustentável. A distribuição demográfica é importante de ser avaliada, pois o território é modificado para atender as necessidades humanas daqueles que ali habitam, o que aumenta a pressão sobre os recursos naturais e infraestrutura, sendo a densidade populacional o indicador mais básico para se medir essa pressão.

Os desafios originados pela demografia urbana desempenham importante papel no processo decisório brasileiro. Conforme evidenciado na Tabela 1, a maior parcela dos municípios nacionais possui menos de dez mil habitantes, representando 44,76% do total. É um número expressivo de cidades muito pequenas, que convivem com problemas relativos à escassez de recursos, financeiros, humanos, dentre outros, dificultando o desenvolvimento dos municípios de porte diminuto em todas as esferas, mas principalmente naquelas que exigem tecnologias inteligentes e mais avançadas, retardando seu crescimento econômico e social.

Em todos os casos há dificuldades, a densidade demográfica e sua distribuição apresentam características diferentes nos desafios das cidades, por exemplo, as menores sofrem com a limitada oferta de serviços e possibilidades, enquanto as metrópoles enfrentam problemas de congestionamento e baixa qualidade de vida de seus habitantes.

O Brasil costuma realizar o Censo Demográfico de dez em dez anos. Seu objetivo é oferecer um retrato da população e das condições domiciliares no país. As informações obtidas visam subsidiar a elaboração de políticas públicas e decisões relacionadas com a alocação de recursos financeiros. Os dados de 2022, mostram que o Brasil atingiu a marca de 203.062.512 de habitantes e este número representa 12,3 milhões de pessoas a mais em comparação ao Censo de 2010, representando um acréscimo de 6,5% durante a última década. As projeções indicam 212.583.750 habitantes em agosto de 2024 (IBGE, 2024).

De acordo com as projeções o país deve crescer até o ano de 2040 e, após este pico, haverá uma contração populacional, o que fará o Brasil perder o sétimo lugar que ocupa hoje no ranking de maiores populações do mundo. Estima-se que no ano de 2100 o Brasil terá aproximadamente 163,0 milhões de habitantes, número menor de pessoas do que o país tem atualmente(IBGE, 2023). Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), no final do século XXI, a população do Brasil deverá ser 26,0% menor do que em seu pico, presumidamente em 2040, e 23,0% menor do que em 2024. As chances desse prognóstico serem confirmadas são de 92,0%. "Devido a esse declínio e ao rápido crescimento populacional de outros países, é provável que o Brasil veja sua posição no ranking dos países mais populosos do mundo cair até 2100", admite a ONU.

O Brasil está num grupo de 48 países que, representando 10,0% da população mundial em 2024, atingirá o pico de população entre 2025 e 2054, estando no estágio final da transição demográfica. Conceitualmente, esse fenômeno indica a redução nas taxas de natalidade, de modo que ela não supera as de mortalidade, havendo uma mudança nos padrões de crescimento populacional (UOL, 2024). Embora esse fenômeno seja comum em alguns países da Europa atualmente, estima-se que nos próximos 30 anos outros também passarão por essa transformação, principalmente aqueles localizados na América Latina e Caribe, correspondendo a 40,0% do total de países existentes.

Com 84,8 milhões de habitantes, a região Sudeste se manteve como a mais populosa. O total de habitantes equivale a 41,8% da população do país. Na sequência estão o Nordeste (26,9%), Sul (14,7%), Norte (8,5%) e Centro-Oeste (8,02%). A distribuição da população por faixa etária não segue a mesma tendência, sendo possível observar que a maior concentração de idosos está nas regiões Sudeste (12,2%) e Sul (12,1%), havendo destaque para os estados do Rio Grande do Sul (14,1%), Rio de Janeiro (13,1%) e Minas Gerais (12,4%), enquanto a população mais jovem, com idade até 14 anos, está localizada majoritariamente nas regiões Norte (25,2%) e Nordeste (21,1%) (Wikinotícias, 2023). De modo geral, os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revelam um envelhecimento da população: o total de idosos com 65 anos ou mais saltou de 14.081.477, em 2010, para 22.169.101, em 2022. O aumento é de 57,4%.

Essas informações ampliam a compreensão sobre a dinâmica populacional do Brasil na última década e fornecem uma base para análises mais profundas sobre desenvolvimento urbano, desigualdade regional e mudanças nas demandas sociais.

Uma dessas demandas se refere justamente a alteração da pirâmide etária e os impactos na parcela economicamente ativa do país. As questões trabalhistas e econômicas, por exemplo, vêm sendo debatidas há muitos anos e com imensa preocupação, pois são de grande importância para o desenvolvimento satisfatório do Brasil uma vez que impactam na economia do país.

Os aspectos demográficos e sociais implicam em transformações urbanas. À medida que as cidades crescem e se desenvolvem, novas oportunidades surgem, mas também surgem desafios e desigualdades. O

modo como vive-se, trabalha-se e relaciona-se é diretamente afetado pelas mudanças urbanas (Ribeiro, [*s. d.*]). Núcleos urbanos populosos se estabeleceram no Brasil, dando origem às metrópoles, com grande impacto na economia, no trabalho e na sociedade.

A metrópole exerce influência na formação do mundo moderno, pois é um centro de inovação, tecnologia e cultura, sendo responsável pela criação de novas formas de trabalho, como a indústria e o setor de serviços, e pela expansão do comércio internacional (Moraes, [*s. d.*]).

A urbanização no Brasil gerou impactos com consequências significativas no trabalho e na economia das cidades; trazendo oportunidades e desafios e necessitam ser compreendidos e analisados para melhor aproveitá-los ou mitigá-los por ações adequadamente planejadas pelas diversas partes interessadas. Pode-se destacar:

1. Crescimento populacional e força de trabalho: O aumento da população urbana resulta em mais pessoas disponíveis para o mercado de trabalho, impulsionando a economia, pois há maior demanda por produtos e serviços. No entanto, também pode levar a desafios, como superlotação e pressão sobre os serviços públicos e infraestrutura existente (Ribeiro, [*s. d.*]).

2. Desigualdades socioespaciais e econômicas: A urbanização desordenada contribui para a macrocefalia urbana, concentrando recursos e oportunidades nas grandes cidades, o que pode agravar as desigualdades sociais e econômicas, afetando o acesso a empregos, educação e saúde (Guitarrara, [*s. d.*]).

3. Problemas ambientais urbanos: O rápido crescimento das cidades pode sobrecarregar os sistemas de saneamento, causar poluição e degradação ambiental afetando a qualidade de vida dos trabalhadores e a produtividade econômica (Guitarrara, [*s. d.*]).

4. Infraestrutura e custo de vida: O aumento da população demanda investimentos em infraestrutura (transporte, habitação, saúde etc.) o que pode elevar o custo de vida e afetar a competitividade econômica das cidades (Ribeiro, [*s. d.*]).

A oferta de força de trabalho no Brasil, por sua vez, tem sido influenciada por três macrotendências: **transição demográfica** que alterou o ritmo de crescimento populacional e a distribuição etária; **aumento na escolaridade** da população; e **aumento da participação feminina** impulsionada pelo aumento da escolaridade acima da média masculina.

Tal força de trabalho migrou de setores menos produtivos para os mais produtivos e remunerados (Ribeiro, [*s. d.*]) e isso tende a impulsionar o crescimento econômico e a inovação, mas também pode agravar desigualdades e criar desafios sociais e econômicos se não for acompanhada de políticas adequadas de educação, capacitação e suporte social. Como consequências positivas temos:

1. Aumento da Produtividade: Quando trabalhadores migram para setores mais produtivos há um aumento geral da produtividade na economia, uma vez que geralmente utilizam melhor os recursos, incluindo mão de obra, e que pode levar a um aumento da produção e do crescimento econômico.

2. Crescimento Econômico: O aumento da produtividade e da eficiência pode impulsionar o crescimento econômico, pois tendem a gerar mais valor agregado, o que pode resultar em um aumento do PIB.

3. Inovação e Desenvolvimento Tecnológico: Setores mais produtivos frequentemente investem mais em pesquisa e desenvolvimento, levando a inovações tecnológicas e novos produtos e serviços.

4. Aumento dos Salários: Em setores mais produtivos, a demanda por trabalhadores qualificados pode levar a melhor remuneração e o padrão de vida dos trabalhadores que conseguem se realocar.

5. Melhoria na Competitividade Internacional: Com uma economia mais produtiva, o país pode se tornar mais competitivo no mercado internacional, exportando mais e atraindo investimentos estrangeiros.

Como consequências negativas obteve-se:

1. Desigualdade Econômica: A migração para setores mais produtivos pode aumentar a desigualdade, especialmente se esses setores exigirem habilidades que apenas uma parte da força de trabalho possui. Trabalhadores menos qualificados podem enfrentar dificuldades para se adaptar ou encontrar empregos em outros setores.

2. Desemprego Estrutural: Se a migração for rápida demais ou se não houver uma qualificação adequada dos trabalhadores, pode haver um aumento no desemprego estrutural. Trabalhadores podem não conseguir se recolocar rapidamente para os novos setores devido à falta de habilidades ou qualificações necessárias.

3. Desindustrialização ou Desvalorização de Setores Menos Produtivos: Setores menos produtivos podem sofrer com a perda de mão de obra qualificada, o que pode levar à desindustrialização ou ao declínio. Isso pode afetar negativamente regiões ou comunidades que dependem economicamente desses setores.

4. Pressão sobre Infraestruturas Urbanas: A migração de trabalhadores para setores mais produtivos, muitas vezes localizados em áreas urbanas, pode aumentar a pressão sobre a infraestrutura urbana, como transporte, habitação e serviços públicos.

5. Mudanças Sociais e Culturais: A redistribuição da força de trabalho pode também trazer mudanças sociais e culturais, especialmente se a migração for massiva. Pode haver tensões sociais se grandes grupos de trabalhadores migrarem para áreas onde a infraestrutura e os serviços sejam precários.

Em resumo, a nova pirâmide populacional e a urbanização moldarão o mercado de trabalho brasileiro, gerando transformações significativas. Essas mudanças continuarão a impactar a sociedade e a economia do país caso não haja ações neste aspecto primordial para o futuro.

3. Desenvolvimento dos municípios

Como mencionado acima, o país ainda apresenta grandes "vazios" de ocupação. De acordo com o IBGE (2024), somente 0,54% de todo território nacional é urbanizado, concentrado principalmente na área costeira.

A palavra *desenvolvimento*, ainda que esteja registrada nos dicionários de língua portuguesa, onde consta sua definição, carrega consigo uma parcela de interpretação individual, com características históricas e sociais daqueles que a utilizam, partindo de uma compreensão inicial meramente econômica para esferas complexas, que abrangem outras dimensões, como social, cultural, ambiental e tecnológica (Barreto; Andrade, 2022).

A palavra *município*, por sua vez, também passou por transformações e, a forma como se utiliza atualmente é posterior ao ano de 1820. Os territórios municipais brasileiros sofreram diversas mudanças ao longo do século XIX, com inúmeras dificuldades no estabelecimento de suas fronteiras intermunicipais pelos Estados, que demorou praticamente um século para encontrar um ponto de equilíbrio sobre esse tema (Carrara; Machado, 2020). Os municípios, da forma como se conhece atualmente, surgem a partir da Constituição Federal de 1988, que os identificam como entidades federativas com autonomia política, administrativa e financeira (Cunha; Juliao; Oliveira, 2020; Ultramari; Silva; Meister, 2018). A Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida popularmente por Estatuto da Cidade, estabelece as diretrizes gerais da política urbana no país (Brasil, 2001). Posteriormente, devido à proximidade e interdependência entre alguns municípios, é promulgada a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, conhecida como Estatuto da Metrópole, institucionalizando as Regiões Metropolitanas no Brasil. O intuito era a organização dessas regiões para uma melhor prestação de serviços públicos comuns, mas com a ausência de uma política nacional de desenvolvimento urbano, essa iniciativa foi transferida quase que exclusivamente para os governos estaduais, expondo mais uma face da complexidade na urbanização brasileira (Blanco Junior, 2021). Cabe ressaltar que o Plano Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU) ainda está em desenvolvimento em 2024.

Pelo exposto, fica evidente que o desenvolvimento dos municípios no Brasil é algo tão complexo quanto as palavras utilizadas para designá-lo.

Ao mencionar urbano, refere-se às cidades e estas, no Brasil, passaram a ser majoritariamente urbanas a partir da segunda metade do século XX, articulando-se em relações de interdependência hierárquica, principalmente em função de seu poder econômico e infraestrutura (Marzulo; Heck; Filippi, 2020). Esse processo de urbanização se deu em meio a crises de gestão municipal e a remediação dos problemas foi iniciada com uma

série de políticas públicas que, a princípio, levaram em conta apenas aspectos de uso e ocupação dos solos e infraestrutura de transportes, deixando de lado outros pontos importantes para a evolução das cidades (Ultramari; Silva; Meister, 2018). Os planos urbanísticos foram desenvolvidos utilizando-se de modelos perfeitos e sem contradições para a ordenação do meio, e sua implementação, por vezes exigida por esferas governamentais, também deixavam de considerar a complexidade existente nas cidades (Ferrari Junior, 2004).

3.1. Desenvolvimento e Plano Diretor das Cidades

Atualmente, o Plano Diretor é a mais importante forma de planejamento urbano municipal, e conta com a participação popular em sua elaboração e revisão, sua prerrogativa central. Esse documento deve visar um desenvolvimento equilibrado da cidade, nas esferas urbanas e rurais, considerando aspectos territoriais, ambientais, culturais, sanitários, habitacionais, fundiários, regionais, tributários, entre outros, sem descartar as políticas econômicas, sociais e de gestão (Rezende; Ultramari, 2007). As principais críticas aos planos diretores residem na ausência de integração com o orçamento da cidade, fazendo com que não sejam pontuadas preocupações financeiras sobre o que deve ser implantado no município, o que torna algumas medidas aprovadas nos Planos uma mera documentação de "discursos idealistas", ainda que eles sejam importantes em uma sociedade democrática. Outra crítica é quanto à falta de integração entre as cidades que compõem uma mesma região metropolitana, visto que o processo de urbanização existente no Brasil é quase um processo de *metropolização* (Ultramari; Silva; Meister, 2018), isso tudo sem falar do interesse político.

A concepção da ideia de Plano Diretor tem como mote promover uma cidade inclusiva, equilibrada, sustentável, que seja capaz de proporcionar qualidade de vida aos cidadãos e, portanto, está diretamente associado à evolução das cidades. Com isso, foram levantados todos os dados do IBGE (2004-2021) emitidos até 2024.

Os dados do IBGE indicam um bom comprometimento das cidades na elaboração do Plano Diretor (PD) quando existe a obrigação legal para isso, mas também é possível observar que os municípios com menos de 20.000 habitantes tem se mobilizado para concluir essa etapa de análise e planejamento da cidade, com aumento progressivo ao passar dos anos, chegando próximo a 40% do total, uma vez que a existência do PD resulta em dotação de verba federal.

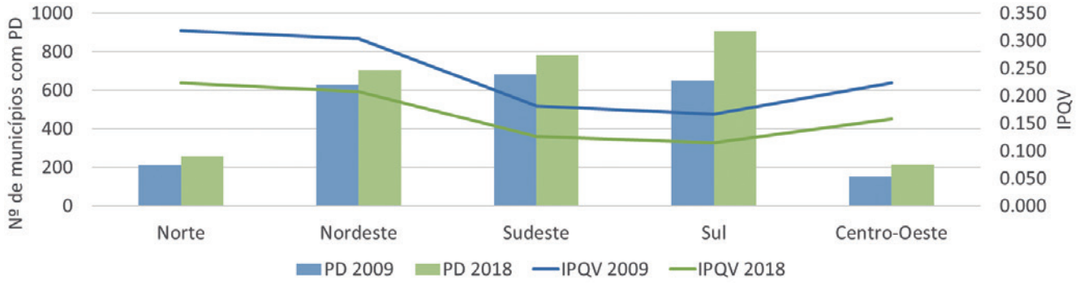
Pensando em formas de mensurar a evolução das cidades do país, o IBGE criou indicadores multidimensionais, que ainda estão em fase de avaliação, recebendo a chancela de "estatísticas experimentais". Eles foram criados com a análise de seis dimensões relacionadas com a qualidade de vida da população:

1. Moradia
2. Educação
3. Saúde e alimentação
4. Transporte e lazer
5. Acesso aos serviços financeiros e padrão de vida
6. Acesso aos serviços de utilidade pública

O Índice de Perda de Qualidade de Vida (IPQV), como o próprio nome indica, tem como objetivo mensurar a perda de qualidade de vida e é dado pelas cinco regiões do país. O Índice de Desempenho Socioeconômico (IDS), por sua vez, utiliza o IPQV em sua base de cálculo, e é apresentado por estado brasileiro. Outros três índices foram estimados, sendo eles o Índice de Vulnerabilidade Multidimensional Não Monetário (IVM-NM), o Índice de Pobreza Multidimensional Não Monetário (IPM-NM) e com Componente Relativo (IPM-CR), todos compilados por estado. Embora estejam em fase de avaliação, esses indicadores podem entregar um panorama de evolução do país como um todo, e futuramente das cidades brasileiras. As figuras de 1 a 4 apresentam a relação desses indicadores com a existência dos Planos Diretores.

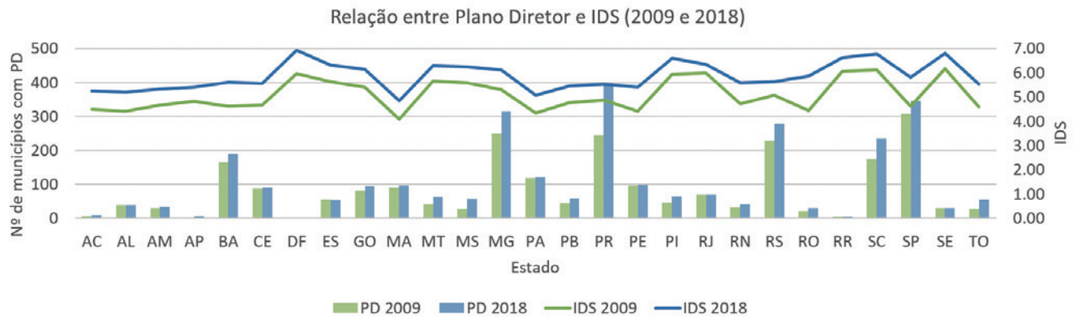
Os dados demonstram que, de modo geral, as cidades têm apresentado melhorias nos seus indicadores. No entanto, eles abrangem apenas dois intervalos de tempo: 2008-2009 e 2017-2018 onde é possível observar que há uma estagnação quanto ao aumento dos municípios comprometidos com o desenvolvimento do Plano Diretor a partir de 2012, conforme demonstra a Figura 4. Dessa forma, com o paralelo traçado entre os resultados

Figura 1 – Relação entre as cidades com Plano Diretor e o Índice de Perda de Qualidade de Vida (IPQV)



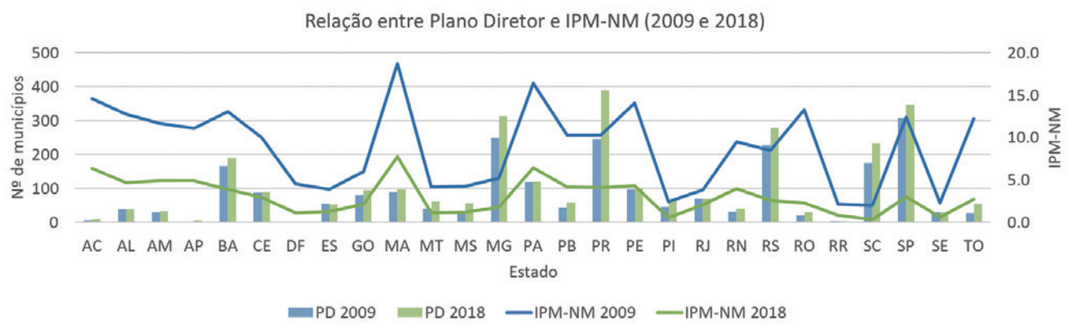
Fonte: Adaptado de IBGE (2008-2009) e IBGE (2017-2018).

Figura 2 – Relação entre as cidades com Plano Diretor e o Índice de Desempenho Socioeconômico



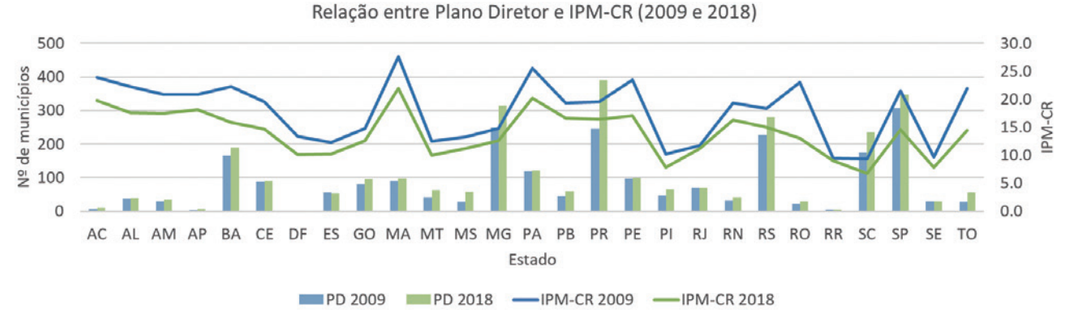
Fonte: Adaptado de IBGE (2008-2009) e IBGE (2017-2018).

Figura 3 – Relação entre as cidades com Plano Diretor e o Índice de Vulnerabilidade Multidimensional Não Monetário



Fonte: Adaptado de IBGE (2008-2009) e IBGE (2017-2018).

Figura 4 – Relação entre as cidades com Plano Diretor e o Índice de Vulnerabilidade Multidimensional com Componente Relativo



Fonte: Adaptado de IBGE (2008-2009) e IBGE (2017-2018).

analisados e os indicadores calculados pelo IBGE, infere-se que talvez a evolução das cidades possa ter ocorrido entre 2008 e 2012, demonstrando a importância na avaliação das condições que se apresentam no cenário nacional atualmente, para que seja possível traçar caminhos mais seguros para o país que queremos em 2045.

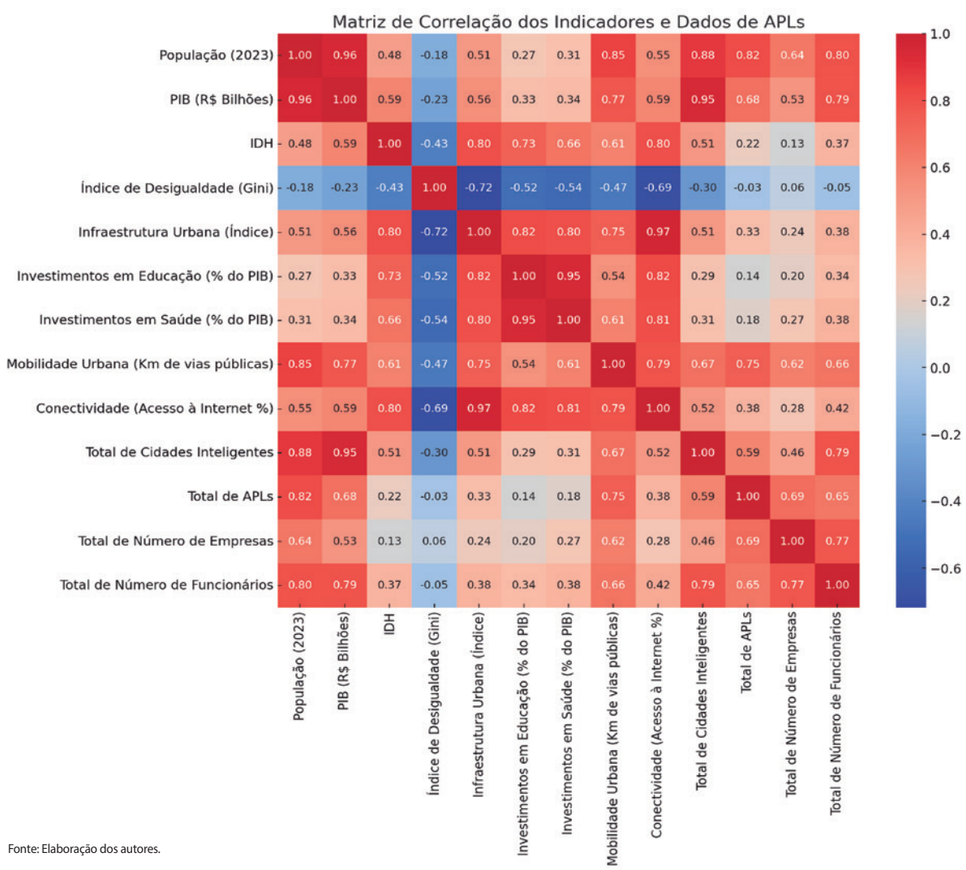
Outra observação a ser feita é o fato desse investimento ter sido abandonado no período de 2012 a 2017 demonstrando a falta de continuidade em um horizonte de mais longo prazo.

3.2. Relação entre Rede de Cidades e Arranjos Produtivos Locais – APL

Outro ponto a ser considerado no contexto da evolução das cidades é quanto ao desenvolvimento regional e territorial, planejado e estruturado, focado em redes urbanas e produtivas para promover a integração econômica e social. Por outro lado, há as atividades produtivas e inovativas, moldadas por suas características, reforçando a importância dos Arranjos Produtivos Locais (APLs), caracterizados por cadeias produtivas formadas dentro de um único município ou pela integração de vários municípios. Neste contexto, o planejamento urbano e o investimento em infraestrutura são essenciais para o desenvolvimento sustentável, inclusão social, emprego, renda, redução da desigualdade, educação e inovação tecnológica (Falcón, 2015; Oliveira *et al.*, 2017).

Baseado neste contexto e considerando os indicadores: População, PIB, IDH, GINI, Índice de Infraestrutura urbana, Investimento em educação (% do PIB), Mobilidade Urbana (Km de vias públicas), Conectividade (Acesso à Internet %), Cidades Inteligentes (total), APLs (total), Número de empresas (total), Número de funcionários (total), é elaborada a matriz de correlação entre APLs e cidades inteligentes, apresentado na Figura 5. Quanto mais próximo do valor unitário, maior é a relação entre as variáveis.

Figura 5 – Matriz de correlação dos indicadores e dados de APLs



Fonte: Elaboração dos autores.

A partir dos dados obtidos, é possível confirmar o que já é de notório saber: o desenvolvimento urbano está fortemente correlacionado à infraestrutura econômica. Demonstra-se que os estados mais populosos e com maior PIB tendem a concentrar mais APLs, reforçando a ideia de que economias mais robustas têm maior facilidade em desenvolver e sustentar esses arranjos. Esses dados são importantes, pois políticas públicas pautadas no desenvolvimento podem ser estabelecidas com base nessas correlações. Se por um lado os aspectos econômicos são cruciais para a evolução das cidades, por outro, as redes das cidades com crescimento estruturado e o bom ordenamento territorial podem garantir melhor sustentabilidade e equilíbrio na expansão urbana. Os desafios, portanto, residem no fomento de APLs em regiões com baixo poder econômico e na sustentabilidade da rede de municípios.

Há regiões onde uma cidade, que possui as empresas que geram recursos tenha, nas vizinhanças, cidades dormitório que possuem carência de recursos. O relacionamento entre rede de cidades e o arranjo produtivo local pode evidenciar essas distorções para serem consideradas ações para sua correção. O desenvolvimento regional passa pela construção de uma rede integrada e funcional de centralidades urbanas, capaz de distribuir fluxos materiais e imateriais, equilibrando a produção econômica com a sustentabilidade e a coesão social.

3.3. Os desafios do contínuo urbano-rural

Outro ponto relevante é a própria configuração das cidades brasileiras onde se observa que sua ocupação apresenta uma área urbanizada e uma área considerada "rural", muitas vezes sendo caracterizada como "cinturão verde".

De acordo com UN DESA *apud* Kobayashi (*In* Marcial; Pio, 2023), "*as concentrações urbanas deverão abrigar em 2050 quase 70,0% da população do planeta*" e, conforme relatório da Embrapa (2022), a produção agrícola mundial deverá crescer 70% e quase 100% nos países em desenvolvimento para alimentar toda a população do planeta.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (2023): "o simples conceito de divisão rural e urbana não é mais suficiente para entender as formas pelas quais a urbanização está moldando os sistemas agroalimentares. É necessária uma perspectiva mais complexa do contínuo rural-urbano, considerando tanto o grau de conectividade que as pessoas têm quanto os tipos de conexões existentes entre as áreas urbanas e rurais".

Partindo-se dessas considerações, vê-se que alguns dos desafios típicos das áreas urbanas são acentuados nas áreas rurais. A rápida análise e o olhar voltado para o Brasil em 2045 (como referência), permitem refletir sobre tendências, incertezas e possíveis rupturas relacionadas ao tema. Algumas questões se destacam na área rural, a saber:

1. Movimento da população rural em direção às áreas urbanas, em especial os mais jovens.
2. Aumento do uso de tecnologias digitais no campo, com aumento da produtividade do campo e redução da necessidade de trabalhadores.
3. Aumento das exigências sobre conhecimentos técnicos em relação aos trabalhadores rurais.
4. Dificuldade crescente para que propriedades rurais familiares sejam eficientes e lucrativas.
5. Dificuldade de acesso à educação básica nas áreas rurais.
6. Dificuldade de transporte escolar e público nas áreas rurais.
7. Dificuldade de acesso à saúde básica nas áreas rurais, tanto para jovens quanto para pessoas de idade mais avançada.
8. Aumento da fixação de jovens proprietários rurais em função da atração pelas novas tecnologias digitais.
9. Maior acesso pessoal aos recursos digitais pelos trabalhadores do campo, embora de modo lento (internet, aplicativos diversos etc.).
10. Aumento do uso de tecnologias digitais para pagamentos e recebimentos, facilitando o dia a dia dos trabalhadores rurais e dos gestores.
11. Desafios relacionados à infraestrutura de água e esgoto.
12. Desafios crescentes no que se refere ao uso de tecnologias e métodos relacionados à economia de baixo carbono e à biodiversidade.
13. Desafios crescentes em relação aos desastres ambientais.
14. Desafios crescentes em relação ao correto uso dos recursos hídricos.
15. Desafios em relação aos sistemas cooperativos, de modo a suportar os produtores rurais.

16. Desafios em relação às cadeias produtivas da agroindústria, em que os elos iniciais se localizam nas áreas rurais e os seguintes passam pelo urbano e pelas rodovias, ferrovias e hidrovias.
17. Desafios para os pequenos produtores serem competitivos em mercados nos quais a escala de produção é fator essencial.
18. Desafios para regiões urbanas periféricas, nas quais os negócios estão relacionados às necessidades das áreas rurais.
19. Desafios em relação às cadeias compactas que conectam os produtores rurais diretamente aos consumidores urbanos.
20. Desafios no sentido da inovação: trazer a produção rural para o ambiente urbano.
21. Aumento de propriedades sem o registro adequado em função da venda de terras de modo informal e grilagem.

Algumas das questões referidas são mais recentes, dentre elas o Item 19, embora seja observado o crescimento da oferta de alimentos pelos produtores diretamente aos consumidores (residências, escolas, estabelecimentos diversos), e o Item 20, notando-se uma pequena produção de alimentos nas áreas urbanas (Simon, 2022). Grande parte dos itens supracitados também se correlacionam, tendo como cerne comum a tecnologia, é um dos exemplos reside nos desafios das pequenas propriedades rurais em relação à adoção de metodologias e de tecnologias sustentáveis, considerando-se que poderão fazer parte de cadeias produtivas que têm em seus elos iniciais o agronegócio e, em seus elos subsequentes a indústria, o comércio e os serviços que trazem desafios complexos em relação à gestão sustentável das cadeias produtivas e de abastecimento (França; Pessoa, 2024).

Além dos pontos mencionados, existe ainda o aumento da preocupação sobre os desastres naturais e outras questões relativas às mudanças do clima, que se relacionam diretamente ao Item 13 (IPCC, 2018). Adicionalmente, tem-se o conflito entre a necessidade de se preservar o que nos resta de biodiversidade e a necessidade de aumentar a produção de alimentos, que se relacionam principalmente aos itens 3, 4, 11 e 14. A preocupação principal reside nas formas como a agropecuária se desenvolve no país, apoiando-se principalmente no contínuo desmatamento dos biomas existentes no território nacional, visando a expansão das áreas para criação e monocultura (Duarte; Leite, 2020; Fabrim *et al.*, 2020; Ramos, 2023).

Os aspectos sociais, ambientais e econômicos formam uma interface multifacetada entre as áreas rurais e urbanas. A migração do campo para a cidade, por exemplo, é frequentemente motivada pela busca de melhores oportunidades econômicas. No entanto, essa transição também revela disparidades salariais significativas entre as áreas rurais e urbanas. Em geral, os salários nas áreas urbanas tendem a ser mais altos devido à maior concentração de indústrias, serviços e oportunidades de emprego qualificado. A diferença salarial no Brasil é ainda mais acentuada, com trabalhadores urbanos ganhando, em média, 50% mais do que os trabalhadores rurais (IBGE, 2020).

Nas áreas rurais, a economia é frequentemente dominada pela agricultura e atividades relacionadas, que geralmente oferecem salários mais baixos. Na Índia, os trabalhadores rurais ganham em média 50% menos do que seus equivalentes urbanos (International Labour Organization, 2020). No Brasil, a situação é semelhante, com a renda média dos trabalhadores rurais sendo significativamente menor do que a dos trabalhadores urbanos (IBGE, 2020). Esta teoria sugere que a migração rural-urbana é impulsionada pela expectativa de salários mais altos nas cidades, mesmo que o desemprego urbano seja elevado. Estudos mostram que, em países em desenvolvimento, a migração para áreas urbanas continua alta, apesar das altas taxas de desemprego urbano (Harris; Todaro, 1970). Complementarmente, existem problemas com relação às oportunidades no setor formal, sendo possível observar que 60% dos trabalhadores rurais estão no setor informal, comparado a 40% nas áreas urbanas.

Essa urbanização do trabalho resulta em mudanças significativas na estrutura ocupacional e suas condições. Tal fenômeno está intimamente ligado ao crescimento urbano e à industrialização, tendo várias consequências. As principais são relacionadas à redução das oportunidades do setor agropecuário e aumento nos setores industriais e de serviços, exigência de maior escolaridade e especializações no mercado de trabalho urbano e, não menos importante, a distribuição desigual de empregos nas cidades, sendo possível identificar que os grandes centros urbanos concentram mais oportunidades, oferecendo em contrapartida uma qualidade de vida pior, com problemas de infraestrutura, como transporte e moradia, por exemplo (Guitarrara, [*s.d.*]).

A inovação e a adoção de tecnologias podem contribuir para resolver os problemas de trabalho nas cidades, tornando-as mais eficientes e seguras para seus habitantes, promovendo melhor qualidade de vida para os cidadãos. Isso foi observado na época da pandemia da COVID-19, quando ocorreu uma migração rápida e massiva do trabalho presencial para o remoto, utilizando plataformas tecnológicas que mudaram radicalmente

a forma de trabalho de grande parte das pessoas. Posteriormente, constatou-se a importância do legado dessa experiência, relacionado à flexibilidade de horário, de local de trabalho, de comunicação e de vários outros aspectos relacionados à própria gestão das pessoas. Pôde-se observar a mudança da cultura de algumas empresas, havendo alterações nos processos de contratação e retenção de talentos (Guitarrara, [*s. d.*]).

Cattaneo *et al.* (2020) destaca que o desenvolvimento econômico e social ao longo do continuum urbano-rural oferece uma perspectiva complementar ao sugerir que as políticas de desenvolvimento devem considerar a interdependência entre áreas urbanas e rurais. O trabalho remoto, por exemplo, possibilita uma maior mobilidade da força de trabalho, permitindo que trabalhadores vivam em áreas rurais enquanto mantêm empregos em centros urbanos. Essa dinâmica pode contribuir para um desenvolvimento mais equilibrado e inclusivo, ao mesmo tempo em que desafia as formas tradicionais de urbanização e a centralização econômica nas grandes cidades.

Contudo, as mudanças na forma de trabalhar, impulsionadas pelo capitalismo cognitivo-cultural e pela crescente conectividade digital, estão reconfigurando o perfil das cidades e das regiões rurais. É fundamental que as políticas públicas reconheçam essas novas realidades e busquem mitigar os impactos negativos, promovendo um desenvolvimento urbano e rural mais equilibrado e sustentável. Como enfatiza Scott (2014), é necessário superar a visão limitada das cidades criativas e adotar uma abordagem que considere as complexas interações entre economia, cultura e sociedade, enquanto Cattaneo *et al.* (2020) apontam a importância de integrar áreas urbanas e rurais em uma perspectiva contínua para alcançar um desenvolvimento verdadeiramente inclusivo.

Atualmente, é possível observar um movimento retrógrado das empresas, que aumentam a cada dia a exigência de seus trabalhadores em regime presencial, com argumentos que fogem a lógica e exibem o autoritarismo de quem possui o capital, ainda que algumas vantagens deste modelo ultrapassado sejam inegáveis. O caminho para melhores condições de trabalho reside longe da imposição, sendo notória a necessidade de um equilíbrio melhor entre a qualidade de vida e o emprego (Doherty, 2024; Half, 2023). O fator de maior relevância para a caracterização como cidade global é a existência de investimentos transnacionais relevantes e alterações significativas em como enxergar o trabalho.

4. Urbanização e Cidades Inteligentes

A urbanização é um fenômeno global que tem transformado a paisagem das sociedades contemporâneas. Com o crescimento populacional e a migração para áreas urbanas, surge a necessidade de repensar o planejamento urbano e as políticas públicas para garantir a sustentabilidade, a eficiência e a qualidade de vida nas cidades. Nesse contexto, as cidades inteligentes emergem como uma solução, integrando tecnologia e gestão eficiente para enfrentar os desafios urbanos.

A urbanização acelerada é uma característica marcante do século XX e incrementada no século XXI. Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), mais de 55% da população mundial vive em áreas urbanas, e essa proporção deve aumentar para 68% até 2050.

As cidades globais[89] e as cidades em rede[90] são conceitos que têm ganhado destaque no contexto da globalização e da urbanização acelerada.

Elas têm como características uma cultura globalizada, além de um mercado financeiro pujante no setor de construção civil, intensificando a elaboração de novos edifícios mais tecnológicos e modernos a fim de abrigar as grandes empresas e incentivar o desenvolvimento regional.

Devido ao aumento da demanda por transporte, habitação, saneamento básico e energia, investimentos significativos foram realizados ao longo do tempo. Por exemplo, estima-se que as cidades globais precisarão investir cerca de US$ 94,0 trilhões em infraestrutura até 2040 para acompanhar o crescimento urbano (Global Infrastructure Hub, 2020). No Brasil, o déficit de infraestrutura se torna evidente, com necessidades de investimento em saneamento básico estimadas em R$ 508,0 bilhões até 2033 (Nunes, Rosa, Moraes, 2015). A expansão urbana, quando não planejada, pode levar à degradação ambiental, poluição e perda de biodiversidade.

[89] As cidades globais são centros urbanos que desempenham papeis cruciais na economia global, enquanto as cidades em rede são aquelas que se conectam e colaboram em escala internacional para compartilhar conhecimentos, recursos e melhores práticas. As cidades globais são caracterizadas por sua influência econômica, política e cultural em escala global. Exemplos incluem Nova York, Londres, Tóquio e São Paulo.
[90] As cidades em rede, por outro lado, são aquelas que se conectam através de parcerias e colaborações internacionais. Essas redes permitem a troca de conhecimentos, tecnologias e melhores práticas, promovendo o desenvolvimento sustentável e a inovação. A rede C40 Cities, que inclui cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Londres e Paris, é um exemplo de como as cidades podem colaborar para enfrentar desafios globais como as mudanças climáticas (C40 Cities, 2020).

Dentre diferentes aspectos que a cidade abarca, a questão referente à gestão destas se torna mais complexa, exigindo coordenação entre diferentes níveis de governo e setores da sociedade. A falta de uma governança eficaz pode levar a problemas como corrupção e ineficiência administrativa e, no Brasil, a forma democrática de descentralização administrativa e a falta de coordenação entre os níveis federal, estadual e municipal se tornaram desafios constantes (IPEA, 2013).

Para que as cidades inteligentes se tornem realidade, é fundamental um planejamento urbano estratégico e políticas públicas eficazes. Integrar princípios de sustentabilidade em todos os aspectos do planejamento urbano, promovendo o uso eficiente dos recursos naturais e a redução das emissões de carbono, é essencial. Coordenar ações entre diferentes setores (transporte, habitação, meio ambiente etc.) para criar soluções integradas e eficientes é fundamental. Criar políticas que incentivem a inovação tecnológica e a adoção de soluções inteligentes é essencial.

As medidas adotadas tanto nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), quanto no Brasil, têm repercussões significativas nos indicadores econômicos. O investimento em infraestrutura e tecnologia nas cidades inteligentes pode impulsionar o crescimento econômico, criando empregos e atraindo investimentos. Estima-se que o mercado global de cidades inteligentes atingirá US$ 2,6 trilhões até 2025 (MarketsandMarkets, 2024). No Brasil, o investimento em cidades inteligentes pode gerar até R$ 50,0 bilhões em novos negócios até 2025 (Brasscom, 2020).

A implementação de tecnologias avançadas pode exacerbar as desigualdades se não forem acompanhadas de políticas inclusivas E, em algumas cidades a falta de acesso à tecnologia pode aumentar a exclusão social (World Bank, 2016). O alto custo inicial dos investimentos em infraestrutura e tecnologia pode ser um desafio, especialmente em países em desenvolvimento. Estima-se que o custo inicial para transformar uma cidade em uma cidade inteligente pode variar de US$ 30,0 milhões a US$ 500,0 milhões (McKinsey Global Institute, 2018) e, no Brasil, o financiamento de projetos de cidades inteligentes é um desafio constante. A transição para cidades inteligentes requer a capacitação da força de trabalho e a adaptação das estruturas governamentais e, em muitos casos, a falta de habilidades digitais pode ser um obstáculo significativo (World Economic Forum, 2023). No Brasil, programas de capacitação e educação são essenciais para preparar a força de trabalho para as demandas das cidades inteligentes (Brasil, 2020).

Uma urbanização acelerada e a globalização trazem consigo o desafio para com a gestão das cidades, tornando-se mais complexa, pois exige coordenação entre diferentes níveis de governo e setores da sociedade. A criação de políticas que incentivem a inovação tecnológica e a adoção de soluções inteligentes é essencial e, programas como o Startup Brasil estão incentivando a inovação e o empreendedorismo. Soma-se a isso, a premência de estabelecer marcos regulatórios que facilitem a implementação de tecnologias inteligentes, garantindo a segurança e a privacidade dos dados.

Pode-se então, questionar, Cidades Inteligentes – para quem?

Desde muito, o homem busca transformar o meio ambiente em um lugar menos hostil para sua sobrevivência. Primeiramente, lutando contra as forças da natureza e, posteriormente, buscando administrar o meio ambiente construído. É neste último que o homem descobriu que, apesar de suas diversas criações para subsídio da vida cotidiana, surgiram elementos – que somados – acabavam por comprometer a busca de seu 'Eldorado'.

Frente a tais constatações e de sua impotência, o homem começa a buscar alternativas de uma vida melhor, partindo da análise do cenário do qual ele é o principal personagem, isto é, a CIDADE.

Deparando-se com uma "urbanização descapitalizada", em 1976 é organizada a primeira reunião para se discutir acerca do futuro das cidades e o quadro de crescimento populacional mundial. Assim, acontece a primeira edição do HABITAT, em Vancouver – Canadá, promovido pela Organização das Nações Unidas. Pautado em questionamentos acerca de um futuro próximo, os três mil delegados de 132 países membros da ONU, buscaram discutir as tendências e projeções futuras do crescimento das cidades e todas as implicações que tal fenômeno acarretaria para o desenvolvimento humano, uma vez que os problemas urbanos constatados nesta época "apresentavam-se como "insolúveis" e o questionamento maior era "**o que será no futuro?**"

Apesar do panorama apresentado neste período não ser nem um pouco assustador frente a uma análise do final e início do novo milênio, uma das constatações que se fez presente é a de que, desde este período, as recomendações acerca da qualidade de vida dos citadinos se pautaram não somente nas qualidades ambientais urbanas, mas sim, na vida humana.

Passados quase meio século, pode-se verificar que as preocupações continuam as mesmas e na realidade, pouco se fez para alterar esse quadro.

Os estudos acerca da cidade inteligente se pautam não só no grau de tecnologia que este ambiente urbano atingiu, seja para o uso desta ferramenta nos aspectos relacionados à gestão do urbano ou mesmo nos aspectos de acesso de seus habitantes a tais meios, mas, principalmente, o que esperar da adaptabilidade das urbes para esse novo panorama?

Para tanto, sua estrutura urbana é caracterizada pelo gerenciamento de sistemas integrados que buscam facilitar a vida do cosmopolitano e o espaço físico e o digital coabitam. O digital deve ser visto como suporte e base para o desenvolvimento de cidades inteligentes, com áreas providas de competência para albergar o desenvolvimento tecnológico, processos de educação, transferência tecnológica, simulações, procedimentos de inovação e meios inovadores.

Tal afirmação pode ser mais bem compreendida a partir do momento que se tem como exemplo alguns elementos informacionais que atuam no suporte às cidades inteligentes, tais como: sistemas inteligentes de transporte, gerenciamento de energia, comando integrado da cidade, segurança pública, prédios inteligentes e saúde pública. Segundo Veras (s.d.) os fatores que caracterizam os ambientes de uma cidade inteligente são: 'Smart Economy' (competitividade): '*Smart People*' (capital humano e social): '*Smart Governance*' (participação): '*Smart Mobility*' (transportes e ICT): '*Smart Enviroment*' (recursos naturais): '*Smart Living*' (qualidade de vida). Deste modo, pode-se perceber que as cidades inteligentes possuem no centro de sua problemática a questão da sustentabilidade (em especial do sistema energético) e, isto a define como uma cidade que melhora a qualidade de vida de seus habitantes.

A primeira das dimensões, a **humana**, está ligada às pessoas da cidade, onde inteligência, inventividade e criatividade dão as diretrizes para as denominadas cidades criativas onde valores são agregados resultando num desenvolvimento da própria cidade.

A segunda dimensão diz respeito a **inteligência coletiva** dos habitantes da urbe onde, através da capacidade de comunidades humanas, atua de modo intelectualmente colaborativo na criação, inovação e invenção de novas alternativas para os sistemas complexos que se descortinam.

A terceira e última dimensão diz respeito à **inteligência artificial** inserida no ambiente físico da cidade e disponível para sua população. Portanto, a cidade inteligente abarca tanto os espaços físicos, como os institucionais e os digitais. Assim ela também pode ser descrita como um ambiente que proporcione: atividades bem desenvolvidas relacionadas a conhecimento, ou grupos de tais atividades; rotinas embutidas de cooperação social, permitindo o que o conhecimento e o saber-como (*know-how*) sejam adquiridos e adaptados; um conjunto desenvolvido de infraestrutura de comunicação, espaços digitais e ferramentas de conhecimento e inovação; e uma habilidade comprovada de inovar, gerenciar e resolver problemas que aparecem pela primeira vez, uma vez que a capacidade de inovar e gerenciar a incerteza são os fatores críticos para se medir inteligência.

Quando se fala em citadinos ou megalopolitanos e, atualmente cosmopolitas, deve-se levar em conta que, sem sombra de dúvida, ele é o agente do crescimento urbano cujo processo é irreversível. Porém, apesar da sua ação ser indireta, as questões relativas a esse crescimento passam, também, pelas possibilidades de maiores investimentos de infraestrutura e tecnologia, além dos processos migratórios.

Ao abrir cotidianamente as notícias publicadas, são encontradas dezenas de dados estatísticos sobre guerra, fome, inflação, disparidade social, que procuram delimitar uma paisagem da situação de vida do homem contemporâneo, principalmente, no que diz respeito aos denominados países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Há duas décadas, debatia-se sobre a inflação humana, apontando algumas megametrópoles e discutindo que o padrão material de vida havia melhorado, apesar de uma resistência para com a alteração dos padrões de comportamento que se mantinham frente ao planejamento familiar. Passados quase um quarto desse século, o debate é o mesmo, e a grande preocupação ainda é sobre as condições de vida urbana do homem contemporâneo. No entanto, a busca respalda-se sempre em obter dados quantitativos – não necessariamente os mais indicados - para tentar medir a chamada qualidade de vida.

Deste modo, uma cidade inteligente como alternativa, utiliza tecnologia para transformar a sua infraestrutura básica e otimizar o uso de energia e de outros recursos; onde seis características, conforme especialistas, devem ser observadas para que uma cidade seja considerada inteligente e mundiais: economia, população, mobilidade, governo, meio ambiente e qualidade de vidas dos seus habitantes. A qualidade de vida inteligente é identificada por fatores como a garantia de serviços básicos; oferta de eventos culturais e lazer e garantia de segurança e previdência aos seus cidadãos onde após a pandemia, COVID-19, a felicidade tornou-se pauta prioritária para tal.

Deve ser lembrado que a cidade possui uma estrutura, uma organização que é revelada continuamente pela multidão, pelo usuário. A legibilidade da paisagem urbana diz respeito à facilidade com que o usuário reconhece e organiza suas partes. Cada habitante possui uma imagem mental da cidade e esta visão induz o

indivíduo a considerar-se centro da situação, protagonista direto de uma dinâmica de desenvolvimento. Cada um acaba considerando-se, em seu microcosmo, habitante de um ponto privilegiado.

Numa época informacional era de se esperar que tal tecnologia passasse da esfera privada para a esfera pública, ou seja, das empresas e dos usos pessoais para ser incorporado no setor de governança das cidades. Deste modo, cidades que se utilizam deste sistema tendem a partir de cidades digitais às cidades inteligentes.

Somada à ideia inicial do uso do sistema informacional nas urbes, associou-se à ideia de sustentabilidade, eficiência energética e, sobretudo, a '*internet of things*', visando não somente o espaço urbano, mas também a apropriação da TI (Tecnologia da Informação) em nível territorial (ex.: União Europeia). Isso acarretou, como consequência, que o uso da '*Internet of things*' ou '*internet das coisas*' ou 'objetos conectados', levando a uma esfera pública das coisas, significando que diversos tele eletrônicos que facilitam a vida humana, estariam conectados e gerenciados a distância para oportunizar um bem-viver humano (ex.: Estônia).

É inegável, atualmente, a associação entre espaço, tecnologia e sociedade, refletindo em novos tipos de relações sociais, novos usos e funções surgidas na cidade. Para tanto, sua estrutura urbana deve ser caracterizada pelo gerenciamento de sistemas integrados que buscam facilitar a vida do cosmopolitano e o espaço físico e o digital coabitam. O digital deve ser visto como suporte e base para o desenvolvimento de cidades inteligentes, com áreas providas de competência para albergar o desenvolvimento tecnológico, processos de educação, transferência tecnológica, procedimentos de inovação e meios inovadores.

O planejamento sustentável das cidades deve ter sua importância em atrair investimentos e talentos para alavancar o desenvolvimento econômico e social das comunidades. E, as cidades inteligentes criam atributos de valor inovadores para se destacar no cenário nacional e internacional. Visando isso, a norma internacional sobre desenvolvimento sustentável das comunidades ISO 37.120 (2018) define indicadores de serviços e qualidade de vida das cidades, reunindo 17 áreas temáticas com cerca de 100 indicadores.

As cidades do futuro vão existir tanto em forma física como digital e, a fronteira entre as duas vai se tornar cada vez mais tênue. Vai-se percorrer a cidade física, enquanto, ao mesmo tempo, visita-se a cidade digital, como sendo uma camada digital sobreposta à anterior. À medida que a tecnologia evolui, permite que se explorem os espaços digitais como se fossem uma cidade real, de tal modo que o cruzamento entre o físico e o digital irá aumentar exponencialmente, concretizando uma utopia ou distopia.

Isso posto, pode-se mencionar algumas soluções projetuais que já foram desenvolvidas e outras já são realidade.

No Brasil, São José dos Campos é considerada como a primeira cidade inteligente, pelas práticas inovadoras de gestão pública. Entre eles, o Centro de Segurança e Inteligência (CSI), considerado o melhor projeto de segurança do país no momento.

Dentre os projetos desenvolvidos pode-se observar grande preocupação com o ambiente natural, seja resgatando ou buscando alternativas para sua preservação. Um exemplo recente, e muito comentado no Brasil após as enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024, é o conceito de "Cidade-esponja" proposto por Kongjian Yu e, cujo conceito é trabalhar com a natureza do território urbano através das bacias hidrográficas locais.

Como realidade, destaca-se um caso brasileiro – Projeto Porto Futuro, em Belém (PA). Inaugurado em março de 2022, o espaço foi concebido como um novo pólo de desenvolvimento, por meio da recuperação da infraestrutura no local, atração de investimentos e oferta de serviços de lazer e cultura, somado às atividades turísticas que ganharam um novo impulso. O projeto foi financiado pelo Ministério da Integração e Desenvolvimento Nacional (MIDR).

Dentro das tendências para cidades inteligentes brasileiras pode-se destacar: aplicação de tecnologia e antenas 5G; pagamento por aproximação; decisões guiadas por dados; foco no capital humano; otimização do espaço público; investimento em soluções de mobilidade; conectividade e IoT dentre outras.

Outros exemplos da busca por uma cidade inteligente no Brasil, tem-se algumas que tentam caminhar neste sentido, porém com ações pontuais não olhando a urbe de forma sistêmica. Isso pode ser notado no resultado do *Ranking* do *Connect Smart Cities* (2024) que mapeou as cidades brasileiras que apresentam potencial de desenvolvimento através de indicadores que retratam inteligência, conexão e sustentabilidade. As elencadas como "as mais inteligentes" apresentam indicadores abaixo de 50% dos 70 pontos obtidos através de 75 indicadores em 11 eixos. Apesar das iniciativas acima mencionadas, o Brasil engatinha no caminho futuro para que suas cidades sejam inteligentes, resistentes, resilientes e sustentáveis, isso porque estão por vir soluções inteligentes que contemplem plenamente a qualidade de vida de seus habitantes.

Por outro lado, essa integração de tecnologias e a supervisão de tudo que ocorre no ambiente urbano traz o risco da supervisão totalitária, ou seja, da fiscalização do ser humano para trazer benefícios a determinados grupos prejudicando e cerceando a liberdade de outras por interesses pessoais, políticos ou econômicos.

Para evitar essas ocorrências, devem ser construídos mecanismos de controle, auditoria e transparência que coíbam esse tipo de atitude.

Outra questão que deve ser considerada na concepção de cidades inteligentes é a quebra da barreira geográfica que leva a integração virtual dos cidadãos e profissionais. Uma cidade pode ser organizada para ser uma prestadora de serviços para o mundo, abrigar profissionais que habitam na cidade, mas prestam serviços, realizam seus trabalhos em outras localidades e consomem localmente. Isso redunda em um grande impacto econômico se for realizado em escala. Vale citar que a Estônia implementou algo similar com a criação do *e-residency*, oferecendo a concretização de negócios de forma virtual dando acesso à Comunidade Europeia.

Uma cidade de pequeno porte, geograficamente distante dos grandes centros, pode estar integrada aos grandes centros, utilizando o conceito da cidade em rede e de nômade digital, com a vantagem de oferecer excelente qualidade de vida, sem os transtornos das grandes metrópoles. No entanto, é necessário ter infraestrutura de energia, comunicação e educação para a boa formação de seus cidadãos e profissionais. Evoluções nesta direção têm ocorrido em algumas cidades brasileiras como exemplo do "Cinturão Digital", no Estado do Ceará (Moreira; Barbalho, 2020; Aguiar *et al.*, 2024) com estabelecimento de políticas públicas e implementação de infraestrutura. O desenvolvimento é lento, mas consistente com planejamento de longo prazo e com resiliência nos seus direcionamentos pode-se construir caminhos e chegar aos objetivos desejáveis.

5. Considerações

Frente ao apresentado, pode-se afirmar que se busca a *EUTOPIA* por uma cidade mais "amigável", um lugar de bem-estar ideal como uma aspiração prática, uma sociedade ou estado de existência perfeito (imaginado ou hipotético), um lugar de bem-estar e felicidade. Uma *eutopia*, ou "bom lugar", é eminentemente atingível no mundo real. Para tanto, a estrutura organizacional que a promove consiste em um governo limitado, que permite a criatividade e a realização humana em todas as esferas de vida. O interesse pessoal individual – longe de ser uma ruína – se expressa em relacionamentos de benefício mútuo que resultam em produtividade e geração de riqueza. A prosperidade não precisa ser forçada. Isso só acontece quando os Eutopianos alcançam cooperação através de ações voluntárias que geram vantagem mútua.

Como uma eutopia, uma cidade inteligente utiliza a tecnologia para melhorar a qualidade de vida da população proporcionando uma nova maneira de viver na cidade. "*Na era das megalópoles, a qualidade de vida reclama uma política de qualidade [...] em que o bem-estar e a estética sejam considerados um investimento importante, mensageiros da cultura destes tempos*" (Lipovetsky; Charles; Serroy, 2011, p.173).

Tendo-se em mente que a crença na correlação entre sociedade interligada por redes digitais pode não levar necessariamente à melhoria da qualidade de vida nas metrópoles, até porque há cidades, a exemplo de Vancouver – Canadá, que optou por se descredenciar como cidade inteligente pautada na proteção de dados de seus habitantes.

Criatividade e esforços políticos deverão ser empreendidos para fazer com que a qualidade de vida seja sempre o aspecto mais importante e, ao integrar novas possibilidades tecnológicas ao desenvolvimento de novos sensores, as cidades começarão a descobrir novas maneiras de colocar os dados mais relevantes nas mãos dos tomadores de decisão, para que eles possam endereçar os desafios urbanos de forma produtiva, integrada e eficiente.

O planejamento urbano inteligente garante que as cidades façam um uso mais sustentável dos recursos e, um dos elementos fundamentais nesse processo é a resiliência para buscar alternativas aos problemas detectados, sempre tendo em mente que a razão de sua existência é o ser humano, ou seja, pensar a cidade para seu habitante acima de tudo.

Os planos para cidades inteligentes no Brasil podem começar com a realização de um planejamento de longo prazo, com o envolvimento da sociedade civil organizada que se aproprie do conhecimento para implantar um bom projeto, uma vez que este é um trabalho de longa duração e necessita de continuidade. Dessa forma, com a mobilização da população, garante-se que os projetos não sejam interrompidos pelo fim da gestão municipal (independente dos interesses individuais ou partidários), perpetuando-se até sua conclusão.

Outro aspecto que pode ser considerado é o aproveitamento das tecnologias para provocar um salto de qualidade em todo o país, uma vez que há um contraste enorme entre as grandes metrópoles e as regiões mais afastadas desses centros. Muitas tecnologias corriqueiras nas grandes cidades não são utilizadas em locais mais remotos e poderiam ser implantadas a custos relativamente baixos, necessitando apenas da iniciativa de fazer um mapeamento e fomentar inovação e empreendedorismo para levá-las para tais locais. Também a ser considerado é o aproveitamento de tecnologias desativadas dos grandes centros que podem ser realocadas, com

um programa de educação e requalificação, de forma a fomentar a economia local, dentro de um planejamento integrado que transforme a realidade da região. Além disso, é uma contribuição para a sustentabilidade, para que tais equipamentos não virem sucata.

Também é importante destacar a quebra da barreira geográfica com as tecnologias, que pode, perfeitamente, ser considerada nos planejamentos das regiões mais remotas. Com isso, elas se estruturam para prestação de serviços a distância, de forma a fazer florescer a economia local e oferecer qualidade de vida aos cidadãos. Para tanto, é necessária a formação de recursos humanos capacitados para a execução desses serviços.

Há uma grande tarefa pela frente, uma vez que várias sementes já foram semeadas, mas engatinha-se nesse processo, pois dependem da força dos atores. A compreensão de cenários futuros e a decisão de qual caminho trilhar para atingir o futuro desejado por meio de ações que são possíveis e desejáveis para um futuro promissor depende destes atores em conjunto com toda a sociedade.

6. Sementes do futuro

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das 31 sementes de futuro levantadas no âmbito das cidades do futuro, com suas respectivas classificações. Destaca-se que foram identificadas 13 incertezas, 8 rupturas e 10 tendências, resultado da oficina realizada no dia 24 de maio de 2024, com 23 profissionais das mais diversas áreas.

Incertezas identificadas – *referentes a questões que não se sabe se ocorrerão ou não.*

1. As cidades trilharão os caminhos da economia de baixo carbono?

2. As cidades conseguem oferecer ensino de qualidade profissionalizante para todos?

3. Haverá aumento de gangues e criminalidade nas grandes metrópoles?

4. As cidades conseguem criar oportunidades de trabalho para todos?

5. As cidades conseguirão conter os desastres ambientais em suas regiões?

6. Moedas digitais e criptomoedas se desenvolverão?

7. Haverá predominância de cidades inteligentes em um país de terceiro mundo, primário exportador?

8. Os municípios serão economicamente sustentáveis?

9. A organização federativa em que estão inseridas as cidades sobreviverá ao colapso dos sistemas econômicos brasileiros atuais?

10. Haverá aumento do desequilíbrio entre tecnologia versus bem-estar?

11. Haverá infraestrutura urbana por meio de órgãos governamentais (saneamento, habitação, mobilidade), que assegure qualidade de vida nas cidades?

12. A pobreza será superada e haverá condições de transformar essa população em economia ativa?

13. O Brasil, representado por seu governo, setor privado e academia, conseguirá articular e executar, de forma consistente, um plano nacional para se consolidar como líder global em tecnologias de energias renováveis?

Rupturas – *referentes a questões que não se sabe se ocorrerão ou não e, caso positivo, trarão mudanças radicais*

14. Significativo aumento da governança cooperativa.

15. Relevante redução das desigualdades sociais.

16. Quebra do mercado imobiliário.

17. Alfabetização digital e social.

18. *Bunkers* físicos ou virtuais unindo pré–caracterizados como classe média e baixa em oposição aos *bunkers* de classe alta e da criminalidade.

19. Participação do cidadão ou representantes regionais nas decisões das cidades.

20. Monitoramento responsável pelo poder público e prestação de contas efetivas.

21. Escalada de uma das guerras por procuração *proxy wars* (Ucrânia, Gaza, Essequibo), gerando eventos nucleares ou outros acidentes.

Tendências – *referentes a fatos que ocorrem atualmente e provavelmente terão continuidade*

22. Manipulação social pelo uso de algoritmos na comunicação.

23. Aumento da desindustrialização.

24. Aumento da transparência na gestão.

25. Aumento da automação de processos e equipamentos.

26. Aumento das habitações minimalistas e pequenas promovendo mais espaços de uso coletivos (*co-working*).

27. Desigualdade social (desigualdade na distribuição de renda, desemprego, educação precária).

28. Diminuição da qualidade de vida da população.

29. As cidades continuarão tendo desmatamento dos biomas.

30. Educação não qualificada.

31. Aumento da necessidade de água limpa e potável.

Referências

AGUIAR, Wellington Souza; DE SOUZA, Mari Anny Moreira; SOARES, Maycon Venicius dos Santos; et al. Os impactos da implementação de um cinturão digital: estudo de caso no Ceará, Brasil. **20th CONTECSI - TECSI**, 2024.

ALAWADHI, S. *et al*. Building Understanding of Smart City Initiatives. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 7443 LNCS, p. 40–53, 2012. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-33489-4_4. Acesso em: 31 ago. 2024.

ASCHER, F. **Metápolis –Acerca do futuro da cidade**. 1ª ed. Celta: Oeiras, 1998.

BARRETO, V. R.; ANDRADE, D. de C. M. Cidades Inteligentes: Uma Ferramenta Para O Desenvolvimento Urbano Humano E Sustentável. **Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, v. 8, p. 1-14, 2022.

BLANCO JUNIOR, C. Regiões Metropolitanas no Brasil: avanços e desafios no planejamento e na governança de um território de desigualdades pós-estatuto da metrópole. *In*: COSTA, M. A.; LUI, L.; REBELLO, S. T. (org.). **Governança metropolitana na América Latina: um panorama das experiências contemporâneas sob uma mirada comparativa**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA), 2021.

Brasil. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRASIL. **Decreto no 9.854, de 25 de junho de 2019**. Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm. Acesso em: 31 ago. 2024.

BRASIL. **Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 22 ago. 2024.

BRASIL. **Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec)**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/pnld/pnld-pnaic?id=18728. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRASSCOM. **Contribuição da Brasscom à Consulta Pública da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. 2020. Disponível em: https://brasscom.org.br/pdfs/contribuicao-da-brasscom-a-consulta-publica-da-carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRIGHT CITIES. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. 2022. Disponível em: https://blog.brightcities.city/pt-br/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/. Acesso em: 25 ago. 2024.C40 CITIES. **About C40**. Disponível em: https://www.c40.org/about-c40/. Acesso em: 25 ago. 2024.

CARRARA, A. A.; MACHADO, P. J. de O. Ordenamento Territorial Dos Municípios Brasileiros: Minas Gerais, Séculos XVIII-XIX. **Almanack**, n. 24, p. 1–54, 2020.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede - Vol. 1**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTELLS, M.; HALL, P. **Tecnópolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI**. Madrid: Alianza Editorial, 1996.

CATTANEO, A. *et al*. Economic and social development along the urban–rural continuum: New opportunities to inform policy. **World Development**, v. 157, p. 105941, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.105941.

COATES, N. **Guide of ECSTACITY**. Nova York: Princeton Archtectural Press, 2003.

COSTA, V. **A Grande Transformação: Revolução Industrial e Seus Impactos**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://rabiscodahistoria.com/a-grande-transformacao-revolucao-industrial-e-seus-impactos. Acesso em: 18 ago. 2024.

CUNHA, E. M. P.; JULIAO, R. P.; OLIVEIRA, F. H. A política urbana no Brasil e em Portugal: Contexto e evolução histórica. **Cidades**, n. 40, p. 184–199, 2020.

NUNES, Tarcísio; ROSA, Júnia Santa; MORAES, Rayne Ferretti. **SANEAMENTO BÁSICO VOLUME 2**. Brasília: Instituto Brasileiro de Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/publicacoes/arquivos/arquivos/saneamento_basico.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

DOHERTY, B. **As razões por que executivos pressionam pela volta do trabalho presencial 5 vezes por semana - BBC News Brasil**. 2024. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/c9x6wg87llko. Acesso em: 29 ago. 2024.

DUARTE, T. E. P. N.; LEITE, L. B. Cidades médias no Cerrado brasileiro: desafios para a conservação da biodiversidade. **Terra Plural**, v. 14, p. 1–7, 2020.

EMBRAPA. **Embrapa em números**. 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/embrapa-em-numeros. Acesso em: 13 ago. 2024.

EMBRATEL. **Quais são as cidades mais inteligentes do Brasil**. 2024. Disponível em: https://proximonivel.embratel.com.br/quais-sao-as-cidades-mais-inteligentes-do-brasil/. Acesso em: 17 ago. 2024.

Escola Politécnica da USP. **Chamada de trabalhos para o IC2 International Conference on Theory and Practice of Intelligent Cities**. 2024. Disponível em: https://hml.poli.usp.br/comunicados-internos/102240-chamada-de-trabalhos-para-o-ic2-international-conference-on-theory-and-practice-of-intelligent-cities.html. Acesso em: 16 out. 2024.

FABRIM, E.; JASPER, A.; KONRAD, O. A importância do plano diretor para a preservação do bioma Mata Atlântica: caso município de Três de Maio - RS. **Revista Estudo & Debate**, v. 27, n. 4, p. 185–209, 2020.

FAO. **Sobre a fome**. 2024. Disponível em: https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1644602. Acesso em: 14 ago. 2024.

FERRARI JUNIOR, J. C. Limites e potencialidades no planejamento urbano. **Estudos Geograficos**, v. 2, n. 1, p. 15–28, 2004. Disponível em: www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm.

FALCÓN, Maria Lucia de Oliveira. **A rede de cidades e o ordenamento territorial**. BNDES. 2015. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/6561>. Acesso em: 22 out. 2024.

FRANÇA, A. L.; PESSÔA, M. S. Proposal for the creation of carbon credit minimarkets considering organizations' supply chains. 2024. *In*: **IC2 - International Conference on Theory and Practice of Inteligent Cities**. 2024.

Infrastructure Monitor 2020. **Data-Driven Insights into Selected G20 Infrastructure Priorities. A G20 INITIATIVE OCTOBER 2020 GLOBAL INFRASTRUCTURE HUB 2**. [s.l.]: the Global Infrastructure Hub, 2020. Disponível em: <https://cdn.gihub.org/umbraco/media/3241/gih_monitorreport_final.pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

GUITARRARA, P. **Urbanização Brasileira**. [*s. d.*]. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/brasil/urbanizacao-no-brasil.htm. Acesso em: 18 ago. 2024.

HALF, R. **Por que as empresas estão voltando ao trabalho presencial? | Robert Half. 2023**. Disponível em: https://www.roberthalf.com/br/pt/insights/carreira/por-que-empresas-estao-voltando-ao-trabalho-presencial. Acesso em: 29 ago. 2024.

HARRIS, J. R.; TODARO, M. P. Migration, Unemployment and Development: A Two-Sector Analysis. **The American Economic Review**, v. 60, n. 1, p. 126–142, 1970. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/1807860.

IBGE. **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões**. 2023. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes. Acesso em: 22 ago. 2024.

IBGE. **Orcamentos_Familiares**. 2008-2009. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 21 ago. 2024.

IBGE. **Orcamentos_Familiares**. 2017-2018. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 21 ago. 2024.

IBGE. **Perfil_Municipios**. 2004-2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acesso em: 21 ago. 2024.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Global Wage Report 2020-21: Wages and minimum wages in the time of COVID-19**. 2020. Disponível em: https://webapps.ilo.org/infostories/Campaigns/Wages/globalwagereport. Acesso em: 25 ago. 2024.

IPCC. **Summary for Policymakers**. 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/. Acesso em: 5 jul. 2024.

IPEA. **Governança metropolitana no Brasil**. 2013. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/ridedf.pdf.

ISO. **ISO 37120:2018 Sustainable cities and communities — Indicators for city services and quality of life**. 2018. Disponível em: https://www.iso.org/standard/68498.html.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

KOBAYASHI, C. *et al*. Cidades do Futuro. *In*: MARCIAL, E. C.; PIO, M. J. (org.). **Megatendências mundiais 2040: Contribuição para um debate de longo prazo no Brasil**. Universidade Católica de Brasília – Grupo de Pesquisa e Estudos Prospectivos, 2023.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIPOVETSKY, G.; CHARLES, S.; SERROY, J. **A cultura-mundo: resposta a uma sociedade desorientada**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

MARKETSANDMARKETS. **Smart cities market by focus area, smart transportation, smart buildings, smart utilities, smart citizen services (public safety, smart healthcare, smart education, smart street lighting, ans e-governance) and region - Global forecast to 2028**. 2024. Disponível em: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-cities-market-542.html.

MARZULO, E. P.; HECK, M. A.; FILIPPI, E. E. Desigualdades Socioeconômicas no Brasil: Dinâmicas Territoriais no Urbano e no Rural. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 10, p. 1377–1402, 2020.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Smart cities: Digital solutions for a more livable future**. 2018. Disponível em: https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future. Acesso em: 25 ago. 2024.

MITCHELL, W. **City of Bits: Space, Place, and the Infobahn**. Cambridge: MIT Press, 1995.

MITCHELL, W. **E-topia: a vida urbana, mas não como a conhecemos**. São Paulo: Senac, 2002.

MORAES, F. **Metrópole: a influência da cidade na formação do mundo moderno**. [s. d.]. Disponível em: https://rabiscodahistoria.com/metropole-a-influencia-da-cidade-na-formacao-do-mundo-moderno/. Acesso em: 10 ago. 2024.

MOREIRA, Gabrielle Dannunzio Cavalcanti; BARBALHO, Alexandre Almeida. Políticas de Tecnologias da Informação e da Comunicação e democracia no Ceará. **Inovação & Tecnologia Social**, v. 1, n. 3, p. 5–18, 2020.

NECTA. **Connected Smart Cities**. [*s. d.*]. Disponível em: https://connectedsmartcities.com.br/. Acesso em: 16 out. 2024.

OLIVEIRA, Carlos Wagner de A. *et al*. **Arranjos produtivos locais e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: IBGE. 2017: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada Ipea. 2017.

RAMOS, A. W. P. *et al*. Padrões de desmatamento nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal na bacia hidrográfica do Alto Paraguai, Mato Grosso - Brasil. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v. 17, n. 2, p. 136–158, 2023.

REZENDE, D. A.; ULTRAMARI, C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública**, v. 41, n. 2, p. 255–271, 2007.

RIBEIRO, A. **O impacto das transformações urbanas na sociedade brasileira**. [*s. d.*]. Disponível em: https://rabiscodahistoria.com/o-impacto-das-transformacoes-urbanas-na-sociedade-brasileira/. Acesso em: 10 ago. 2024.

RODRIGUES, L. Censo 2022: o que explica a queda populacional em diferentes capitais. A**gência Brasil**. 2023. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-07/censo-2022-o-que-explica-queda-populacional-em-diferentes-capitais. Acesso em: 22 ago. 2024.

RODRIGUES, L. População cresce mais de 10% em Manaus e nas capitais do Centro-Oeste. **Agência Brasil**. 2023. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-06/populacao-cresce-mais-de-10-em-manaus-e-nas-capitais-do-centro-oeste. Acesso em: 22 ago. 2024.

SANTAELLA, L. As ambivalências das cidades inteligentes. *In*: SANTANELLA, L. (org.). **Cidades inteligentes. Por que, para quem?** São Paulo: Letras e Cores, 2016. p. 24–37.

SASSEN, S. **As cidades na economia mundial**. São Paulo: Nobel, 1996.

SCBA. **Instituto Smart City Business America**. [*s. d.*]. Disponível em: https://www.scbamerica.com/. Acesso em: 16 out. 2024.

SCOTT, A. J. Beyond the Creative City: Cognitive–Cultural Capitalism and the New Urbanism. **Regional Studies**, v. 48, n. 4, p. 565–578, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1080/00343404.2014.891010.

SIMON, M. **It's Time to Make Cities More Rural**. 2022. Disponível em: https://www.wired.com/story/why-its-time-to-make-cities-more-rural. Acesso em: 14 ago. 2024.

TAMMPUU, Piia; MASSO, Anu. Transnational digital identity as an instrument for global digital citizenship: The case of Estonia's E-residency. **Information Systems Frontiers**, v. 21, p. 621-634, 2019.ULTRAMARI, C.; SILVA, R. C. E. de O. da; MEISTER, G. Idealizing Brazilian cities: Their master plans from 1960 through 2015. **Cities**, v. 83, n. July, p. 186–192, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.06.021.

UOL. Após pico em 2040, população do Brasil irá começar a cair, diz ONU. **Cotidiano**. 2024. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2024/07/13/quando-a-populacao-do-brasil-vai-parar-de-crescer.htm. Acesso em: 22 ago. 2024.

VERAS, M. **Smart Cities**. Disponível em: http://www.manoelveras.com.br/media/pdf/SmartCITIES.pdf. Acesso em: 29 mar. 2012.

VIRILO, P. **O espaço crítico**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

WIKINOTÍCIAS. **População do Brasil passa de 203 milhões, mostra Censo 2022**. 2023. Disponível em: https://pt.wikinews.org/wiki/População_do_Brasil_passa_de_203_milhões,_mostra_Censo_2022. Acesso em: 22 ago. 2024.

WORLD BANK. **Digital dividends**. 2016. Disponível em: https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016. Acesso em: 25 ago. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2023**. 2023. Disponível em: https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/. Acesso em: 25 ago. 2024.

Capítulo 15

15

SEGURANÇA PÚBLICA NO BRASIL[91]

Layla Maria de Sousa Santos[92]
Kelma Neiva Nascimento Martins[93]
Patricia Heinen Moellmann [94]
Paulo da Cunha Passos [95]
Waldicharbel Gomes Moreira[96]

1. Introdução

Este capítulo apresenta as justificativas para as principais sementes de futuro identificadas na oficina de Segurança Pública, realizada no contexto do projeto Brasil 2045. O estudo foi desenvolvido com base em uma análise retrospectiva e na avaliação da situação atual do Brasil na área de segurança pública. Ele está estruturado em oito itens, cada um deles referente às grandes tendências identificadas nessa temática e associadas a essas tendências são apresentadas outras sementes de futuro.

A análise dos resultados dos encontros realizados, associada à análise retrospectiva e da situação atual, gerou quatro "fatos portadores de futuro" e seis "tendências" listados a seguir:

Fatos Portadores de Futuro

1. Decisão do Supremo Tribunal Federal (STF) que descriminaliza porte de maconha para uso pessoal.

2. Proposta de Emenda à Constituição (PEC) 53/23 que pretende transformar as guardas municipais brasileiras em polícias municipais.

3. Projeto de Emenda à Constituição para conferir à União a competência para estabelecer a política nacional de segurança pública e defesa social, bem como regula outros assuntos relacionados à segurança pública.

4. O Projeto de Lei 2.234/2022 que dispõe sobre a exploração de jogos e apostas em todo o território nacional, autoriza o funcionamento de bingos e de cassinos, além de liberar o jogo do bicho, videobingo, jogos *on-line* e apostas turfísticas (corrida de cavalos).

[91] Este capítulo é resultado do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram avaliados, consolidados, bem como justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.
[92] Mestre em Políticas Públicas e Governos (FGV). Especialista em Segurança Pública e Cidadania e em Gestão Pública (UnB). É oficial da Polícia Militar do Distrito Federal, especialista em Inteligência Estratégica (Escola Superior de Defesa-ESD).
[93] Agente de Polícia Civil do Distrito Federal. Analista de Inteligência da Secretaria de Segurança Pública-DF.
[94] Pós-graduada em Inteligência Policial. Agente de Polícia Civil do Paraná. Servidora da Secretaria de Segurança Pública desde 2002 e analista de Inteligência desde 2014.
[95] Bacharel em Ciência da Computação (Unb). Pós-graduado em Ciência Policial (ISCP/PMDF). É oficial da Polícia Militar do Distrito Federal, especialista em Inteligência Estratégica (Escola Superior de Defesa-ESD).
[96] Mestre em Ciência Política (UNIEURO-DF) e em Governança, Tecnologia e Inovação (UCB). Especialista em Gestão de Segurança Pública (ISCP/PMDF); Segurança Pública e Cidadania (UnB); Inteligência de Estado e Inteligência de Segurança Pública (FESMPMG); Gestão Estratégica de Segurança Pública (ISCP/PMDF); Análise de Inteligência Militar (EsIMEx); Inteligência Estratégica (Escola Superior de Guerra-ESG); Altos Estudos em Gestão de Segurança Pública (IBMEC). É Oficial da Polícia Militar do Distrito Federal. Atualmente é Chefe do Centro de Inteligência da PMDF.

Tendências

1. Continuação da urbanização e da desigualdade social.

2. Manutenção de altos níveis de desigualdade socioeconômica gerando impactos negativos na segurança pública.

3. Grande Transformação Digital e Cibernética.

4. Problemas no planejamento e implementação das políticas públicas na área de segurança.

5. Expansão da prática de Crimes Complexos (em especial as organizações criminosas (ORCRIMs), Redes Criminosas Transnacionais).

6. Manutenção do sensacionalismo em torno do crime e do medo relacionado.

2. Continuação da urbanização e da desigualdade social

2.1. Mudança no Perfil das Vítimas e dos Criminosos Devido às Alterações Demográficas

As projeções demográficas para o Brasil até 2045, conforme apresentado no Capítulo População e Sociedade, indicam transformações significativas na estrutura etária da população, caracterizadas por um aumento expressivo na proporção de idosos e uma diminuição na população jovem. Esses fatores irão influenciar diretamente na *mudança no perfil das vítimas e dos criminosos no país*, requerendo uma adaptação das políticas de segurança pública para responder a essas novas dinâmicas.

Observa-se, por meio dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que o Brasil está passando por um processo de envelhecimento populacional, o que resultará em uma proporção de 25% de pessoas com 65 anos ou mais até 2060 (IBGE, 2020). Essa mudança demográfica implica que as vítimas de crimes tenderão a ser cada vez mais idosos, um grupo vulnerável a certos tipos de crimes, como fraudes financeiras, abusos físicos e psicológicos, e violência doméstica. Além disso, o provável aumento da população idosa, em muitos casos vivendo sozinhos, torna-os alvos mais fáceis para furtos e invasões domiciliares, especialmente em áreas urbanas onde a densidade populacional é maior e há maior anonimato social. Portanto, haverá a *necessidade de adaptar políticas de segurança para proteger uma população mais velha e vulnerável*. No entanto, outras questões surgem como incertezas: *Como o envelhecimento populacional afetará a força de trabalho nas áreas de segurança pública? Haverá recursos suficientes para garantir a segurança e proteção dos idosos? Quais serão os novos tipos de crimes relacionados ao envelhecimento populacional? Haverá expansão de políticas para a juventude focadas em não deixar os jovens serem recrutados pelo crime? Haverá mudança nas medidas socioeducativas?*

No mesmo sentido, a redução da população jovem no Brasil, nas próximas décadas, aponta para uma mudança nos índices dos crimes violentos tradicionalmente associados a esse grupo da população. Ao mesmo tempo, a redução da população jovem, juntamente com a evolução tecnológica e a urbanização desordenada, pode resultar em uma mudança no perfil dos criminosos. Em vez de crimes violentos tradicionalmente associados a grupos jovens e desorganizados, há uma tendência de crescimento de crimes mais sofisticados, como crimes cibernéticos, fraudes digitais, tráfico de drogas entre gerações e crimes organizados de natureza não violenta. Estes crimes podem ser facilitados pela crescente interconectividade digital e pela falta de políticas públicas eficazes para mitigar o recrutamento de jovens pelo crime organizado.

2.2 Aumento da interconexão entre saúde pública e segurança pública, especialmente em resposta a crises

Do ano de 2019 ao ano de 2023, o Brasil enfrentou a pandemia do COVID-19, e mais recentemente o estado de calamidade pública instaurado no Rio Grande do Sul (2024), decorrente de fortes chuvas e de enchentes, evidenciou a necessidade de uma abordagem intersetorial, para enfrentar estados de crises. Nesse sentido, observa-se que o Brasil tem envidado esforços para sistematizar a integração e abordagem intersetorial. Como exemplo, teve-se o "Programa Brasil Saudável – Unir para Cuidar", lançado em fevereiro de 2024 e que tem como objetivo eliminar as doenças e as infecções determinadas socialmente como problemas de saúde pública no País até 2030 (BRASIL, 2024). Este programa envolve a colaboração de 14 ministérios, dentre eles o Ministério da Justiça e Segurança Pública, e destaca a importância de políticas públicas intersetoriais. Portanto, há a tendência de aumento da interconexão entre saúde pública e segurança pública, especialmente em resposta a crises. No entanto, ainda restam as seguintes incertezas: *Como futuras pandemias ou crises de saúde pública impactarão a segurança? Haverá de fato uma integração efetiva entre as políticas de saúde e segurança pública? Quais serão os desafios em lidar com as repercussões sociais e econômicas de crises de saúde?*

2.3. Crescimento da desordem urbana e uso ilegítimo dos espaços públicos

A tendência de crescimento da desordem urbana e do uso ilegítimo dos espaços públicos nas cidades brasileiras reflete uma série de fatores socioeconômicos, políticos e culturais que têm moldado a forma como o espaço urbano é ocupado e utilizado. Uma das facetas da desordem pode ser observada na apropriação privada e ilegal de áreas destinadas ao uso comum, como calçadas e praças, e na falta de regulação eficaz por parte das autoridades públicas. Segundo Costa *et al.* (2010), em seu estudo sobre a cidade de Campina Grande, o fenômeno de privatização de calçadas e outras áreas públicas é amplamente difundido, impulsionado por uma combinação de negligência por parte do poder público e políticas populistas que evitam ações impopulares para garantir a fluidez do trânsito automotor. Esse ambiente resulta em uma redução da acessibilidade e mobilidade urbana, penalizando principalmente os grupos sociais mais vulneráveis que dependem desses espaços para circulação segura.

O estudo de Costa *et al.* (2010) revela que a negligência do poder público em cumprir o Código de Postura Municipal, tanto pela omissão dos cidadãos quanto da própria administração, contribui para a apropriação privada de calçadas, agravando a desordem urbana. Essa situação, segundo Ventorim e Netto (2023), está associada ao aumento da criminalidade, pois a desorganização do espaço urbano e a falta de vigilância natural tornam certas áreas mais suscetíveis a crimes, especialmente em regiões de baixa renda. A presença ou ausência de elementos urbanos como pontos de ônibus e áreas de comércio influencia diretamente a criminalidade, criando "zonas de oportunidade" para delitos. Nesse sentido, surge o questionamento: *Como serão geridas as questões de infraestrutura urbana para prevenir o crime no Brasil?*

Em síntese, observam-se as seguintes tendências e incertezas relacionadas à temática:

Tendências

1. Mudança no perfil das vítimas e dos criminosos devido às alterações demográficas.

2. Aumento da interconexão entre saúde pública e segurança pública, especialmente em resposta a crises.

3. Crescimento da desordem urbana e uso ilegítimo dos espaços públicos.

Incertezas

1. Como o envelhecimento populacional afetará a força de trabalho nas áreas de segurança pública?

2. Haverá recursos suficientes para garantir a segurança e proteção dos idosos?

3. Quais serão os novos tipos de crimes relacionados ao envelhecimento populacional?

4. Haverá expansão de políticas para a juventude focadas em não deixar os jovens serem recrutados pelo crime?

5. Haverá mudança nas medidas socioeducativas?

6. Como futuras pandemias ou crises de saúde pública impactarão a segurança?

7. Haverá uma integração efetiva entre as políticas de saúde e segurança pública?

8. Quais serão os desafios em lidar com as repercussões sociais e econômicas de crises de saúde?

9. Como serão geridas as questões de infraestrutura urbana para prevenir o crime no Brasil?

3. Manutenção de altos níveis de desigualdade socioeconômica gerando impactos negativos na segurança pública

Nos últimos 40 anos, o Brasil passou por profundas transformações sociais e econômicas que moldaram sua trajetória de desenvolvimento. A década de 1980 foi marcada por crises econômicas severas, hiperinflação e um ambiente de grande instabilidade. Nesse período, o Índice de Gini[97] brasileiro refletia uma alta desigualdade de renda, com valores geralmente em torno de 0,60 a 0,63 (Ramos; Vieira, 2001).

A inflação alta e a instabilidade econômica contribuíram para agravar a desigualdade. Apesar da implementação do Plano Real em 1994, que estabilizou a economia, os efeitos sobre a desigualdade levariam mais tempo para se manifestar, e os anos 90 ainda ficaram marcados por altos índices de pobreza e desigualdade social.

A partir dos anos 2000, o Brasil experimentou um crescimento econômico robusto impulsionado pelo cenário internacional favorável. A consolidação de uma política pública de transferência de renda (Bolsa Família), o aumento da produtividade e expansão dos postos de trabalho contribuíram para a redução da desigualdade social.

Em 2010, o índice estava em torno de 0,53, indicando um nível de desigualdade ainda alto, mas que vinha apresentando tendência de queda. No entanto, a partir de 2015, com a crise econômica e a recessão que se instalaram, houve a reversão da tendência, o que se agravou ainda mais com a pandemia de coronavírus (Barbosa; Ferreira de Souza, 2020).

Países como a Coreia do Sul, Chile, Israel e Irlanda, que enfrentaram condições muito semelhantes ao Brasil, durante as décadas de 1980 e 1990, conseguiram avançar em reformas e políticas públicas que conferiram maior estabilidade econômica e impulsionaram o crescimento, ampliando a mobilidade social e, consequentemente, reduzindo a desigualdade.

Em razão da estrutura político-institucional, o Brasil tem tido dificuldades em implementar reformas de base capazes de gerar os resultados necessários para reverter o quadro de instabilidade econômica e desigualdade social.

A manutenção de altos índices de desigualdade social e desemprego é, portanto, uma tendência com relevante impacto na segurança pública.

A Teoria Econômica do Crime ou Economia do Crime parte do pressuposto que o crime é uma atividade econômica e que os criminosos são agentes racionais com habilidade de estabelecer relação entre riscos e benefícios para, assim, decidir ou não pela ação delitiva (Becker, 1968).

Partindo dessas premissas, pesquisas ao redor do mundo procuraram entender a relação entre desigualdade social e índices criminais. Em linhas gerais, as hipóteses se fundamentam na decisão racional de cometer um crime para otimizar seus ganhos, dessa forma, a desigualdade de renda foi incorporada na análise, pois influencia no ganho objetivado pelo criminoso, uma vez que, quanto mais desigual uma sociedade é, maior seria a "transferência de renda" resultante de crime (Resende; Andrade, 2011).

Muitos estudos encontraram correlação positiva entre desigualdade social e crimes com motivação econômica (Wu; Wu, 2012), denominados pela legislação brasileira como crimes contra o patrimônio. Essa relação entre desigualdade e criminalidade se mostrou mais forte nos países da América Latina (Schargrodsky; Freira, 2023).

Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisas que analisaram a relação entre criminalidade e taxa de desemprego tanto na Europa (Ayhan; Bursa, 2019) e nos Estados Unidos (Raphael; Winter-Ebmer, 2001) como em países latino-americanos (Goh; Law, 2023).

Reverter o quadro grave de desigualdade social no Brasil depende de uma série de reformas de base complexas como: a) reformas econômicas e fiscais capazes de aumentar a produtividade do país e atrair investimentos externos, promovendo a expansão da economia e capacidade de geração de emprego e renda. Além disso, são necessárias medidas que promovam o controle dos gastos públicos, da inflação e, consequentemente, da taxa de juros; b) reforma do sistema educacional capaz de reverter o quadro de baixa qualificação para o mercado de trabalho, que configura um grande obstáculo à mobilidade social. Os resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA)[98] – em inglês, *Programme for International Student Assessment* – realizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) evidencia que Brasil está abaixo da média apresentada pelos demais países avaliados em todos os quesitos. Os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)[99] mostram que o desempenho não alcançou as metas governamentais em dois dos três quesitos avaliados.

[97] O Índice de Gini é uma medida de desigualdade de renda ou riqueza em uma população, que varia de 0 a 1, onde 0 representa perfeita igualdade (todos têm a mesma renda) e 1 representa máxima desigualdade (uma única pessoa detém toda a renda).
[98] Dados disponíveis em Pisa — Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep (www.gov.br).
[99] Dados disponíveis em Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) — Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep (www.gov.br).

Os maus resultados dos alunos brasileiros somados aos rápidos avanços tecnológicos, que incluem a incorporação de inteligência artificial e outras ferramentas, dinamizando as funções no mercado de trabalho contribuem para ampliar a marginalização de parte da população que fica relegada a trabalhos informais e/ou mal remunerados, agudizando a desigualdade social no Brasil.

A desigualdade social também tem estreita relação com o crescimento urbano desordenado que, por sua vez, impacta diretamente a segurança pública (Skogan, 2015).

Nos países da América Latina, incluindo o Brasil, o processo rápido e desordenado de urbanização tem relação com o aumento nos índices de crimes violentos (Tulchin; Ruthenburg, 2006).

As pesquisas de Jeffrey (1972) e Newman (1976) são as bases científicas para o desenvolvimento da estratégia de Prevenção Criminal pelo Desenho Ambiental (*Crime Prevention Through Environmental Design*), popularizada por sua sigla em inglês – CPTED. Essa estratégia baseia-se na premissa que fatores ambientais adequados previnem o cometimento de crimes (Cozens; Love, 2015).

Segundo essa estratégia, o uso legítimo dos espaços públicos tende a diminuir as desordens ambientais e humanas, fazendo com que esses locais se tornem mais atrativos para os frequentadores, o que os tornaria inibidores de comportamentos ilícitos e mitigadores do medo crime, em uma espécie de círculo virtuoso da prevenção criminal.

Essa estratégia também encontra forte embasamento na Teoria das Janelas Quebradas (*Broken Windows Theory*), segundo a qual desordens ambientais, como pichações e degradações, são fator central para o aumento da criminalidade, uma vez que simbolizariam tolerância com comportamentos transgressores, atraindo criminosos para determinada região (Kelling; Wilson, 1982).

Em suma, a essência dessa corrente teórica é fazer com que espaços públicos sejam receptivos por meio da eliminação das incivilidades ou desordens que mantém as pessoas longe deles e os torna locais propícios ao cometimento de crimes (Clear; Fagan, 2001).

A relação entre criminalidade e desordens públicas está bem evidenciada em pesquisas realizadas nos últimos anos (Armitage, 2017), assim como a relação entre desigualdade social e desordens públicas (Dantas, 2022).

Diante disso, a tendência de manutenção dos altos índices de desigualdade no Brasil tem potencial de impacto nas taxas de criminalidade não só por constituir um incentivo econômico para os crimes contra o patrimônio, mas também por contribuir para o ambiente propício a atividades ilegais.

A reversão dessa tendência depende do sucesso de reformas e políticas públicas que compreendem múltiplos fatores políticos e governamentais.

4. Grande transformação digital e cibernética

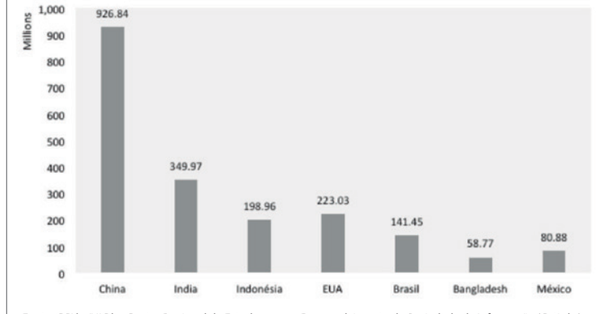
4.1. Crescimento da infraestrutura digital e conectividade em todo o país

O desenvolvimento de grandes centros urbanos a partir da Revolução Industrial no século XVIII, trouxe o encurtamento de distâncias causando o aumento populacional que deu origem ao crescimento da criminalidade e da violência. Atualmente, além do adensamento populacional há a expansão das práticas delituosas em ambiente virtual, desafio deste século. No que se refere ao acesso à Internet, cumpre destacar que os brasileiros estão progressivamente mais conectados.

Conforme mostram os dados do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC), o percentual de indivíduos que acessaram a Internet por meio de computadores, celulares, assistente digital pessoal, console de jogos, TV digital etc. aumentou de 60,0% em 2015 para 80,0% em 2019, ou seja, um salto de 115,0 milhões a 144,0 milhões de indivíduos no período.

Em relação às redes sociais, no Brasil existem mais de 141,0 milhões de usuários (aproximadamente 67,0% da população), o que faz com que o país seja colocado entre os cinco maiores em termos de número de usuários dessas plataformas no mundo (Figura 1).

Figura 1 – Número de usuários de redes sociais, países selecionados, 2020

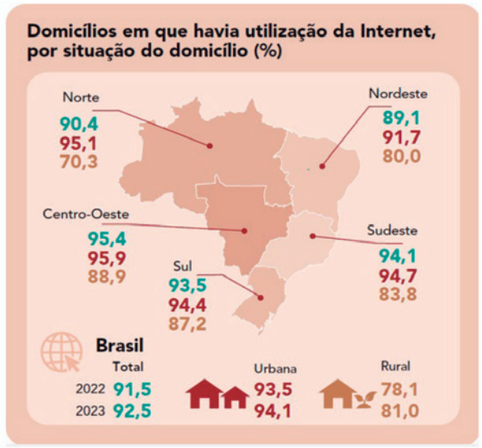


Fonte: CGI.br/NIC.br, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros – TIC Domicílios 2020.

Dados do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC), mostram que os brasileiros estão usando cada vez mais plataformas digitais institucionais: em 2015, 59% dos usuários de Internet (acima de 16 anos) utilizaram (pelo menos uma vez em 12 meses) alguma página e-gov e, em 2019, foram 68,0%.

Em 2023, 72,5 milhões de domicílios tinham acesso à Internet (92,5%) no Brasil. Nas áreas urbanas, o percentual passou de 93,5% para 94,1% e nas áreas rurais, de 78,1% para 81,0%. Os dados são da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua sobre o módulo de Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC realizada em 2023 pelo IBGE (Figura 2).

Figura 2 – Domicílios em que havia utilização da Internet, por situação do domicílio (%)



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Pesquisa por Amostragem de Domicílio Contínua 2022-2023.

Nesse contexto, se confirma a tendência do crescimento da infraestrutura digital e conectividade em todo o país.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) por meio do Comitê Interministerial para a Transformação Digital (CITDigital) desenvolveu a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) Ciclo 2022-2026. A Estratégia de Governo Digital (EGD) direciona a transformação digital do governo por meio do uso de tecnologias digitais. Os princípios da EGD são: um governo centrado no cidadão; integrado; inteligente; confiável; transparente e aberto; e eficiente. Em 2020, foram postos em execução os planos de transformação digital resultantes da EGD (Brasil, 2020b), pelo Decreto nº 10.332, de 28 de abril de 2020, que estabelece as diretrizes, os princípios e os focos de ação para dar andamento à plena digitalização do Estado e de seus serviços.

Segundo dados do Ministério das Comunicações, o novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do ano de 2024 prevê o eixo de inclusão Digital e Conectividade, para o qual estão previstos quase R$ 28,0 bilhões em investimentos. Esses recursos irão promover um salto na inclusão digital, na qualidade da conexão à internet, no acesso à TV Digital e nos serviços postais oferecidos à população. O Novo PAC é um programa de investimentos coordenado pelo governo federal, em parceria com o setor privado, estados, municípios e movimentos sociais. No total, R$ 1,7 trilhão – R$ 1,4 trilhão até 2026 e R$ 320,5 bilhões após 2026 – vão acelerar o crescimento econômico e a inclusão social, gerando emprego e renda, e reduzindo desigualdades sociais e regionais.

4.2. Adoção de novas tecnologias de vigilância

4.2.1. Expansão do uso de inteligência artificial para análise de dados e predição de crimes

O surgimento de novas tecnologias na sociedade também otimiza técnicas que facilitam e tornam as medidas de prevenção e segurança menos custosas e mais eficientes. A tecnologia pode ser uma grande aliada no combate e na prevenção da violência.

As revoluções industriais que resultaram na sociedade atual demonstraram a importância do desenvolvimento da tecnologia, especialmente, a partir da Terceira Revolução Industrial, com o desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) (Castells, 1999).

A partir de 2016, Schwab (2016) cunhou o termo Quarta Revolução Industrial, uma vez que considerou ser um novo paradigma social o avanço da criação de novas tecnologias, como uma fusão em seus domínios físicos, digitais e biológicos que impactam na inter-relação entre o homem e máquina e se aplicam a todos os setores sociais, inclusive para promoção de políticas públicas.

A promoção de políticas públicas de segurança envolvendo as TICs se difundiu no Brasil a partir dos anos 2000, mediante estímulo à inovação tecnológica previsto no Plano Nacional de Segurança Pública (PNS) e a necessidade do Estado brasileiro de desenvolver novas ações preventivas e de combate à criminalidade (Brasil, 2000). Para Alcadipani (2020), a utilização da tecnologia nas ações pelo Estado decorre da tentativa de desenvolver mais ações de inteligência, com menos letalidade e da necessidade de o Estado controlar o exponencial crescimento da violência no país. Nessa perspectiva, como forma de combate à criminalidade, foram adotadas diversas políticas públicas envolvendo a tecnologia ao longo dos anos no Brasil, com destaque para a área de segurança, do estímulo à utilização da Inteligência Artificial (IA), instituído pela Política Nacional de Segurança Pública, no ano de 2018, que trouxe, especificamente, a possibilidade de utilização do reconhecimento facial automatizado para fins de fiscalização.

A fusão digital homem/tecnologia, sob a ótica do *big data*, se perfaz na ideia de utilização dos dados pessoais como matéria-prima, para que, por meio de análises de algoritmos, as empresas de tecnologia possam construir perfis personalizados dos gostos e preferências das pessoas para o oferecimento de seus produtos e/ou serviços, tornando-os mais atrativos e acessíveis (Pinheiro; Ferraz, 2021).

Expansão do uso de IA, *big data* e análises preditivas na prevenção e combate ao crime tem transformado a forma como as autoridades de segurança pública abordam a criminalidade, trazendo novas ferramentas para melhorar a eficiência e a precisão das investigações e prevenções. Aqui estão os principais impactos e aplicações dessas tecnologias: monitoramento e análise de grandes volumes de dados (*big data*). Conforme o Índice Global de Proteção de Dados (GDPI), à medida que os fraudadores usam, cada vez mais, a tecnologia para enganar consumidores e empresas, o setor financeiro adota técnicas de inteligência artificial generativa para aprimorar proteções. Ao mesmo passo que o avanço da tecnologia é visto como uma ameaça, ele também é a chave para aumentar as camadas de segurança e dificultar os golpes digitais.

O poder público também se utiliza da tecnologia de captação dos dados pessoais, via *big data*, para a promoção de políticas públicas, com o escopo de perfilar produtos e serviços oferecidos à população, objetivando conferir mais eficiência nos recursos públicos e amplitude da política, inclusive no âmbito da segurança pública.

Nesse esteio, se destacam a promoção de aplicações com bases de dados integradas e interoperáveis, como a plataforma Gov.br (Brasil, 2022), para acesso a diversos serviços públicos no Brasil, desenvolvimento de aplicativos para identificação de pessoas que gozariam do direito a benefícios sociais, e ainda, para ações no campo da segurança pública, destaque para o reconhecimento de pessoas foragidas da justiça ou com mandados de prisão em aberto.

Novas tecnologias estão cada vez mais sendo usadas na assistência de investigação criminal, auxiliando a analisar evidências digitais (e-mails, vídeos, mensagens) em grandes quantidades de dados, o que seria impossível de forma manual, a análise de grandes volumes de dados permite às forças de segurança processarem informações de diversas fontes, como: câmeras de segurança, redes sociais, bancos de dados públicos e privados. Sensores e dispositivos de IoT (Internet das Coisas). Realiza processamento forense automatizado de cenas de crime, como reconstrução de eventos através de simulações digitais e ainda se beneficia das ferramentas de sistemas de análise de vínculos, análise de redes sociais que podem mapear conexões entre suspeitos, revelando possíveis cúmplices ou redes criminosas mais amplas. O uso de *big data* ajuda na identificação de padrões, correlações e tendências que podem indicar comportamentos suspeitos ou atividades criminosas.

Desta forma, mantém-se a tendência da expansão do uso de inteligência artificial, *big data* e análises preditivas na prevenção e combate ao crime.

No campo digital, IA e *big data* têm sido fundamentais na detecção de fraudes financeiras e ataques cibernéticos por meio da análise de padrões em transações bancárias, comunicações e redes; identificação de anomalias em sistemas de segurança que podem indicar invasões ou tentativas de fraude.

A tecnologia *blockchain* oferece um sistema seguro e descentralizado para o registro e compartilhamento de informações, o que pode ajudar na prevenção de fraudes e crimes cibernéticos, que atua no rastreamento de transações financeiras de forma transparente e imutável, tornando mais difícil para os criminosos esconderem atividades ilícitas, como lavagem de dinheiro ou financiamento de atividades ilegais.

O Conselho de Controle de Atividades Financeiras (Coaf) é a Unidade de Inteligência Financeira (UIF) do Brasil, criado em 3 de março de 1998, que monitora operações financeiras suspeitas. Recebe, examina e identifica ocorrências suspeitas de atividade ilícita e comunica às autoridades competentes para instauração de procedimentos por meio do Relatório de Inteligência Financeira (RIF).

O Banco Central do Brasil (BCB) relata que o Brasil tem se aperfeiçoado no rastreamento da origem de recursos ilegais. Brasil está alinhado às diretrizes da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Grupo de Ação Financeira da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e ao cumprirem adequadamente as regulamentações do BCB, as entidades supervisionadas promovem efetividade ao aparato de combate e prevenção ao crime.

Relatório da União Internacional das telecomunicações (UIT), publicado em 2024, apontou o Brasil na segunda posição mundial, como país mais comprometido com a Agenda Global de Segurança Cibernética da UIT que abarca as capacidades desenvolvidas no tocante às medidas legais; medidas técnicas e procedimentais;

estruturas organizacionais (governança); capacitação e conscientização; e cooperação internacional no âmbito de cibersegurança na análise de vulnerabilidades e combate ao crime.

Usinas de energia, sistemas de abastecimento de água, redes de telecomunicações, hospitais são exemplos de estruturas críticas que se beneficiam do avanço dos recursos tecnológicos, por meio de monitoramento em tempo real de sistemas e redes, buscando sinais de ataques cibernéticos ou falhas operacionais.

4.3. Expansão de práticas delituosas em ambiente virtual

4.3.1. Aumento dos crimes cibernéticos, incluindo fraudes financeiras e ataques a infraestruturas críticas

A teoria da economia do crime explica que a racionalidade criminosa é baseada na relação de custo-benefício, tese que pôde ser comprovada mais uma vez pela tendência observada na migração da criminalidade violenta no ambiente ostensivo para os crimes no ambiente virtual, uma vez que as chances de sucesso, e a recompensa do delito são maiores neste ambiente.

O crime em ambiente virtual tem menor custo operacional, menor intensidade de pena, menor chance de prisão, menor prejuízo moral, combinados ao menor custo de oportunidade, ou seja, situação propícia ao ato criminoso.

As mudanças tecnológicas e sociais afetam as dinâmicas criminais, desta forma, na medida em que a sociedade adere aos recursos tecnológicos, surgem novas oportunidades para os criminosos. A exemplo, massificação do uso de smartphones e de plataformas virtuais e as transações econômicas efetuadas por meio de tecnologia da informação, como o PIX, que levaram à diminuição da circulação de dinheiro em espécie nas mãos dos cidadãos. Esta adoção de recursos tecnológicos foi acelerada após a pandemia do COVID em 2019.

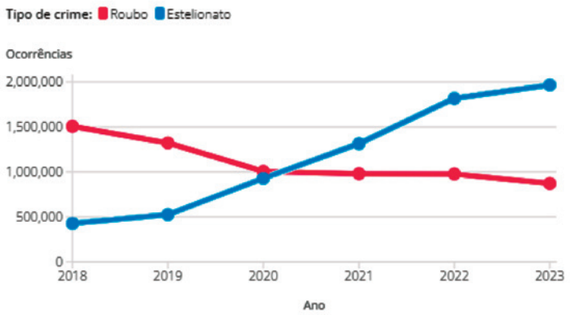
O relatório do Fórum Brasileiro de Segurança Pública de 2024 apontou índices de redução dos roubos comparado aos índices registrados para o estelionato e fraudes eletrônicas, revelando uma mudança significativa na natureza do crime contra o patrimônio (Figura 3).

Foram mais de 1,9 milhão de estelionatos registrados no Brasil em 2023, ante cerca de 400,0 mil em 2018. Os roubos, no sentido inverso, caíram de 1,5 milhão para 870,0 mil. As estatísticas específicas sobre estelionato por meio virtual são prejudicadas pelo fato de que nem todos os Estados fazem esse recorte. Note que a epidemia apenas exponenciou um fenômeno pré-existente, levando mais gente a ficar em casa, acessando a internet através de computadores mais desprotegidos do que nas empresas ou escolas. Os crimes digitais podem englobar também os furtos e roubos, mas os mais comuns são as diversas modalidades de estelionatos, onde o crescimento é mais visível.

Os aparelhos de *smartphones* tornaram-se porta de entrada para o cometimento de crimes virtuais. Os dados do Fórum Brasileiro de Segurança mostram que, pela primeira vez, o número de furtos, ou seja, a subtração dos aparelhos sem o uso da violência, superou o de roubos de aparelhos, com 494.295 contra 442.999 casos, respectivamente, ao longo de 2023. O celular tem o seu valor pelo aparelho, pelo seu valor de uso, mas também pelo que o celular dá acesso, que são as informações pessoais, são as informações bancárias, são as redes sociais das vítimas.

A Lei 14.155 de 2021, tornou mais graves os crimes de violação de dispositivo informático, furto e estelionato cometidos de forma eletrônica ou pela internet; e alterou o Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941 (Código de Processo Penal), para definir a competência em modalidades de estelionato.

Figura 3 – Índice de redução de roubos



Fonte: ABSP (2023).

Ao tempo em que o crescimento dessa conectividade resulta em benefícios aos usuários, também traz, consigo, vasta gama de vulnerabilidades cibernéticas, que ensejam ameaças e ataques que podem causar prejuízos de toda ordem, com diferentes níveis de impacto para pessoas e para instituições.

Os rápidos avanços na área de tecnologias da informação e comunicação resultaram no uso intenso do espaço virtual para as mais variadas atividades, inclusive a oferta de serviços por parte do Governo federal, em coerência com as tendências globais. Entretanto, novas e crescentes ameaças cibernéticas surgem na mesma proporção, e colocam em risco a administração pública e a sociedade.

O risco para a economia brasileira, gerado pela intrusão em computadores e pela disseminação de códigos maliciosos praticados pelo crime organizado já é uma realidade, o Brasil é o 2º com maior prejuízo com ataques cibernéticos, segundo o Relatório da "Internet Organised Crime Threat Assessment (IOCTA)", de 2018, da Agência da União Europeia para a Cooperação Policial (Europol).

A falta de legislação adequada sobre crimes cibernéticos fez com que o Brasil fosse o alvo número um e a principal fonte de ataques *on-line* na América Latina; 54,0% dos ataques cibernéticos reportados no Brasil supostamente são originários de dentro do país. O documento da Europol prossegue afirmando que, de modo semelhante aos EUA, o Brasil é um dos principais hospedeiros de *sites* de *phishing*, com alguns relatos colocando o Brasil como uma das dez maiores fontes mundiais de ataques cibernéticos. Verifica-se, ainda, que o número de ataques cibernéticos praticamente dobrou no Brasil em 2018 em relação a 2017, segundo informações do laboratório especializado em segurança cibernética da PSafe. No Brasil, o levantamento apontou que o País registrou aumento de 67,0% dos ciberataques, com as organizações atacadas 2.754 vezes semanalmente, na comparação com o segundo semestre de 2023.

Um crescimento exponencial diante do índice de 7,0% no segundo trimestre de 2023, em que as organizações no Brasil foram atacadas 1.645 vezes semanalmente, em comparação ao mesmo período de 2022. Os setores com mais ataques cibernéticos foram o setor de educação e pesquisa o qual tem sido um alvo principal para os cibercriminosos devido à riqueza de informações sensíveis que possuem e as medidas de segurança cibernética inadequadas que aplicam. Além disso, são muitos grupos de usuários dentro e fora da rede corporativa, expandindo a superfície de ataque.

O setor de governo foi o segundo mais atacado no mundo, com 2.084 ataques por semana, refletindo os altos riscos envolvidos na espionagem cibernética e na interrupção a nível de Estado.

Um ataque cibernético de grande envergadura, caso não seja adequadamente tratado, pode afetar profundamente a reputação da organização, ocasionar perda de receitas, levar a prejuízos operacionais com a paralisação dos serviços, resultar em perda de informações e ainda levar à aplicação de sanções legais e administrativas.

Confirmando a tendência da expansão das práticas delituosas no âmbito virtual, o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República definiu a Estratégia Nacional de Segurança Cibernética (E-Ciber), aprovada pelo Decreto nº 10.222, de 5 de fevereiro de 2020, como primeiro módulo da Estratégia Nacional de Segurança da Informação, em cumprimento ao estabelecido na Política Nacional de Segurança da Informação.

A E-Ciber é a orientação manifesta do Governo federal à sociedade brasileira sobre as principais ações por ele pretendidas, em termos nacionais e internacionais, na área de segurança cibernética,

Atualmente, a revisão da Estratégia encontra-se em andamento no Comitê Nacional de Cibersegurança (CNCiber), criado pelo Decreto nº 11.856, de 26 de dezembro de 2023, por meio de um Grupo de Trabalho Temático criado para esse fim.

INCERTEZAS

As questões de privacidade e direitos civis relacionadas ao uso de tecnologias de vigilância serão resolvidas?

A expansão do uso de inteligência artificial, *big data* e análises preditivas na prevenção e combate ao crime tem transformado a forma como as autoridades de segurança pública abordam a criminalidade, trazendo novas ferramentas para melhorar a eficiência e a precisão das investigações e prevenções.

Todavia, há desafios e preocupações éticas com a crescente adoção dessas tecnologias, como as questões de privacidade. O uso de IA e big data pode resultar em vigilância em massa e invasão de privacidade, especialmente com o reconhecimento facial e a coleta de dados pessoais. Além do risco de viés algorítmico perpetuar preconceitos e desigualdades, como o foco desproporcional em determinados grupos étnicos ou socioeconômicos. A transparência pode ser comprometida, pois muitas dessas tecnologias são baseadas em algoritmos "caixa preta", o que dificulta a compreensão de como as decisões são tomadas e pode gerar desconfiança pública.

Essa vigilância ostensiva digital é denominada de panóptico digital (Han, 2018), conceito de vigilância baseado no panóptico de Benthan e que causa preocupações quando há controle excessivo e manipulação de massas quando da implementação de políticas públicas, sobretudo, as de segurança.

Desta forma, mantendo-se a incerteza quanto à resolução das questões legais afetas aos direitos individuais fundamentais.

Carvalho *et al.* (2019) e Tõnurist, Kattel e Lember (2017) reforçam que dentro do setor público as inovações são complexas e tendem a ser incrementais; dessa maneira devem estar de acordo com os conformes constitucionais e principalmente com o bem-estar comum. A inovação no setor público assume diferentes significados, todavia, diz respeito a novas ideias que fomentem a criação de valor público nesse setor (Djellal, Gallouj e Miles, 2013; Isidro-Filho, 2017; Mulgan, 2007).

No campo da segurança pública, principalmente nas corporações policiais, não poderia ser diferente: reconhecimento facial, *hacking* governamental e uso de câmeras na farda dos policiais são algumas inovações no campo do policiamento e segurança pública no Brasil, e todas estão sujeitas a debate público.

O reconhecimento facial e a vigilância inteligente permitem a identificação automática de suspeitos em tempo real. Esse tipo de tecnologia tem sido usado para identificar criminosos conhecidos em locais públicos ou eventos de grande porte; rastrear o movimento de indivíduos suspeitos e associar rostos com registros policiais. Embora eficaz, o uso de reconhecimento facial levanta preocupações sobre privacidade e vigilância em massa, sendo tema de debate em diversos países.

A despeito de visões mais inocentes e empolgadas, essas tecnologias trazem grandes questionamentos sobre controle social expandido por parte das instituições estatais e privadas. As preocupações ultrapassam as barreiras da promoção sofisticada de direitos fundamentais na era digital (como privacidade e proteção de dados pessoais), trata-se de refrear uma ampliação desmedida da vigilância e do poder punitivo pelo Estado, em defesa de direitos individuais básicos.

As políticas públicas voltadas para a transformação digital são adequadas para aumentar a capacidade estatal de prevenção e solução de crimes?

A utilização de tecnologias como algoritmos estatísticos e ferramentas de georreferenciamento têm grande importância no planejamento da ação policial. Desta forma, as tecnologias proporcionam uma melhor análise de tomada de decisões estratégicas, trazendo uma perspectiva positiva quanto à redução de crimes. Contudo, um aspecto relevante a ser analisado é que apenas o caráter técnico da tecnologia não é suficiente para a resolução dos problemas, mas, sim, deve-se entender os contextos, as demandas e haver a definição dos resultados que se espera com a utilização da tecnologia. De acordo com Azevedo, Riccio e Ruediger (2011), a utilização das estatísticas criminais aplicadas ao planejamento da atividade policial caracteriza-se, contemporaneamente, como processo de inovação no âmbito das organizações responsáveis pela segurança pública. Uma inquietação, todavia, com a utilização das taxas criminais para o processo de tomada de decisão é que a análise aprofunde os números observados e os ultrapasse, demonstrando uma preocupação com as causas reais das ocorrências e produzindo um trabalho preventivo efetivo. Por isso que um modelo de policiamento voltado à inteligência "deve vir acompanhado de uma melhoria da capacidade técnica dos analistas criminais na interpretação das informações que são produzidas para subsidiarem o processo de tomada de decisão que contribua para a redução da criminalidade" (Ratcliffe, 2008, tradução nossa).

Corroborando a incerteza quanto à capacidade estatal de solução de crimes apenas pela utilização de recursos tecnológicos.

Se realmente estivermos vivendo uma migração da criminalidade ostensiva de rua para o ambiente virtual, então os crimes violentos de contato podem entrar numa tendência duradoura de queda. Ainda é cedo para adiantar e talvez estejamos apenas diante de um ciclo de queda, mas é possível que em alguns anos o Brasil passe por algo parecido com o que vem ocorrendo nos países desenvolvidos, onde a criminalidade tem caído sistematicamente nos últimos 20 anos: homicídios, arrombamentos, roubos de veículos diminuíram intensamente na Europa Ocidental, Estados Unidos, Canadá, Austrália, Nova Zelândia, Japão. As novas tecnologias abriram novos mercados enquanto fecharam outros. Criminosos, como todos nós, se adaptam aos novos tempos.

Em síntese, observam-se as seguintes tendências e incertezas relacionadas à temática:

TENDÊNCIAS

1. Crescimento da infraestrutura digital e conectividade em todo o país.

2. Adoção de novas tecnologias de vigilância.
- Expansão do uso de inteligência artificial, big data e análises preditivas na prevenção e combate ao crime.

3. Expansão de práticas delituosas em ambiente virtual.
- Aumento dos crimes cibernéticos, incluindo fraudes financeiras e ataques a infraestruturas críticas.

INCERTEZAS

1. As questões de privacidade e direitos civis relacionadas ao uso de tecnologias de vigilância serão resolvidas?

2. As políticas públicas voltadas para a transformação digital são adequadas para aumentar a capacidade estatal de prevenção e solução de crimes?

5. Problemas no planejamento e implementação das políticas públicas na área de segurança

O Brasil é um país com graves problemas de segurança pública, enfrentando índices de criminalidade preocupantes. Em 2017, o país atingiu o pico de mortes violentas intencionais (MVI) com o registro de 64.079 casos. Desde 2018, iniciou-se uma trajetória de queda desses números que, em 2023, chegaram a 46.328 ocorrências. Ainda assim, a média de MVI brasileira é de 22,8 por 100 mil habitantes, sendo 18,8% maior do que a média dos demais países da América Latina e Caribe, que é de 19,2 por 100 mil habitantes (FBSP, 2024).

Segundo o Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime, em inglês *United Nations Office on Drugs and Crime* (UNODC)[100], a taxa média mundial de MVI é de 5,8 por 100 mil habitantes, quatro vezes menor do que a taxa brasileira.

Para além do grave quadro no número de mortos em razão da violência urbana, nos últimos anos, a sociedade passou a sofrer mais intensamente os reflexos do crescimento do fenômeno da criminalidade organizada.

Segundo os dados da Secretaria Nacional de Políticas Penais (SENAPPEN) divulgados em 2024 existem, pelo menos, 88 organizações criminosas (ORCRIM) em atuação no Brasil. No ano anterior, haviam sido catalogadas 72 dessas organizações (Senappen, 2024).

Além do crescimento no número de ORCRIM mapeadas, algumas dessas organizações expandiram sua atuação e desenvolveram redes regionais, nacionais e transnacionais de crimes. Essa evolução ocorre a despeito das políticas públicas promovidas com o intuito de combater as ORCRIM, dentre as quais destacamos a instituição do Regime Disciplinar Diferenciado (RDD) e a criação do Sistema Penitenciário Federal (SPF).

Em 2001, o estado de São Paulo instituiu o RDD com o objetivo de isolar líderes de organizações criminosas presos e impedir a comunicação entre eles e os demais membros da ORCRIM fora das cadeias. Dois anos depois, esse instituto foi incluído na Lei de Execuções Penais (LEP) e ampliado para âmbito nacional (Brasil, 2003).

Em 2006, foi criado o SPF, inspirado no modelo das penitenciárias de segurança máxima americanas, conhecidas como *supermax*, para abrigar as lideranças das principais ORCRIM e desarticular as ações criminosas (Nunes, 2020).

Apesar dessas medidas, algumas organizações criminosas brasileiras incrementaram suas atividades e expandiram sua atuação para fora do território nacional. Em março de 2024, o Departamento do Tesouro dos Estados Unidos[101] anunciou o bloqueio de bens de um criminoso responsável pela lavagem de dinheiro de uma ORCRIM brasileira. Também há fortes indícios de atuação de organizações criminosas brasileiras no Paraguai[102], Bolívia[103]. Peru[104], Colômbia e alguns países da África[105].

Recentemente, vários veículos de imprensa noticiaram uma investigação da Polícia Civil do Estado de São Paulo (PCESP)[106] sobre um esquema criminoso que teria movimentado cerca de 8 bilhões de reais de uma ORCRIM. Essas movimentações teriam sido feitas por meio de um banco digital e financiado por partidos e campanhas políticas nas eleições municipais de 2024.

[100] Disponível em: https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/gsh/2023/Global_study_on_homicide_2023_web.pdf.
[101] https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy2180.
[102] https://veja.abril.com.br/mundo/pcc-esta-por-tras-de-roubo-no-paraguai-apontam-investigacoes?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=eda_veja_audiencia_institucional&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw-JG5BhBZEiwAt7JR6_hmkywgJUBl2JNx7UAAHNwC1dsdT1xuOWK8yBYRkdrjC3DT0xL7AxoC6HcQAvD_BwE.
[103] https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2022/08/29/bolivia-producao-cocaina-pcc-exportacao-europa.htm.
[104] https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/07/03/consorcio-de-faccoes-origem-no-peru-esconderijo-em-area-devastada-pela-chuva-a-maior apreensao-de-cocaina-do-rs.ghtml.
[105] https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/pcc-tem-ligacao-com-mafias-africanas-e-as-farc-diz-promotor/.
[106] https://noticias.uol.com.br/eleicoes/2024/09/01/pcc-criou-banco-que-movimentou-r-8-bilhoes-para-apoiar-candidatos-em-sp.htm.

Isso evidencia a ineficiência das ações governamentais implementadas ao longo dos anos no Brasil. As políticas públicas de segurança, em termos gerais, são reducionistas e simplistas, pendulando entre repressão e assistencialismo (Beato, 1999).

As ações tradicionais objetivam o controle do crime e da violência por meio da aplicação dos efetivos policiais de acordo com manchas criminais construídas com base em dados estatísticos. Segundo Alves e Evanson (2013), essas ações voltadas exclusivamente para o emprego da polícia tem "o efeito de Sísifo"[107], uma vez que os policiais conseguem evitar e reprimir crimes, mas não podem estar em todos os lugares ao mesmo tempo e, quando deixam determinado local, os delitos podem voltar a ocorrer. Mais do que isso, há muitos casos nos quais policiais prendem o mesmo criminoso várias vezes ao longo da carreira em uma espécie de "enxugamento de gelo".

Não obstante, muitos crimes não são registrados oficialmente por diversos motivos. Seja porque a vítima tem dificuldade de acesso a policiais ou por entender que não vale a pena o dispêndio de tempo, uma vez que não há confiança no trabalho da polícia. Além disso, muitas pessoas desconhecem a importância da notificação oficial de crimes, pois não entendem como são planejadas as ações policiais. Há ainda vítimas que têm medo, do agressor ou da própria polícia, ou vergonha – o que é muito comum, no caso de crimes sexuais. Diante disso, há diversos crimes não notificados aos órgãos competentes, gerando subnotificação, também conhecida como cifra oculta.

Não existe um sistema unificado de registros policiais no Brasil capaz de garantir a integridade e a confiabilidade dos dados que deveriam nortear a formulação de políticas públicas. Em muitos estados, não há interlocução nem entre os sistemas das forças de segurança locais, havendo divergências em muitos casos. No Distrito Federal (DF), em 2020, a Câmara Legislativa aprovou uma lei que obrigava órgãos de segurança pública a integrarem os seus sistemas e bancos de dados. Contudo, o Governador do DF moveu uma ação direta de inconstitucionalidade, alegando que a norma seria inconstitucional em virtude de vício formal de iniciativa, posto que foi proposta por um parlamentar e trata de matéria que é de competência do Governador. Diante dos argumentos, o Tribunal de Justiça do Distrito Federal e Territórios (TJDFT) considerou a lei inconstitucional[108].

Considerando que a política pública de segurança de um país não é a soma das várias políticas públicas voltadas para forças armadas, polícias, serviços de inteligência entre outras áreas e sim um trabalho intergovernamental de alto nível (Chuter, 2011), depreende-se que é necessário um ambiente institucional propício à articulação, o que não é a realidade brasileira.

Há, portanto, a tendência na manutenção do quadro de ineficiência estatal em razão da estabilidade dos arranjos institucionais alicerçados na centralização e homogeneização das políticas públicas, desconsiderando as características regionais e as peculiaridades locais em um país com dimensões continentais. Essa tendência é reforçada pela cultura organizacional das forças de segurança pública que não são abertas a mudanças e integração com outros órgãos com os quais há algum tipo de disputa institucional.

Soma-se a isso o fato de boa parte das políticas de segurança pública depende de alterações nas leis, ou seja, passam pelas casas legislativas atualmente pautadas pela polarização ideológica. Um fator que agrava o quadro do arranjo político-institucional brasileiro são as interferências do poder judiciário nas competências dos outros poderes da república. Não raras vezes, partidos políticos acionam a justiça contra decisões tomadas pelos chefes dos poderes executivos federal ou local e até mesmo contra deliberações feitas no âmbito do Congresso Nacional e demais instâncias do poder legislativo. Isso tende a recrudescer a polarização política e gera insegurança jurídica.

Há uma incerteza sobre a manutenção do cenário político polarizado e da interferência do judiciário em outros poderes até 2045, pois esse cenário depende do processo eleitoral, das indicações de ministros para os tribunais superiores e da composição do Congresso Nacional.

Há muitas barreiras metodológicas para se definir a taxa de elucidação de crimes no Brasil, que está diretamente relacionada à probabilidade de aprisionamento, o que influencia na decisão de delinquir, conforme a Teoria Econômica do Crime já mencionada anteriormente. O primeiro entrave é a inexistência de dados confiáveis. Em 2021, apenas 19 estados tinham dados consolidados sobre a taxa de elucidação de homicídios, porém a origem e a metodologia para tratamentos dos dados são divergentes. Em 14 estados, os dados foram fornecidos pelos Ministérios Públicos, nos outros 5, os dados são originários dos sistemas dos Tribunais de Justiça (Instituto Sou da Paz, 2022).

[107] O mito de Sísifo conta que ele foi castigado por Hermes por ter mentido para Hades, deus das sombras, para voltar ao mundo dos vivos. O castigo consistiu em condená-lo a cumprir eternamente a missão de empurrar uma enorme pedra até o topo de um cume, no entanto, sempre que alcançava o pico, a pedra rolava e voltava à base do monte e assim a tarefa não teria fim.

[108] Disponível em: https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/noticias/2021/novembro/lei-que-obriga-integracao-de-sistemas-de-seguranca-publica-e-inconstitucional.

Segundo o relatório "Onde Mora a Impunidade?"[109], apenas 35,0% dos 30.883 mil homicídios dolosos ocorridos no Brasil foram esclarecidos. No ano anterior, a taxa de elucidação de foi de 33,0% das 29.051 ocorrências.

Algumas hipóteses explicam a pouca efetividade, dentre elas, destacam-se a insuficiência dos efetivos policiais e a precariedade das perícias, o que dificulta a inclusão de provas técnicas que auxiliem as investigações (Costa, 2021).

Sob o aspecto da punição para o cometimento de crimes, é importante destacar que a função da pena não se restringe aos criminosos que a recebem, mas estende-se também aos cidadãos que não são propensos a infringir a lei, restaurando a credibilidade e a legitimidade nas instituições (Baratta, 1994).

Além disso, a ressocialização de criminosos é apenas uma hipótese, uma vez que não foi empiricamente testada (Baratta, 1994). Apesar disso, a função ressocializadora da pena é amplamente disseminada e foi incorporada ao debate público com *status* de teoria e, assim, possui centralidade nas políticas públicas de segurança.

Mesmo sem comprovação de efetividade da ressocialização, a progressão no regime de cumprimento de pena, o trabalho externo para criminosos apenados e as saídas temporárias de presos são institutos previstos na legislação brasileira como componentes da função ressocializadora da pena.

Como não poderia ser diferente, a taxa de reincidência criminal brasileira é alta. Os dados sobre isso são inconsistentes, pois depende do conceito de reincidência que é utilizado. Quando considerados apenas os presos que reincidiram após condenados em sentença definitiva, a taxa é de pouco menos de 50,0%. Se o conceito de reincidência for mais abrangente e incluir as pessoas com passagens pelo sistema prisional (condenadas ou não), o índice é de cerca de 70,0% (Ipea, 2015).

Assim, o Brasil enfrenta dificuldades para levar criminosos violentos à justiça e promover as sanções adequadas, tanto pela pouca efetividade policial evidente nas baixas taxas de elucidação de crimes, quanto pela ineficácia das penas.

Resultados de pesquisas mostram que a certeza de detecção, prisão e condenação a penas privativas de liberdade gera a capacidade estatal de dissuadir o cometimento de crimes (Crump, 2017). E o aumento no número de presos e do tempo de aprisionamento reduz o número de crimes, uma vez que cada criminoso preso implica em cerca de 15 crimes a menos por ano (Levitt, 1996).

Grupos de parlamentares e segmentos da sociedade civil organizada buscam alterações legislativas no sentido de recrudescer as penas, além disso políticas públicas têm objetivado aprimorar o trabalho policial, aumentando a sua efetividade. Contudo, a Constituição Federal, considerada garantista, limita a adoção de medidas mais rígidas e reformas profundas, algumas delas com resultados bem-sucedidos em diversos países.

Há, portanto, a tendência na manutenção do quadro de pouca efetividade do sistema de justiça criminal em razão do engessamento do arcabouço jurídico que gera obstáculos à implementação de políticas públicas de segurança.

6. Expansão da prática de crimes complexos, em especial ORCRIMS, redes criminosas transnacionais

Apesar dos avanços sociais e da redução da pobreza nos últimos anos, o Brasil ainda enfrenta uma das maiores taxas de violência do mundo, conforme dados apresentados no Anuário Brasileiro da Segurança Pública (2024). A crise na segurança pública é marcada pelo crime organizado, narcotráfico, crimes financeiros e violência policial, representando um grande desafio para a democracia. A falta de políticas de segurança preventiva, aliada a um modelo defasado que orienta as forças policiais e ao sucateamento das condições de trabalho dos profissionais de segurança, tem gerado impactos muito negativos nesse cenário (ABSP, 2024).

Além disso, a extensa fronteira do Brasil, que segue por mais de 16 mil quilômetros e faz divisa com dez países, apresenta um desafio significativo para o controle e a fiscalização. Essa vastidão territorial, somada à presença de áreas remotas e de difícil acesso, representa verdadeira ameaça e facilita a atuação do crime organizado, que se aproveita da falta de fiscalização adequada para transitar e estabelecer rotas para o tráfico de drogas, armas e pessoas (Neves; Ludwig, 2021).

A fragilidade das instituições de segurança nas regiões de fronteira, aliada à corrupção e à ausência de políticas integradas eficientes entre os países vizinhos, contribui para a expansão de atividades criminosas, comprometendo a segurança pública e a soberania nacional. Essa realidade demanda uma abordagem colabo-

[109] Disponível em: https://soudapaz.org/o-que-fazemos/conhecer/pesquisas/politicas-de-seguranca-publica/controle-de-homicidios/?show=documentos#6651-1.

rativa e efetiva para garantir a proteção das fronteiras e mitigar os impactos do crime organizado na sociedade brasileira (Neves; Ludwig, 2021).

Para Cepik e Borba (2011), o crime organizado desenvolve-se e transforma-se continuamente, parecendo não encontrar limite nem na lucratividade de seus negócios nem na sofisticação de suas organizações, assim vislumbra-se que, em 2045, o avanço das organizações criminosas no Brasil, intensificado por suas conexões transnacionais, resulte em um cenário alarmante, onde crimes como cibercrimes e lavagem de dinheiro se tornaram extremamente sofisticados (Neves; Ludwig, 2021).

A tecnologia evoluiu a tal ponto que as facções criminosas utilizam ferramentas digitais para expandir suas operações, facilitando transações ilícitas em um ambiente virtual globalizado. Os grupos criminosos se tornaram mais resilientes e adaptáveis, utilizando criptomoedas e redes descentralizadas para ocultar suas atividades (Carneiro; Moreira, 2023). Nesse contexto, a necessidade urgente de uma resposta legislativa robusta e uma cooperação internacional efetiva se tornam imperativas para conter a disseminação dessas práticas nocivas, garantindo a proteção da sociedade e a integridade do sistema jurídico (Calixto; Facuri, 2023).

As crises políticas intermitentes, agravadas por sucessivos escândalos de corrupção, enfraqueceram as instituições públicas e ampliaram a lacuna de governança no Brasil. A falta de confiança nas forças de segurança e no sistema judiciário alimentou o crescimento das milícias, que controlam vastos territórios urbanos e atuam como "estados paralelos", oferecendo "proteção" e outros serviços à população em troca de pagamentos (Visacro, 2009).

Verifica-se que, a desigualdade social e a pobreza persistem como catalisadoras do envolvimento de jovens em atividades criminosas. Apesar dos avanços tecnológicos, a exclusão digital afeta milhões de brasileiros, tornando-os vulneráveis ao recrutamento por organizações criminosas, que fornecem meios de subsistência em áreas onde o Estado é ausente (Cunha, 2018).

Em resposta à crescente ameaça das redes criminosas transnacionais, o Brasil, em 2045, fortaleceu sua cooperação com organismos internacionais como a Interpol[110] e a ONU. Missões de Inteligência e operações conjuntas com países da América Latina, Europa e Estados Unidos se tornaram mais frequentes, embora muitas vezes insuficientes para controlar o avanço dos crimes cibernéticos e das redes ilegais.

A implementação de tecnologias de vigilância em massa, como câmeras com reconhecimento facial e drones de monitoramento urbano, aumentou a capacidade de controle estatal sobre algumas áreas críticas. No entanto, a resistência das ORCRIMs, somada à corrupção nas forças policiais e ao tráfico de influência política, tem limitado a eficácia das medidas de repressão.

Visualiza-se ainda que, em 2045, as ORCRIMs expandiram sua influência política e econômica, financiando campanhas eleitorais e controlando setores estratégicos da economia informal e formal. Com a crescente dependência de financiamento ilícito, setores do governo e empresas privadas são coniventes com as atividades criminosas, contribuindo para a manutenção de um ciclo de impunidade.

A integração das ORCRIMs na vida econômica regular e sua sofisticação técnica desafiaram o sistema jurídico tradicional, que enfrenta dificuldades em se modernizar e lidar com a complexidade das operações ilegais. A lavagem de dinheiro se tornou praticamente indetectável devido ao uso de criptomoedas avançadas e transações em blockchain, protegidas por sistemas de privacidade altamente criptografados.

Assim, em 2045, o Brasil enfrenta uma criminalidade cada vez mais sofisticada, globalizada e difícil de conter. Organizações criminosas locais e transnacionais continuam a expandir suas operações, utilizando-se de tecnologias emergentes e explorando as falhas do sistema político e de segurança. O combate à criminalidade complexa exige um esforço coordenado entre inovação tecnológica, reformas políticas e alterações de legislação de combate ao crime organizado, bem como a participação ativa da sociedade civil. A tecnologia também tem sido usada a favor das forças de segurança, com o uso de inteligência artificial para prever padrões de crimes e algoritmos que ajudam na alocação de recursos policiais.

Para reverter o atual cenário de criminalidade no Brasil, é essencial fortalecer as instituições democráticas, modernizar continuamente a tecnologia e implementar reformas profundas nas instituições policiais e no judiciário. Isso é crucial para enfrentar o crime organizado e as desigualdades sociais que perpetuam a violência e a corrupção. A eficácia das políticas de transparência e combate à corrupção será fundamental para melhorar a percepção pública das instituições.

[110] Interpol – A Organização Internacional de Polícia Criminal, mundialmente conhecida pelo seu acrónimo INTERPOL (em inglês: International Criminal Police Organization), é uma organização internacional que facilita a cooperação policial mundial e o controle do crime. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Interpol. ONU – Organização das Nações Unidas - uma organização intergovernamental criada para promover a cooperação internacional. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Organiza%C3%A7%C3%A3odas_Na%C3%A7%C3%B5e s_Unidas.

As ações contra o crime poderão ser potencializadas pelo fortalecimento institucional e cooperação entre órgãos de segurança, bem como com o estabelecimento de parcerias entre o setor público e privado. No entanto, a capacidade das redes criminosas de se adaptarem e evitar a detecção representa um desafio constante. Assim, a segurança pública deve ser abordada de forma holística, levando em conta fatores sociais, econômicos e éticos, incluindo a saúde mental dos agentes e a confiança da população. Enfrentar essas questões será vital para promover segurança e justiça social no país.

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das sementes de futuro apontadas no âmbito da segurança pública em especial no que diz respeito à expansão da prática de crimes complexos notadamente as ORCRIMs, redes criminosas transnacionais, com suas respectivas classificações. Destaca-se que neste recorte foram identificadas 20 tendências e 21 incertezas.

TENDÊNCIAS

1. Corrupção de agentes públicos (políticos, profissionais de segurança, magistrados, membros do MP).

2. Manutenção das altas taxas de vitimização.

3. Expansão e diversificação de mercados ilegais.

4. Fortalecimento das facções criminosas.

5. Crescimento das atividades de tráfico de drogas, armas e pessoas.

6. Maior sofisticação e coordenação das operações criminosas.

7. Expansão de redes de cibercriminosos organizados operando internacionalmente.

8. Maior cooperação internacional em matéria de segurança e troca de informações.

9. Aumento da circulação de drogas ilícitas.

10. Expansão das atividades do crime organizado transnacional.

11. Manutenção da capacitação de profissionais de segurança.

12. Maior cooperação internacional entre diferentes Organizações Criminosas.

13. Evolução das redes criminosas para explorar novas oportunidades e evitar a detecção.

14. Aumento da produção e no comércio ilegal de armas de fogo.

15. Persistência de altos níveis de corrupção.

16. Baixa confiança da população nas forças de segurança e no sistema judicial.

17. Continuidade da audiência de custódia.

18. O medo da violência será explorado como produto e será explorado comercialmente.

19. Aumentará a especialização do crime articulado para prática de crimes violentos contra o patrimônio.

20. Manutenção do conflito de interesses na atuação de profissionais da segurança pública na segurança privada.

INCERTEZAS

1. Crescerá o número de agentes de segurança pública com problemas de saúde mental?

2. Continuará crescendo o número de suicídios de policiais?

3. O número de mortes violentas continuará em queda?

4. Haverá mudanças na política de drogas para abordar o problema de maneira mais eficaz?

5. Como as mudanças nas políticas internacionais afetarão a cooperação em segurança pública?

6. Haverá expansão das políticas de prevenção ao crime em nível nacional?

7. Haverá estabilidade política suficiente para implementar reformas necessárias?

8. Haverá um aumento ou diminuição na confiança pública nas instituições de segurança?

9. Haverá a ampla divulgação de ocorrências criminais?

10. Haverá a expansão de forças tarefas com vários órgãos de segurança participando para melhor eficiência no combate ao crime?

11. Haverá parcerias e trocas de dados entre entes privados e públicos contra o crime?

12. Haverá melhora nas condições para a fiscalização da segurança privada?

13. Haverá um aumento das empresas de segurança clandestinas?

14. As polícias ostensiva/preventiva conseguirão acompanhar a evolução tecnológica dos criminosos e conseguirão realizar o policiamento preventivo em ambiente virtual?

15. As forças de segurança terão resiliência e capacidade de resposta para fazer frente às novas modalidades de crimes?

16. Haverá eficácia das políticas de transparência e combate à corrupção?

17. Haverá uma redução das taxas de roubo, agressão sexual e estupro?

18. Haverá mudança nas medidas socioeducativas?

19. Como será implantado e viabilizado o Sistema Único de Segurança Pública SUSP?

20. Aumentará o exercício arbitrário das próprias razões?

21. Haverá mudança nas políticas de execução penal para que os criminosos não continuem exercendo poder de dentro do sistema penitenciário?

7. Manutenção do sensacionalismo em torno do crime e do medo relacionado

Nos últimos anos, o Brasil tem enfrentado uma crescente cobertura midiática sobre a criminalidade e a violência. Esse fenômeno está diretamente relacionado ao sensacionalismo midiático, que tem mantido o medo social em alta. O objetivo aqui pretendido é discutir como tal sensacionalismo em torno do crime e da violência é sustentado pela mídia brasileira, suas implicações sociais e as possíveis razões por trás dessa abordagem (Cruz, 2008).

O sensacionalismo é uma estratégia midiática que privilegia a dramatização de fatos para atrair a atenção do público. No Brasil, essa prática é amplamente utilizada, especialmente em programas de televisão, jornais e portais de internet que cobrem crimes violentos. Programas policiais são um exemplo clássico, onde os fatos são distorcidos ou exagerados, contribuindo para a criação de um clima de pânico social (D'ancona, 2018).

Nota-se ainda que, o sensacionalismo em torno do crime atrai audiência, pois lida com temas que despertam medo e curiosidade. Notícias sobre violência, assassinatos e tráfico de drogas tendem a ser tratadas de forma impactante, com linguagem apelativa e imagens fortes. As empresas de mídia buscam aumentar o engajamento, sabendo que o medo é uma emoção que retém a atenção. O crime, portanto, se torna um produto de consumo midiático (Capra, 2020).

A manutenção de uma cobertura sensacionalista sobre o crime no Brasil tem consequências sociais profundas. Ao expor acentuadamente casos de violência, a mídia alimenta a sensação de insegurança da população. O público começa a acreditar que a criminalidade está em níveis insustentáveis, mesmo em áreas onde as estatísticas não corroboram essa percepção. Esse fenômeno pode gerar aumento de políticas de segurança pública repressivas e maior apoio a práticas de controle social (Barros; Morais, 2024).

Segundo Cruz (2008), diversos fatores contribuem para a perpetuação do sensacionalismo. Primeiro, o lucro gerado pela audiência é um dos principais motivadores. Além disso, a relação entre mídia e política é um fator relevante. Em períodos eleitorais, o medo do crime é frequentemente usado para angariar votos. Políticos podem se beneficiar dessa cobertura ao prometer soluções rápidas e punitivas para o problema da violência.

Outro ponto importante é a cultura de violência presente na sociedade brasileira, que gera uma demanda por esse tipo de conteúdo. A cobertura sensacionalista alimenta e, ao mesmo tempo, é alimentada por um *ethos* que normaliza a violência como uma questão central da vida cotidiana (Cruz, 2008).

Há formas mais equilibradas de cobertura jornalística que podem reduzir o medo social. Jornais e emissoras podem optar por reportagens mais investigativas, com dados estatísticos e contextos históricos que explicam as causas da violência, em vez de meramente explorar o medo. Além disso, a educação midiática da população pode contribuir para uma leitura mais crítica dos conteúdos sensacionalistas (Barros; Morais, 2024).

Desta forma, é possível verificar que os veículos de comunicação brasileiros desempenham um papel crucial na construção da percepção social sobre o crime e a violência. O sensacionalismo mantém o medo coletivo e molda a forma como a sociedade vê a segurança pública. É necessário um equilíbrio entre informar e dramatizar, de modo que a cobertura midiática não continue a reforçar estereótipos e pânicos morais desproporcionais à realidade. (Cruz, 2008).

TENDÊNCIAS:

1. Aumento do Sensacionalismo: A cobertura midiática sobre crime e violência deve continuar a crescer, com programas e plataformas explorando ainda mais o sensacionalismo para atrair audiência.

2. Normalização da Violência: A cultura de violência na sociedade brasileira pode levar a uma demanda contínua por conteúdos que retratam o crime de forma dramática, tornando esse tipo de cobertura cada vez mais comum e aceito.

3. Políticas de Segurança Repressivas: A percepção elevada de insegurança pode resultar em um aumento no apoio a políticas de segurança pública mais rigorosas e militarizadas.

4. Educação Midiática: Há uma tendência crescente para a educação midiática, que pode capacitar a população a interpretar criticamente as informações, levando a uma demanda por reportagens mais equilibradas.

5. Mudanças no Consumo de Conteúdo: O crescimento das plataformas digitais pode levar a uma fragmentação da audiência, com consumidores buscando alternativas ao sensacionalismo, como reportagens investigativas e contextuais.

INCERTEZAS:

1. Regulação da Mídia: Existe incerteza sobre a possibilidade de uma regulação mais rigorosa da mídia que limite práticas sensacionalistas. O futuro da regulação dependerá de pressões sociais e políticas.
2. Reação do Público: Não está claro como o público reagirá a uma possível saturação de conteúdos sensacionalistas. Poderá haver um cansaço e uma busca por conteúdos mais informativos, mas isso não é garantido.

3. Impacto Político: A relação entre mídia e política pode mudar, afetando como os políticos usam o medo do crime em suas campanhas. É incerto se essa dinâmica se manterá ou se novas abordagens serão adotadas.

4. Efeito da Educação Midiática: A eficácia da educação midiática em mudar a forma como o público consome e interpreta notícias é incerta e depende de vários fatores, como a implementação de programas educacionais e o engajamento do público.

5. Evolução das Tecnologias: O desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação pode alterar a maneira como o sensacionalismo é produzido e consumido, mas o impacto exato dessas mudanças é difícil de prever.

Referências

ARMITAGE, Rachel. Design, Crime and the Built Environment. In N. Tilley & A. Sidebottom (Eds.). **Handbook of Crime Prevention and Community Safety**, p. 234-253. New York: Routledge, 2017.

AYHAN, Fatih; BURSA, Nurbanu. Unemployment and Crime Nexus in European Union Countries: A Panel Data Analysis. **Yönetim Bilimleri Dergisi**, v. 17 n. 34, p. 465-484, 2019.

BARATTA, Alessandro. Funções instrumentais e simbólicas do direito penal. Lineamentos de uma teoria do bem jurídico. **Revista Brasileira de Ciências Criminais**, Ano 2, n. 5, 1994.

BARBOSA, Rogério; FERREIRA DE SOUZA, Pedro; SOARES, Serguei. Desigualdade de renda no Brasil de 2012 a 2019. **Blog DADOS**, 2020. Disponível em: http://dados.iesp.uerj.br/desigualdade-brasil/

BARROS, Atila; MORAIS, Ecléa. **Violência Urbana Naturalizada**: o papel da mídia na construção social. Revista Tópicos, v. 2, n. 8, 2024. ISSN: 2965-6672. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/violencia -urbana-naturalizada-o-papel-da-midia-na -construcao-social>. Acesso em 26out. 2024.

BEATO, Cláudio. Políticas públicas de segurança e a questão policial. Revista São Paulo Perspectiva. Sao Paulo, v. 13, n. 4, p. 13-27, out./dez. 1999.

BECKER, Gary. Crime and punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**, v. 76, p. 169 - 217, 1968.

BRASIL. Diretrizes Nacionais do Programa Brasil Saudável - Unir para Cuidar. Disponível em: https://www.gov.br/participamaisbrasil/diretrizes-nacionais-do-programa-brasil-saudavel. Acesso em: 10 out. 2024.
BRASIL. Lei n.º 10.792, de 1º de dezembro de 2003, Altera a Lei no 7.210, de 11 de junho de 1984 - Lei de Execução Penal e o Decreto-Lei no 3.689, de 3 de outubro de 1941 - Código de Processo Penal e dá outras providências.

CALIXTO, T. M. B., FACURI, A. C. G., & TELES , F. H. M. (2023). **As relações de cooperação jurídica internacional no combate às práticas de cibercrimes**. Revista Do Ministério Público Militar, 50(39), 235–244. Disponível em: <https://revista.mpm.mp.br/rmpm/article/view /148>. Acesso em: 26out. 2024.

CAPRA, Estela, **A linha nada tênue entre o jornalismo e o sensacionalismo**. Edição 1076, 2020. Disponível em: <https://www.observatoriodaimprensa.com.br/imprensa- em-questao/a-linha- nada-tenue-entre-o-jornalismo -e-o-sensacionalismo/>. Acesso em 25out. 2024.

CARNEIRO, Juvenildo dos Santos; MOREIRA, Waldicharbel Gomes. **Ciberterritório do Crime**. In: LEIMGRUBER, Mônica Pinto; SOUZA, Inandy José de; LOPES, Yuri Fonseca. Inteligência, Segurança Pública e Organização Criminosa. Brasília: Movimento, 2023.

CEPIK, Marco; BORBA, Pedro. **Crime Organizado e Segurança Internacional**, 2011, p. 398. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cint/a/yc9kXFhYxqNPJXD JHNPPBNB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 ut. 2024.

CHUTER, David. **Governing and Managing** – the defence sector. Institute for Security Studies (ISS), 2011.

CLEAR, Todd; FARGAN, Jeffrey. The big idea: broken windows breakdown it's the inspiration for policing as we know it. But is the broken windows theory all it's cracked up to be?. **City Limits Monthly**, Set/Out, 2001.

COSTA, A. A.; BARBOZA, B. S. S.; RODRIGUES, H. M.; FARIAS, L. L. Usos e abusos do espaço público: a apropriação privada e ilegal das calçadas em Campina Grande-PB. GEUR, Universidade Estadual da Paraíba, 2010.

COSTA, Arthur. Problemas da investigação de homicídios no Brasil. Fonte Segura - Edição 116. Publicado 8/12/2021. Disponível em: https://fontesegura.forumseguranca.org.br/pro blemas-da-investigacao-de-homicidios -no-brasil/

COZENS, Paul; LOVE, Terence. A review and current status of Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED). **Journal of Planning Literature**, v. 30, n. 4, p. 393-412, 6 ago. 2015

CRUMP, David. Deterrence. **St. Mary's Law Journal**, v. 49, n. 2, p. 317-361, 2017.

CRUZ, Tércia Maria Ferreira da. **A influência da mídia na percepção da violência**. Revista Ordem Pública, nº 1, 2008. Texto 3., ISSN: 1984-1809. Disponível em: <https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/download/3/3>. Acesso em 26out. 2024.

CUNHA, Eliseu de Oliveira. **Dinâmicas semióticas reguladoras do envolvimento com o crime nas trajetórias de jovens privados de liberdade**. Dissertação de Mestrado em Psicologia. Orientadora: Prof.ª Dr.ª Maria Virgínia Machado Dazzani. Universidade Federal da Bahia: Salvador, 2018.

D'ANCONA, Mathew. **Pós-verdade**: a nova guerra contra os fatos em tempos de fake news. Tradução de Carlos Szlak. 1.ª ed. Barueri: Faro Editorial, 2018.

DANTAS, Régis. Violência e vulnerabilidades urbanas: Teoria da ambiência restritiva. **Dilemas, Revista de Estudos de Conflito e Controle Social**, v. 15, n. 1, p. 277-30, 2022.

EHRLICH, Isaac. Participation in Illegitimate Activities: A Theoretical and Empirical Investigation. **Journal of Political Economy**, v.81, n.3 521-565, 1973.

Fórum Brasileiro de Segurança Plública. **Anuário Brasileiro de Segurança Pública** 2024. 18. ed. São Paulo: FBSP, 2024b. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2024/07/anuario-2024.pdf>. Acesso em: 27 out. 2024.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA (FBSP). **Anuário Brasileiro de Segurança Pública**. São Paulo: FBSP, 2024. 404 p.

GOH, Lim Thye; LAW, Siong Hook. The crime rate of five Latin American countries: Does income inequality matter?, **International Review of Economics & Finance**, v. 86, p. 745-763,2023.

HOWLETT, Michael. A dialética da opinião pública: efeitos recíprocos da política pública e a opinião pública em sociedades democráticas contemporâneas. **Opinião Pública**, v. 6, n. 2, p. 167-186, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeção da população 2018: número de habitantes do país deve parar de crescer em 2047. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/rele ases/21837-projecao-da-populacao-2018-numero-de-habitantes-do-pais-deve-parar-de-crescer-em-2047. Acesso em: 10 out. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Reincidência criminal no Brasil: **Relatório de pesquisa**. Rio de Janeiro: Ipea, 2015. 162 p.

INSTITUTO SOU DA PAZ. Onde mora a impunidade? Porque o Brasil precisa de um indicador nacional de esclarecimento de homicídios. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: Instituto Sou da Paz, 2022. 33p.

JEFFERY, Ray. Crime prevention through environmental design. **Criminology**, v. 2. N. 10, 191-192, 1972.

KELLING, George; WILSON, James. Broken Windows: the police and neighborhood safety. **The Atlantic**, Boston, v. 249, mar. 1982.

LEVITT, Steven. The effect of prison population size on crime rates: evidence from prison overcrowding litigation. **The Quarterly Journal of Economics**. vol. 111, n. 2, maio 1996, p.319-351

NEVES, Alex Jorge das, LUDWIG, Fernando José. **A expansão das organizações criminosas nas fronteiras da América do Sul e as iniciativas do estado brasileiro**. Coleção Meira Mattos: Revista Das Ciências Militares 16.55 (2021): 1-24.

NEWMAN, Oscar. Defensible space: Crime prevention through urban design. New York: Coolier Books, 1976.

NUNES, Walter. Sistema Penitenciário Federal: o regime prisional de líderes de organizações criminosas. **Revista Brasileira De Execução Penal**, v. 1, n. 2, p. 101–134, 2020.

RAMOS, Lauro; VIEIRA, Maria Lucia. Desigualdade de rendimentos no Brasil nas décadas de 80 e 90: evolução e principais determinantes. Texto para Discussão, Rio de Janeiro, n. 803, jan. 2001.

RAPHAEL, Steven; WINTER-EBMER, Rudolf. Identifying the Effect of Unemployment on Crime. **Journal of Law and Economics**, v. 44, p. 259-283, 2001.

RESENDE, João Paulo; ANDRADE, Mônica. Crime social, castigo social: desigualdade de renda e taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 41, n. 1, p. 173–195, jan. 2011.

SCHARGRODSKY, Ernesto; FREIRA, Lucia. Inequality and Crime in Latin America and the Caribbean: New Data for an Old Question. Economía LACEA Journal, v. 22, n. 1, p. 175–202, 2023.

SECRETARIA NACIONAL DE POLÍTICAS PENAIS (SENAPPEN). Relatório do Mapa de Orcrim 2024. Brasília : MJSP, 2024.

SKOGAN, Wesley. Disorder and Decline: The State of Research. **Journal of Research in Crime and Delinquency**, v. 52, n. 4, p. 464-485, 2015.

TULCHIN, Joseph; RUTHENBURG, Meg. (Ed.). **Toward a society under law**: Citizens and their police in Latin America. Washington DC: Woodrow Wilson Center Press, 2006.

UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME (UNODC). **Global Study on Homicide** 2023. New York, 2023.

VENTORIM, F. C., & NETTO, V. M. Criminalidade e espaço urbano: as redes de relação entre crime, vítimas e localização no Rio de Janeiro. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 2023, 15, e20220141. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20 220141.

VISACRO, Alessandro. **Guerra Irregular**: terrorismo, guerrilha e movimentos de resistência ao longo da história. São Paulo: Contexto, 2009.

WU, Dongxu; WU, Zhongmin. Crime, inequality and unemployment in England and Wales, **Applied Economics**, v. 44, n. 29, p. 3765-3775, 2012.

PARTE III

DIMENSÃO GEOPOLÍTICA

16

SEGURANÇA E DEFESA NACIONAL[111]

Jéssica Germano de Lima Silva[112]
e Antonio dos Santos Moreira[113]

1. Introdução

A mensuração e identificação das ameaças e das capacidades estatais de defesa necessárias para enfrentar as incertezas e ameaças futuras é um processo de elevada complexidade. Essas capacidades são, por natureza, distintas daquelas exigidas para a solução de outros problemas complexos. Essa diferença ocorre por dois fatores principais: i) em primeiro lugar, a previsibilidade acerca de quais produtos e sistemas serão essenciais para a defesa de um Estado é extremamente limitada, uma vez que é necessário considerar diversas hipóteses de potenciais ameaças e seus sistemas inovadores; e ii) em segundo lugar, a avaliação da eficácia dessas capacidades é marcada por elevado grau de imprecisão, devido, sobretudo, à dificuldade de simular de forma acurada a interação entre os oponentes e o uso de suas possíveis inovações tecnológicas.

Nesse sentido, as chamadas "sementes de defesa" exigem uma maior diversidade de fontes, especialmente pelo caráter dual das tecnologias e da natureza híbrida dos conflitos contemporâneos. Como exemplo, ferramentas ou tecnologias inicialmente concebidas como inofensivas, podem ser rapidamente convertidas em instrumentos de combate com capacidade de ameaça à soberania nacional. Portanto, para lidar com esse tipo de situação, torna-se necessária uma abordagem mais ampla e diversificada na coleta e desenvolvimento dessas sementes.

A conjuntura internacional contemporânea caracteriza-se por um elevado grau de instabilidade geopolítica e consequente imprevisibilidade das ações e intenções de atores estatais e privados. Outro aspecto de destaque é a crescente interdependência complexa entre diferentes dimensões temáticas e realidades. Conforme mencionado na questão orientadora, o desenvolvimento pleno é o objetivo central do Estado nacional brasileiro. Nesse sentido, é fundamental ressaltar o papel estratégico da ciência, tecnologia e inovação (C&TI) para o desenvolvimento nacional, bem como as possíveis contribuições da Base Industrial de Defesa (BID) para o conjunto do parque industrial brasileiro, tendo em vista a alta densidade tecnológica dos produtos de defesa. Essas iniciativas devem ser sustentadas pelos pilares da tríplice hélice: governo, academia e indústria.

Portanto, considera-se a necessidade da migração de um modelo simplista para um mais complexo, que envolva mudanças nos paradigmas conceituais, a fim de reduzir o *gap* tecnológico que separa o Brasil das nações mais desenvolvidas. O contexto geopolítico atual, marcado pela instabilidade, imprevisibilidade e volatilidade, exige do Estado nacional um esforço significativo para atender às demandas emergentes e, ao mesmo tempo, manter-se competitivo frente às incertezas globais.

[111] Este capítulo é resultado do levantamento realizado no período de 10 a 29 de junho de 2022, utilizando-se a SocialPort Enterprise, cujos resultados foram avaliados, consolidados, bem como justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura realizada pelos autores.

[112] Doutora e Mestre em Estudos Marítimos, pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos, da Escola de Guerra Naval (PPGEM/EGN) e Bacharel em Defesa e Gestão Estratégica Internacional, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (IRID/UFRJ). Pesquisadora de Óleo, Gás e Biocombustíveis do Centro de Estudos de Energia da Fundação Getulio Vargas (FGV Energia). Pesquisadora do Núcleo de Avaliação da Conjuntura (NAC-EGN) e Editora Adjunta e Revisora do Boletim Geocorrente. Pesquisadora Sênior do Grupo de Pesquisa de Tendências de Impacto Marítimo-Naval, do Laboratório de Simulações e Cenários (LSC-EGN) e Pesquisadora do Grupo Economia do Mar (GEM-EGN). Colaboradora do Centro de Estudos Político-Estratégicos da Marinha do Brasil (CEPE-MB). Alumni e professora colaboradora do William J. Perry Center for Hemispheric Studies (WJPC-US DoD).

[113] Mestre em Segurança Internacional e Defesa pela Escola Superior de Guerra - ESG. Analista de Geopolítica, Segurança e Defesa do Centro de Estudos Estratégicos da ESG, Rio de Janeiro (Brasil). Pesquisador do Laboratório de Simulações e Cenários da Escola de Guerra Naval.

2. Metodologia

Metodologicamente, este capítulo representa um exercício de aprofundamento das principais sementes de futuro identificadas no campo da defesa, coletadas no período de 10 a 29 de junho de 2022, utilizando-se a SocialPort Enterprise. Esse processo contou com a colaboração de peritos do país inteiro à distância. Dessa forma, são apresentadas justificativas e evidências empíricas que sustentam e fortalecem a viabilidade dessas projeções futuras no contexto da defesa nacional. Para tanto, são utilizadas referências bibliográficas, documentais e notícias, que, alinhadas com justificativas plausíveis, fundamentam a viabilidade da materialização da semente em um cenário futuro. O eixo temático do capítulo está diretamente relacionado às questões da indústria de defesa, ciência & tecnologia, e ao cenário prospectivo dos conflitos armados, abordando, assim, as implicações para a segurança e a soberania do país.

O capítulo está estruturado em 15 (quinze) seções, além desta introdução, cada uma dedicada a discutir as 9 (nove) megatendências e 6 (seis) incertezas, identificadas na área de defesa com relevância para o Brasil. Após a apresentação desses itens, o texto explora também as principais incertezas associadas ao setor, que podem influenciar o desenvolvimento das capacidades de defesa no futuro.

É relevante considerar que diversas justificativas associadas às megatendências identificadas na área de defesa estão interligadas, demonstrando uma interdependência significativa entre os fatores prospectivos. A relação complexa entre essas tendências sugere que eventos ou ações em uma área, como avanços tecnológicos ou mudanças no cenário geopolítico, podem desencadear impactos em outras áreas, como segurança nacional, indústria de defesa, ou questões ambientais. Essa interconexão ressalta a importância de abordagens estratégicas que contemplem a integração entre diferentes megatendências para uma resposta mais eficaz e coordenada aos desafios emergentes.

3. Tendências

As principais tendências identificadas no presente estudo, para a área de defesa incluem temas cruciais para o cenário futuro do Brasil e do mundo, onde cada uma reflete desafios emergentes e potenciais cenários que o país deverá enfrentar, a saber:

1. Competição por recursos naturais.

2. Incremento dos investimentos globais em defesa.

3. Ampliação do *gap* tecnológico entre o Brasil e seus pares internacionais.

4. Ampliação de ataques cibernéticos em escala global.

5. Expansão dos conflitos híbridos.

6. Eclosão de guerras proxy.

7. Recrudescimento das ações terroristas e insurgentes.

8. Militarização do domínio espacial.

9. Emprego das Forças Armadas em missões de alívio aos desastres naturais.

3.1. Competição por recursos naturais

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o planeta já enfrenta uma série de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, inundações e secas severas, cuja frequência e intensidade tendem a aumentar ao longo do tempo, conforme projeções científicas. Esses eventos climáticos, além de resultarem diretamente das mudanças no clima, podem ser exacerbados por fatores não climáticos, como a urbanização desordenada, a degradação ambiental e a má gestão de recursos naturais, o que agrava ainda mais a vulnerabilidade tanto dos ecossistemas quanto das populações humanas, atualmente e no futuro.

Esses impactos, em um cenário de recursos naturais finitos, são agravados por pressões demográficas crescentes e pelo aumento do consumo de produtos e energia, impulsionado pelo crescimento da população global. A gestão inadequada desses recursos não apenas ameaça a biodiversidade e a integridade de importantes biomas, mas também aponta para a crescente escassez de recursos essenciais, o que pode gerar competição entre grupos humanos e atores não estatais, e em um nível mais amplo, entre Estados. A disputa por água, terras férteis e recursos energéticos pode se intensificar, configurando um panorama de insegurança ambiental e geopolítica no futuro próximo (IPCC, 2022).

É relevante destacar as desigualdades estruturais que marcam a capacidade dos Estados para enfrentarem os desafios impostos pelas mudanças climáticas. Perspectivas recentes sublinham a assimetria "injusta" nas condições de adaptação entre os países, particularmente entre os países do Sul Global e aqueles do Norte Global. Enquanto as nações mais desenvolvidas historicamente contribuíram de forma significativa para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), os países em desenvolvimento, que tiveram menor participação no agravamento do cenário climático, são os que, de forma desproporcional, enfrentarão os impactos mais severos. Esses países, muitas vezes com menos recursos financeiros, tecnológicos e institucionais, encontram dificuldades para implementar estratégias eficazes de mitigação e adaptação, tornando suas populações mais vulneráveis aos eventos extremos causados pelas mudanças climáticas (Prizzon *et al.*, 2024).

Além disso, a desigualdade em termos de maturidade tecnológica entre os Estados intensifica essa disparidade. Países com maior acesso a inovações tecnológicas e a recursos naturais – mesmo que para além de seus territórios nacionais – possuem condições de vantagem para desenvolver iniciativas que aumentem a resiliência de suas infraestruturas e ecossistemas. Em contrapartida, as nações com menos acesso a essas ferramentas enfrentam barreiras significativas para a adaptação climática, o que pode perpetuar um ciclo de vulnerabilidade, aumentando a distância entre as capacidades de resposta dos países do Sul e do Norte Global.

A expansão do poder dos Estados e de grupos econômicos está intrinsecamente vinculada à posse e exploração de recursos naturais e minerais. A crescente competição por esses recursos, especialmente água, petróleo e minerais raros, pode motivar disputas conflitantes e levar a imbróglios jurídicos por territórios terrestres e marítimos, guerras, queda de governos, e instabilidade política e econômica. Um exemplo recente dessa tendência foi a mudança de governo no Níger em 2023, que proibiu a extração de urânio pela França, causando grande instabilidade interna no país africano e impactos para a contraparte europeia (Deutsche Welle, 2023).

A relação histórica entre as partes tem suas origens em 1898, período em que o país africano, ora soberano, ainda integrava o império colonial francês. Atualmente, a França, cuja matriz energética depende em cerca de 70% da energia nuclear, com 56 reatores em operação, consumindo anualmente 8.200 toneladas de urânio, e que planeja a construção de mais 14 usinas como parte de sua estratégia de sustentabilidade energética, mantém uma significativa dependência de sua ex-colônia para assegurar sua segurança energética (World Nuclear Association, 2024; Le Monde, 2024).

Esse contexto exemplifica como a geopolítica e a soberania de uma nação podem ser diretamente influenciadas pela disputa por recursos estratégicos, que são fatores centrais para a segurança nacional. Esse incidente de caráter geopolítico entre Níger e França demonstra que o controle de recursos estratégicos tem o potencial de alterar profundamente as dinâmicas internacionais, impactando a estabilidade política e econômica tanto de países emergentes quanto de grandes potências globais (BBC, 2024).

Além disso, a crescente demanda por minerais raros, fundamentais para tecnologias avançadas e energias renováveis, está intensificando a rivalidade entre as nações. O petróleo, embora seja uma fonte de energia fóssil não renovável, continua desempenhando um papel crucial na matriz energética global, mesmo diante das crescentes demandas da comunidade internacional por fontes mais limpas e sustentáveis. Nesse contexto, em maio de 2024, surgiram notícias respaldadas por fontes estatais oficiais de que a Rússia realizou descobertas significativas de petróleo na região do Mar de Weddell, no Oceano Antártico. Após conduzir pesquisas científicas na área, a reserva encontrada foi estimada em cerca de 511,0 bilhões de barris (Telegraph, 2024).

Esse achado situa-se em uma área politicamente sensível, pois o território é considerado pelo Reino Unido como parte de sua jurisdição, enquanto a Argentina e o Chile também reivindicam partes dessa região, tornando o cenário internacional ainda mais complexo. A possibilidade do controle dessas vastas reservas de hidrocarbonetos tem o potencial de intensificar disputas territoriais e aumentar as tensões geopolíticas, sobretudo em uma região onde os interesses ambientais e econômicos se chocam de forma evidente.

Ao se observar o desenvolvimento do setor de hidrocarbonetos, o caso da Guiana se destaca de maneira significativa. Esse pequeno país sul-americano, localizado na fronteira com o Brasil, experimentou uma transformação em sua economia a partir de recentes descobertas de petróleo, iniciando a exploração comercial em 2019. Com reservas estimadas em aproximadamente 11,2 bilhões de barris de petróleo equivalente (boe), a Guiana apresenta potencial para emergir como um dos principais atores no fornecimento global de petróleo bruto (The World Bank, 2023; U.S. Energy Information Administration, 2024). O crescimento do setor petrolífero guianense possui importantes implicações econômicas e geopolíticas para a região.

É importante ressaltar que ambos os casos mencionados, envolvendo as recentes descobertas de petróleo, situam-se na área conhecida como o "entorno estratégico brasileiro". Essa região é definida pela Política Nacional de Defesa como de interesse prioritário para o Brasil, compreendendo a "América do Sul, o Atlântico Sul, os países da costa ocidental africana e a Antártica" (Brasil, 2020, p.11). A inclusão dessas áreas no planejamento estratégico nacional reflete a importância geopolítica e econômica que esses territórios representam para a segurança e o desenvolvimento do Brasil, sobretudo no contexto de controle de recursos naturais e proteção de suas fronteiras marítimas.

Esse cenário ganha relevância ao se considerar a potencial competição por recursos naturais nas áreas do entorno estratégico brasileiro, que podem ter impactos significativos para o Brasil. A presença de hidrocarbonetos e outros minerais nessas regiões pode desencadear disputas geopolíticas, e o Brasil, como um ator regional relevante, precisa estar preparado para lidar com esses desdobramentos.

A dependência de cadeias de suprimentos globais e a necessidade de garantir o acesso a esses recursos estão levando países a adotar políticas mais agressivas e a fortalecer suas capacidades militares para proteger seus interesses. A militarização de rotas marítimas estratégicas, como o Mar do Sul da China, onde várias nações disputam territórios ricos em recursos, é um exemplo claro de como a competição por recursos pode escalar para confrontos militares. Nesse contexto, a vigilância e a proteção de infraestruturas críticas, como oleodutos e minas voltadas à exploração mineral, tornam-se prioridades de defesa nacional. Portanto, a gestão de recursos naturais e minerais não é apenas uma questão econômica, mas também um imperativo estratégico para a segurança e a defesa, com impacto considerável na estabilidade global.

3.2. Incremento dos investimentos globais em Defesa

As instabilidades política, social e econômica resultantes da reconfiguração da geopolítica mundial têm gerado ameaças de conflitos e guerras. Em resposta, governos de diversos países estão aumentando seus investimentos em armamentos e equipamentos militares, bem como em suas indústrias de defesa (Sipri, 2024). Esse movimento tem vantagens, como o investimento estatal na Base Industrial de Defesa, que catalisa o avanço em ciência, tecnologia e inovação, promovendo o desenvolvimento tecnológico e econômico nacional.

Entretanto, apenas um restrito grupo de países possui setores de defesa que atuam na vanguarda tecnológica global, com capacidade de construção de bens, equipamentos e armamentos de defesa, conferindo-lhes uma posição de liderança nas principais tecnologias de guerra. Essa disparidade tecnológica pode criar um desequilíbrio de poder, onde nações com capacidades avançadas de defesa dominam as dinâmicas de segurança global, enquanto outras permanecem dependentes ou vulneráveis, sem o acesso direto às tecnologias de ponta.

Além disso, o aumento dos investimentos em defesa, produção de armamentos e comercialização podem ter consequências adversas. Em contextos sensíveis, como zonas de conflito ou áreas com governos instáveis, há o risco de que esses armamentos sejam extraviados ou acessados por grupos extremistas, criminosos ou separatistas. Isso pode intensificar o nível de insegurança e levar a uma escalada de violência, dificultando a manutenção da paz e da ordem, e gerando conflitos internos nos Estados nacionais.

Especialistas indicam que 2023 representou um ponto de inflexão no aumento dos gastos militares globais, com os Estados Unidos liderando o *ranking* de investimentos, destinando US$ 916,0 bilhões ao setor de defesa, o que correspondeu a mais de 40% do total global de US$ 2,4 trilhões (Dyvik, 2024).

Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), os gastos militares dos Estados Unidos da América (EUA) representaram 3,5% naquele ano, um montante considerável, porém inferior ao de países como Arábia Saudita e Israel em termos proporcionais. A China ocupou a segunda posição no *ranking* de despesas militares, com investimentos de US$296,0 bilhões, seguida por Rússia (US$109,0 bilhões) e Índia (US$83,6 bilhões). Essa escalada nos gastos pode ser atribuída a fatores como conflitos e tensões geopolíticas em diversas partes do mundo, o que levou a um aumento generalizado nas despesas de defesa entre as grandes potências globais (Dyvik, 2024).

Adicionalmente, a militarização de novas tecnologias, como inteligência artificial (IA), drones e sistemas cibernéticos, está redefinindo o campo de batalha moderno. Países que investem nessas áreas ganham vantagens competitivas e estratégicas significativas, mas também enfrentam desafios éticos e operacionais. A guerra cibernética, por exemplo, pode desestabilizar infraestruturas críticas, que não sejam alvos militares, podendo afetar populações civis em larga escala, enquanto o uso de drones e IA levanta questões sobre a autonomia e a responsabilidade em cenários de conflito.

Portanto, enquanto o aumento dos investimentos em defesa pode fortalecer a segurança nacional e promover o desenvolvimento tecnológico, é crucial que os governos implementem políticas robustas para comercialização desses armamentos, evitando que sejam implementadas medidas de cerceamento tecnológico sob o manto de controle comercial de produtos de defesa. Além disso, organizações internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU), suas Agendas e agências temáticas tendem a possuir um papel cada vez mais crucial nesse contexto, para frear a possível corrida armamentista global, ao exemplo da Conferência sobre Desarmamento, que visa "analisar medidas para acabar com testes nucleares, a proibição de armas de destruição em massa, armas químicas e até a limitação e redução de armas convencionais" (ONU, 2023). Desse modo a escolha de parceiros comerciais confiáveis, implementação de parcerias estratégicas sólidas evitarão esses riscos e atenderão os interesses nacionais, contribuindo para a segurança e desenvolvimento do Estado brasileiro.

3.3. Agravamento do *gap* tecnológico entre o Brasil e seus pares internacionais

A diferença no nível de maturidade tecnológica (*gap* tecnológico) entre as potências centrais e o Brasil dificulta o crescimento da economia brasileira e o desenvolvimento nacional. Para superar esse desafio, especialistas apontam que seria ideal o Brasil focar no modelo da tríplice hélice para o desenvolvimento de sua BID, que envolve a colaboração entre governo, academia e indústria, proporcionando condições estruturantes aos setores produtivos do país e estimulando a pesquisa e a inovação (Magnani, 2020). Na área da defesa, esse *gap* é particularmente perigoso para a segurança nacional, pois compromete a capacidade das Forças Armadas de dissuadir potenciais adversários. A vulnerabilidade tecnológica pode deixar o país exposto a ameaças e limitar sua capacidade de resposta em cenários de conflito, pela dificuldade de reposição de equipamentos e armamentos, comprometendo o fluxo logístico e o estado de prontidão desejado. A dependência tecnológica de outros Estados nacionais no tocante a produtos de defesa expõe o Brasil e vulnerabiliza as medidas de defesa do componente militar do poder nacional brasileiro.

Ademais, é importante ressaltar que, ao longo dos anos, o Brasil tem enfrentado recorrentes dificuldades orçamentárias, frequentemente resultando em cortes ou reduções nos recursos destinados à defesa. Esses entraves afetam diretamente o desenvolvimento pleno da BID, com impactos particularmente significativos nos projetos de longo prazo, cuja natureza demanda estabilidade financeira e previsibilidade de investimentos (Costa, 2024). Esses cortes apontam para possíveis descumprimentos dos cronogramas dos projetos estratégicos em andamento e para uma redução significativa nos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e na obtenção de equipamentos de defesa.

Nesse contexto, é crucial aumentar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, especialmente em áreas de alta tecnologia que têm aplicação dual (civil e militar). Parcerias com universidades e centros de pesquisa podem acelerar a inovação e o desenvolvimento de tecnologia. A cooperação internacional e o intercâmbio de conhecimentos e experiências com aliados também podem ser úteis para fortalecer a capacidade de defesa do Brasil. Além disso, é relevante focar na modernização das Forças Armadas por meio da obtenção de tecnologias emergentes, como inteligência artificial, sistemas autônomos, ciberdefesa e tecnologias espaciais. Essas áreas são essenciais para manter uma capacidade de defesa robusta no cenário contemporâneo.

Observa-se que é crucial reconhecer que as potências globais já possuem uma vantagem significativa sobre o Brasil em termos de tecnologia e defesa. No entanto, é de suma importância que o Brasil se esforce para minimizar essa lacuna, especialmente através de investimentos estratégicos, cooperação e inovação contínua (Carta Capital, 2024). Contudo, compreende-se que esse tipo de atividade envolve um alto montante de recursos financeiros de forma continuada, o que se mostra difícil para o Brasil, e que esse esforço terá que lidar também com as ações de cerceamento tecnológico impostas pelas potências centrais no intuito de preservar suas condições de liderança.

3.4. Ampliação de ataques cibernéticos

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos têm progredido rapidamente, integrando cada vez mais elementos e equipamentos digitais ao cotidiano dos governos, empresas e da população. Esse processo acelerado de digitalização tem sido acompanhado por um crescimento significativo dos ataques cibernéticos em diversos contextos (Statista, 2024).

Os ataques cibernéticos são frequentemente utilizados tanto em tempos de paz quanto como fase preliminar nos conflitos armados, caracterizando essa última forma como guerra híbrida. Nos contextos beligerantes, os alvos prioritários desses ataques são os sistemas de infraestruturas críticas dos Estados nacionais e

empresas estratégicas privadas, como redes elétricas, sistemas de comunicação, transporte, e instalações de energia. Os ataques cibernéticos desempenham um papel crucial, pois podem desestabilizar uma nação antes de qualquer confronto militar convencional, enfraquecendo as defesas e causando caos e desorganização. Esses ataques podem ser direcionados para roubo de informações, sabotagem de infraestruturas e desinformação (United States Coast Guard, 2024).

Com a crescente digitalização das atividades econômicas e governamentais, aumenta a superfície de ataque para cibercriminosos e agentes estatais mal-intencionados. Isso inclui a adoção de tecnologias emergentes como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e 5G, que, embora ofereçam benefícios significativos, também apresentam novas vulnerabilidades. A ampliação dos ataques cibernéticos, impulsionada pela digitalização crescente, representa uma ameaça significativa à segurança nacional e à estabilidade econômica (Reuters, 2024).

Enfrentar essa ameaça requer um esforço coordenado e multifacetado, envolvendo governo, setor privado e sociedade civil. Investir em cibersegurança, fortalecer parcerias e adotar uma abordagem proativa são passos essenciais para reduzir a vulnerabilidade do país e proteger suas infraestruturas críticas contra futuras ameaças cibernéticas.

3.5. Incremento dos conflitos híbridos globais

Os conflitos globais atuais, como a guerra entre Ucrânia e Rússia, as tensões no Mar do Sul da China e os embates de Israel contra o Hamas, Hezbollah e Irã, têm mostrado os elevados custos humanos, econômicos e militares envolvidos. Além disso, esses conflitos têm o potencial de impactar terceiros, mesmo que não estejam diretamente envolvidos nas batalhas, ao exemplo dos ataques dos Houthis a embarcações comerciais no Mar Vermelho que têm obstruído as cadeias globais de suprimentos (UNCTAD, 2024). Uma característica comum a muitos desses conflitos é sua natureza híbrida, onde agentes não estatais, como grupos insurgentes ou paramilitares, se envolvem em combate contra as Forças Armadas convencionais dos Estados, o que agrava ainda mais a complexidade e o impacto dessas disputas, especialmente para populações civis (Aljazeera, 2023; The Washington Post, 2024).

Em conflitos híbridos, os grupos insurgentes participam ativamente, complementando ou substituindo Forças Armadas regulares. Esses agentes empregam táticas irregulares que dificultam a resposta militar tradicional, mas muitos Estados têm se utilizado dessas mesmas técnicas para o combate aos atores não-estatais, ampliando sua eficácia. Assim, Estados e grupos não-estatais combinam ciberataques, campanhas de desinformação e técnicas de guerra irregular. O objetivo é desestimular a vontade de lutar dos oponentes e reduzir custos, seguindo o princípio de economia de meios na guerra.

A tendência de ampliação dos conflitos híbridos combina ações convencionais e não convencionais, criando desafios complexos para a defesa nacional. Portanto, as Forças Armadas precisam se adaptar às novas formas de conflito, desenvolvendo capacidades para enfrentar tanto ameaças convencionais quanto não convencionais (War on the Rocks, 2024; Foreign Policy Research Institute, 2024). Assim, pontua-se que enfrentar essas ameaças requer uma abordagem integrada que inclua a adaptação das estratégias militares, formação de recursos humanos, investimentos em novas tecnologias de defesa, e uma cooperação robusta interestatal, além de envolver os setores público e privado. Compreende-se que somente por meio de uma resposta coordenada e multifacetada será possível mitigar os riscos e assegurar a segurança e estabilidade nacional em um cenário global cada vez mais volátil.

3.6. Eclosão de guerras *proxy*

A interdependência global, com seu viés econômico e caráter complexo, está diretamente associada às disputas geopolíticas, moldando a conjuntura internacional e direcionando-o para a expansão dessas disputas. Nesse contexto, existe uma tendência de ampliação das "guerras *proxy*", especialmente no Oriente Médio e na Ásia, impulsionadas pelos centros de poder hegemônicos em disputa, ou mesmo quando desafiados por potências emergentes (Asia Times, 2024; World Politics Review, 2024).

As guerras *proxy* são conflitos onde potências externas apoiam diferentes lados, utilizando Estados ou grupos locais como representantes. Isso permite que as potências evitem um confronto direto enquanto influenciam resultados estratégicos. Essas guerras não apenas causam destruição local, mas também têm amplas implicações geopolíticas.

Estados localizados em regiões tradicionalmente mais estáveis, como a América do Sul, podem ser afetados por essas disputas. A ampliação de áreas de influência por parte de potências extracontinentais pode levar à eclosão de guerras *proxy* nessas regiões. Um exemplo disso é o litígio entre Guiana e Venezuela pela soberania da região de Essequibo, que pode atrair interesses e intervenções de potências externas (AP News, 2024).
A eclosão dessa modalidade de guerra mostra-se como uma tendência preocupante que reflete a complexa interdependência global e as disputas geopolíticas em curso. As regiões tradicionalmente estáveis, como a América do Sul, não estão imunes a esses conflitos, que podem ser incentivados por potências extracontinentais visando a ampliação de suas áreas de influência.

3.7. Recrudescimento das ações terroristas e insurgentes

Com o incremento da multipolaridade na conjuntura internacional, as disputas políticas e econômicas tendem a ser intensificadas. A oposição assimétrica entre potências centrais, muitas vezes manifestada em guerras *proxy*, podem forçar os Estados de menor poder a adotar estratégias que possam infligir danos significativos a oponentes mais poderosos com o mínimo de risco. Nesse contexto, grupos insurgentes e terroristas estão cada vez mais se apropriando de tecnologias de defesa avançadas e adaptando tecnologias comuns para maximizar os danos impostos aos oponentes. Também nesse contexto, os Estados precisarão investir significativamente em tecnologias de defesa avançadas e sistemas de inteligência para detectar e neutralizar ameaças de forma eficaz. Isso inclui cibersegurança, vigilância de alta tecnologia e forças de resposta rápida.

Grupos como o Estado Islâmico (ISIS), Hamas e Al-Qaeda já mostraram a capacidade de utilizar tecnologias modernas para realizar ataques coordenados e divulgar propaganda, de forma customizada e personalizada, para atingir públicos específicos e expandirem suas redes de influência. O uso de drones para ataques aéreos improvisados e a manipulação de redes sociais para recrutamento e propaganda, inclusive com a utilização de inteligência artificial, são exemplos claros dessa tendência. O uso de tecnologias de falsificação avançadas, como *deep fakes*, em conjunto com redes complexas de distribuição, pode servir como ferramenta estratégica para a disseminação de desinformação, com o objetivo de desestabilizar governos e Forças Armadas adversárias. Essas ferramentas são especialmente eficazes na criação de narrativas falsas, promovendo insegurança e minando a confiança pública nas instituições, elementos essenciais em conflitos híbridos e operações de guerra psicológica (Futurism, 2024; Siegel, 2024).

O recrudescimento das ações terroristas e insurgentes em um mundo multipolar representa um desafio significativo para a segurança global, especialmente pela capacidade de capilarização e replicação desses grupos para regiões não tradicionais (International Institute for Couter-Terrorism, 2023). A combinação de disputas geopolíticas, acesso a tecnologias avançadas e apoio externo fortalece esses grupos, aumentando sua capacidade de causar danos. Enfrentar essa ameaça exige uma abordagem multifacetada que inclua cooperação internacional, investimento em defesa e inteligência, e a construção de resiliência societal. Somente com estratégias coordenadas e abrangentes será possível mitigar os riscos e garantir a segurança e estabilidade global.

3.8. Militarização do espaço

A dependência de satélites para comunicação, navegação, espionagem e vigilância torna a segurança espacial uma prioridade estratégica. Países buscam desenvolver capacidades autônomas para garantir a resiliência de suas infraestruturas críticas e evitar vulnerabilidades que poderiam ser exploradas por adversários. A criação de segmentos dedicados dentro das Forças Armadas, como a Força Espacial dos Estados Unidos (*U.S. Space Force*), exemplifica essa tendência.

Além dos EUA, Rússia e China desenvolvem e testam armas antissatélite, capazes de destruir ou desativar satélites inimigos. Esses testes aumentam a tensão e o risco de conflitos no espaço. O lançamento de satélites militares e drones espaciais para operações de reconhecimento, vigilância e comunicação demonstra o crescente papel do espaço nas operações militares (American University, 2024).

Com tais ações e iniciativas, a tendência de militarização do espaço está se intensificando, com implicações significativas para a defesa e a segurança global. A corrida espacial militar é impulsionada pela necessidade de autonomia satelital e pela competição entre potências globais (Ploughshares, 2024).

O Brasil, país com relevância internacional observa tal tendência, especialmente em uma conjuntura de constantes transformações, de modo que formulou o Planejamento Estratégico para o período de 2023 a 2026

da Agência Espacial Brasileira (AEB), com o objetivo de "criar uma estrutura robusta que alinhe seus objetivos institucionais às diretrizes das políticas públicas do setor espacial". Para que o Brasil possa garantir avanços no setor espacial e se consolidar como um ator relevante, é fundamental assegurar que a tecnologia, os processos de trabalho, o acesso à inovação, a infraestrutura e, sobretudo, os recursos humanos desempenhem um papel estratégico e integrador. Esses elementos são essenciais para fortalecer a capacidade do país de coordenar de forma eficiente o Programa Espacial Brasileiro, promovendo o desenvolvimento sustentável e competitivo na conjuntura global (Brasil, 2023).

Nesse sentido, há de se destacar que em 2024, o governo brasileiro demonstrou o interesse em criar a "Alada", uma empresa aeroespacial com o "objetivo é explorar economicamente a infraestrutura e navegação aeroespaciais e as atividades relacionadas ao desenvolvimento de projetos e equipamentos aeroespaciais" (Brasil, 2024).

3.9. Emprego das Forças Armadas ao alívio de desastres naturais

Conforme anteriormente pontuado, as mudanças climáticas estão em curso e seus impactos são sentidos em todo o mundo, resultando em um aumento significativo no número de eventos climáticos extremos, como fortes chuvas, deslizamentos, maremotos, inundações e furacões. Estes eventos causam danos devastadores às infraestruturas, aos espaços geográficos e às vidas das populações afetadas. A necessidade de construir cidades resilientes é evidente, porém, esse processo é complexo e oneroso, demandando planejamento cuidadoso, tempo, conhecimento técnico e, principalmente, disponibilidade de recursos financeiros dos governos. Portanto, é provável que transcorra um tempo considerável até que as cidades brasileiras estejam adequadamente preparadas para enfrentar essa nova realidade climática.

Em razão da vulnerabilidade de diversas cidades brasileiras a desastres naturais, é previsível que as Forças Armadas continuem sendo mobilizadas para essas missões. Um exemplo da importância das Forças Armadas no alívio a desastres naturais ocorreu em maio de 2024, no estado brasileiro do Rio Grande do Sul. Durante um evento climático extremo, as Forças Armadas foram mobilizadas para apoiar no socorro às populações afetadas, realizando atendimentos médicos, resgates, construção de infraestruturas provisórias, recolhimento e distribuição de doações, entre outras atividades essenciais (Agência Brasil, 2024; Marinha do Brasil, 2024).

O emprego das Forças Armadas no alívio a desastres naturais reforça sua importância estratégica na proteção e resiliência nacional. Além de garantir a segurança das populações afetadas, essas operações também fortalecem a imagem das Forças Armadas como uma instituição confiável e essencial para a segurança nacional, entretanto, não é sua atividade fim. Assim, existe a possibilidade do emprego das Forças Armadas no alívio a desastres naturais se consolidar no enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, considerados como tendência com a previsão de aumento na frequência e intensidade dos eventos.

4. Incertezas

O estudo teve como objetivo adicional investigar as principais incertezas relacionadas ao setor de defesa que podem impactar o desenvolvimento futuro das capacidades do país, podendo afetar também a soberania nacional, e influenciar os planejamentos de médio e longo prazo. Esses elementos foram apresentados em forma de questionamentos, uma vez que a concretização desses eventos permanece incerta. Deste modo, identificou-se seis incertezas principais, sem a pretensão de esgotar o tema, dado o nível de complexidade do setor de defesa e sua intersecção com outras áreas estratégicas.

4.1. Capacidade dissuasória do Brasil

O Brasil, como uma potência regional com significativos recursos naturais e uma economia em desenvolvimento, enfrenta desafios complexos em um sistema internacional multipolar em constante reconfiguração de forças. A competição geopolítica crescente pode levar a mudanças nas rotas marítimas, na estruturação das cadeias produtivas, no comércio de produtos manufaturados e na exploração de recursos naturais estratégicos. Frente a essas possíveis potenciais ameaças, seria possível o Brasil manter sua a capacidade dissuasória para a manutenção de sua soberania, segurança e garantia de seus interesses?

4.2. Incremento das atividades de Garantia da Lei e da Ordem

A ampliação das atividades de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) no Brasil pode ter impactos significativos na prontidão das Forças Armadas (FFAA) para sua missão principal de defesa da pátria. O emprego das FFAA em operações de GLO, embora necessário em certos contextos, desvia recursos financeiros, tempo e outros insumos críticos destinados às atividades finalísticas de defesa. A ocorrência de calamidades naturais e intercorrências sociais já exige o emprego episódico das FFAA, necessitando um preparo mínimo com o desvio das atividades normais de defesa. A ampliação das atividades GLO teria o potencial de prejudicar significativamente a prontidão das Forças Armadas brasileiras para sua missão principal de defesa da pátria? O desvio de recursos financeiros, humanos e materiais, combinado com o comprometimento do treinamento específico e o impacto no planejamento estratégico, poderia afetar em larga escala a capacidade das FFAA de responder a ameaças externas?

4.3. Reduções orçamentárias e variação do fluxo de recursos financeiros

Nas últimas duas décadas, as reduções históricas no orçamento da pasta de defesa têm provocado instabilidades significativas na gestão financeira das Forças Armadas brasileiras. Essa situação afeta negativamente a previsibilidade junto aos parceiros e fornecedores, comprometendo os projetos estratégicos e a capacidade de defesa do país. No futuro, restrições financeiras governamentais podem resultar em cortes ainda mais profundos no orçamento da defesa? Essa possibilidade precisa ser considerada no planejamento estratégico das Forças Armadas em razão dos impactos nos processos de transformação em curso. Com orçamentos limitados, as Forças Armadas poderão enfrentar dificuldades em manter a prontidão operacional, atualizar equipamentos e realizar treinamentos essenciais, ou serão capazes de se adaptar à possível realidade?

4.4. Questionamento da gestão brasileira de eventos climáticos extremos

Os recentes eventos extremos, decorrentes das mudanças climáticas, ocorridos no Sul do Brasil, juntamente com as dificuldades ambientais na Amazônia, Pantanal e as catástrofes em Minas Gerais, revelam a vulnerabilidade do país ao novo contexto ambiental global. Esses eventos demonstram a necessidade de uma resposta rápida e eficaz às crises ambientais, isso inclui a atribuição de responsabilidades e a aplicação de penalidades adequadas a terceiros, especialmente quando essas crises são resultado de ações humanas. Em caso de incapacidade de pronta resposta do país, seria possível que esses fatores tornassem o país suscetível a pressões externas exercidas por outros Estados, grupos de interesse ou da opinião pública no geral, podendo gerar óbices ao desenvolvimento brasileiro?

4.5. Riscos à soberania amazônica

Desde um longo período até o momento atual (com perspectivas futuras), a Amazônia é um ponto focal de preocupação no gerenciamento territorial do Brasil, devido à complexidade da região, porosidade fronteiriça e à sua importância ambiental. Há questionamentos internacionais sobre a capacidade do Brasil de gerir efetivamente essa região, minimizando conflitos, controlando atividades ilícitas e aprimorando a conservação ambiental. Esses esforços são fundamentais para manter a imagem positiva do país na conjuntura internacional e proteger a soberania brasileira contra interferências externas, afastando a cobiça internacional sobre a região. Caso ocorram dificuldades na gestão por parte do Brasil, isso poderia comprometer a soberania do território, possibilitando possíveis intervenções externas, incluindo sanções econômicas e restrições comerciais, condicionados à gestão nacional sobre o espaço?

4.6. Autonomia tecnológica do Brasil

Considera-se que a autonomia tecnológica é uma componente chave da soberania e defesa nacionais, diretamente relacionada à capacidade do complexo industrial militar do Brasil em fornecer suporte logístico à estrutura militar de defesa do país, tanto em tempos de paz quanto em tempos de conflito. Deste modo, ques-

tiona-se: a indústria de defesa brasileira terá a capacidade e o ambiente interno favorável para se desenvolver? Isso, para que possa ampliar a capacidade de dissuasão do país, promover o desenvolvimento nacional e diminuir a lacuna tecnológica em relação aos demais países do sistema global, alcançando a autonomia.

Referências

AGÊNCIA BRASIL. **Forças Armadas fazem "esforço de guerra" com 20 mil militares no RS**. 2024. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-05/forcas-armadas-mobilizam-20-mil-militares-no-rio-grande-do-sul).

ALJAZEERA. **Israel-Gaza war in maps and charts: Live tracker**. 2023. Disponível em: https://www.aljazeera.com/news/longform/2023/10/9/israel-hamas-war-in-maps-and-charts-live-tracker

AMERICAN UNIVERSITY. **US National Security and a Rumored Russian Space Weapon**. 2024. Disponível em: https://www.american.edu/sis/news/20230306-us-national-security-and-a-rumored-russian-space-weapon.cfm

AP NEWS. **Guyana condemns Venezuela for signing into law a referendum approving annexation of disputed region**. 2024. Disponível em: https://apnews.com/article/guyana-venezuela-essequibo-dispute-maduro-law-a72e94ed5417f99d090e1062c68017d7

ASIA TIMES. **New Cold War proxy conflict brewing in Myanmar**. 2024. Disponível em: https://asiatimes.com/2024/05/new-cold-war-proxy-conflict-brewing-in-myanmar/

BBC. **Niger pulls French firm's permit for big uranium mine**. BBC, 2024. Disponível em: https://www.bbc.com/news/articles/c0kked7ydqyo. Acesso em: 3 out. 2024.

BRASIL. Agência Espacial Brasileira. **Plano Estratégico 2023-2026**. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/acesso-a-informacao/planejamento-estrategico/plano-estrategico-da-agencia-espacial-brasileira-2023-2026

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Governo propõe criação da Alada, a empresa aeroespacial brasileira**. Agência Brasil. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/assuntos/noticias/governo-propoe-criacao-da-alada-a-empresa-aeroespacial-brasileira

BRASIL. **Política Nacional de Defesa**. Ministério da Defesa. Brasília, 2020. CARTA CAPITAL. **Lula: Brasil precisa de uma indústria de defesa forte, não para fazer guerra, mas a paz**. 2024. Disponível em: https://www.cartacapital.com.br/politica/lula-brasil-precisa-de-uma-industria-de-defesa-forte-nao-para-fazer-guerra-mas-a-paz/

DEFENSE NEWS. **Australia's DefendTex in talks to buy Brazil's missile-maker Avibras**. 2024. Disponível em: https://www.defensenews.com/industry/2024/04/02/australias-defendtex-in-talks-to-buy-brazils-missile-maker-avibras/

DEUTSCHE WELLE. **Níger: Golpe ameaça interesses de Paris no mercado do urânio**. Deutsche Welle, 2023. Disponível em: https://www.dw.com/pt-002/golpe-no-n%C3%ADger-amea%C3%A7a-interesses-franceses-no-mercado-do-ur%C3%A2nio/a-66730836

DYVIK, Einar H. **Countries with the highest military spending worldwide in 2023**. Statista. 2024. Disponível em: https://www.com/statistics/262742/countries-with-the-highest-military-spending/

FOREIGN POLICY RESEARCH INSTITUTE. **Conflict in Gaza: The Law of War and Irregular Warfare in Urban Terrain**. 2024. Disponível em: https://www.fpri.org/article/2024/03/conflict-in-gaza-the-law-of-war-and-irregular-warfare-in-urban-terrain/

FUTURISM. **ISIS Affiliates Using AI to Generate Propaganda Promoting Terrorism**. 2024. Disponível em: https://futurism.com/the-byte/isis-ai-propaganda.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR COUNTER-TERRORISM. **Situation Report 2023 on the Growth of Islamic Terrorism in Africa**. 2023. Disponível em: https://ict.org.il/situation-report-2023-on-the-growth-of-islamic-terrorism-in-africa/

JANUÁRIO, Luiza Elena; SOARES, Samuel Alves; SOUZA, Tamiris (Ed.). **Em defesa da cooperação: Quatro cenários sobre cooperação em defesa no entorno estratégico do Brasil até 2048**. Editora Unesp, 2022.

LE MONDE. **Nucléaire français: la ministre Agnès Pannier-Runacher prône l'augmentation du nombre de réacteurs EPR**. Le Monde, 2024. Disponível em: https://www.lemonde.fr/planete/article/2024/01/07/nucleaire-francais-la-ministre-agnes-pannier-runacher-prone-une-augmentation-du-nombre-de-reacteurs-epr_6209424_3244.html.

MAGNANI, Randal. A ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA E O MODELO TRÍPLICE HÉLICE: contribuições para a modernização da Indústria de Defesa no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, v. 11, n. 22, 2020.

MARINHA DO BRASIL. **Maior navio da Marinha chega ao RS com toneladas de doações**. 2024. Agência Marinha de Notícias. Disponível em: https://www.agencia.marinha.mil.br/cuidando-da-nossa-gente/maior-navio-da-marinha-chega-ao-rs-com-toneladas-de-doacoes.

MENEGHIM DONADELLI, Laura; SAINT-PIERRE, Héctor Luis; VITELLI, Marina Gisela. Os documentos de defesa do Brasil: aproximações sucessivas à Doutrina de Segurança Nacional. **Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad**, v. 16, n. 2, p. 141-156, 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ONU abre nova Conferência sobre Desarmamento citando progressos**. ONU. 2023. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2023/02/1810532.

PLOUGHSHARES. **We can't ignore the militarization of space**. 2024. Disponível em: https://www.ploughshares.ca/publications/we-cant-ignore-the-militarization-of-space.

PRIZZON, A., WIGGINS, S., Abdenur, A. E., DAGGASH, H. A., DUBASH, N. K., KIMANI, J., & LOPES, C. Climate and development: What opportunities, what threats? **Development Policy Review**, 00, e12810 https://doi.org/10.1111/dpr.12810.

REUTERS. **London hospital services impacted by ransomware incidente**. 2024. Disponível em: https://www.reuters.com/technology/cybersecurity/london-hospital-cyber-attack-causing-significant-impact-services-2024-06-04/.

SIEGEL, Daniel. **In InsightsAI Jihad: Deciphering Hamas, Al-Qaeda and Islamic State's Generative AI Digital Arsenal**. The Global Network on Extremism and Technology. 2024. Disponível em: https://gnet-research.org/2024/02/19/ai-jihad-deciphering-hamas-al-qaeda-and-islamic-states-generative-ai-digital-arsenal/.

SIPRI. **Global military spending surges amid war, rising tensions and insecurity**. 2024.(https://www.sipri.org/media/press-release/2024/global-military-spending-surges-amid-war-rising-tensions-and-insecurity).

STATISTA. **Cybercrime Expected To Skyrocket in Coming Years**. 2024. https://www.statista.com/chart/28878/expected-cost-of-cybercrime-until-2027/

STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE. **The new "space race": intensifying competition to control resources on land, of the ocean and in outer space**. 2024. Disponível em: https://www.sei.org/perspectives/the-new-space-race/.

TELEGRAPH. **Russia finds vast oil and gas reserves in British Antarctic territory**. 2024. Disponível em: https://www.telegraph.co.uk/business/2024/05/11/russia-uncovers-oil-and-gas-reserves-british-antarctic/.

THE WASHINGTON POST. **Israeli military deaths in Lebanon raise questions over war's scope**. 2024. Disponível em: https://www.washingtonpost.com/world/2024/10/02/israel-lebanon-invasion-hezbollah-war/

THE WORLD BANK. **The World Bank In Guyana**. 2023. Disponível em: https://www.worldbank.org/en/country/guyana/overview.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). **Guyana becomes key contributor to global crude oil supply growth**. 2024. Disponível em: https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=62103.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **NAVIGATING TROUBLED WATERS**: impact to global trade of disruption of shipping routes in the Red Sea, Black Sea And Panama Canal. Genebra: UNCTAD, 2024.

UNITED STATES COAST GUARD. **Cyber threats to watch out for in the Marine Transportation System**. 2024. Disponível em: https://www.mycg.uscg.mil/News/Article/3744151/cyber-threats-to-watch-out-for-in-the-marine-transportation-system/.

UOL. **Trilhões para se armar: gastos com defesa explodem em países da Europa**. 2024. (https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/deutschewelle/2024/05/24/trilhoes-para-se-armar-gastos-com-defesa-explodem-em-paises-da-europa.htm).

WAR ON THE ROCKS. **Great Power Competition Will Drive Irregular Conflicts**. 2024. Disponível em: https://warontherocks.com/2024/04/great-power-competition-will-drive-irregular-conflicts/.

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. **Nuclear Power in France**. 2024. Disponível em: https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.

WORLD POLITICS REVIEW. **Iran and Saudi Arabia Battle for Supremacy in the Middle East**. 2024. Disponível em: https://www.worldpoliticsreview.com/israel-iran-saudi-arabia-battle-for-supremacy-in-the-middle-east/.

Capítulo 17

17 ESPAÇO EXTERIOR[114]

Carlos Eduardo Valle Rosa [115]
Bruno Martini [116]

1. Introdução

Os estudos de futuro se justificam à medida que crescem as incertezas em diversas áreas do conhecimento, pois aumenta também a necessidade de análise e reflexão sobre as perspectivas futuras da realidade em que vivemos e que planejamos enfrentar. No caso específico da exploração espacial, onde há uma forte dependência de tecnologias, e de outros fatores como a economia e a segurança, múltiplos elementos e variáveis com potencial disruptivo têm sido um argumento forte para os estudos de futuro. Embora não sejam capazes de eliminar incertezas nem determinar de maneira definitiva a trajetória futura da realidade estudada, as metodologias de estudos de futuro ajudam a delimitar os possíveis caminhos de evolução dessa realidade (Buarque, 2003).

O Espaço Exterior é objeto essencial nos estudos de futuro, inclusive pelo fato de já estar no rol dos riscos globais. De acordo com o *World Economic Forum* (WEF), "os seres humanos têm se inspirado na exploração espacial há décadas, mas os crescentes interesses comerciais e geopolíticos estão influenciando cada vez mais essa fronteira" (WEF, 2022, p. 71). Como o enfoque do Relatório produzido pelo WEF é a de análise e identificação de tensões globais que determinarão diferentes trajetórias entre os Estados, a inserção desse espaço geográfico nas análises de megatendências é indispensável.

Hoje, já existe uma clara percepção da importância e da contribuição dos sistemas espaciais para as mais diversas atividades na sociedade. Utilizando-se de metodologias de análise e pensamento de longo prazo, diferentemente de abordagens meramente lineares, trabalhando com futuros múltiplos e análises estruturadas, estudos de futuro podem fornecer valorosos *insights* sobre o protagonismo decisivo que o Espaço Exterior poderá exercer tanto socioeconomicamente como na segurança nacional.

A Agência Espacial Europeia (*European Space Agency* – ESA) e a Academia Internacional de Astronáutica (*International Academy of Astronautics* – IAA), já em 2005, identificavam os principais impactos das atividades espaciais na sociedade. Dentre eles, a melhor compreensão do Universo; uma revolução na percepção espacial do planeta Terra; o entendimento sobre os fenômenos meteorológicos, sobre os recursos naturais e o meio ambiente. No campo das atividades econômicas, houve uma expansão das telecomunicações globais favorecendo o comércio e o intercâmbio; os sistemas de navegação, posicionamento e sincronização estimularam os transportes e a logística; o sensoriamento remoto favoreceu a agricultura e o gerenciamento de desastres ambientais. Além disso, houve uma dinamização da educação e da medicina, via teleatendimento via satélite, além dos experimentos na área da saúde que puderam ser realizados no espaço, em paralelo com o desenvolvimento de novos tratamentos e tecnologias. Houve uma aproximação das populações; uma maior facilidade de percepção de identidades, culturas e sociedades distintas e distantes. A exploração espacial gerou inovação

[114] Este Capítulo é resultado das pesquisas realizadas no âmbito do Grupo de Pesquisa do CNPQ "Geopolítica Aeroespacial" e dos seminários e *webinar* sobre o tema "Espaço Exterior" no âmbito do Centro de Estudos Estratégicos (CEE) da Universidade da Força Aérea (UNIFA), entre os anos de 2021 e 2024, além da produção acadêmica dos autores e pesquisadores associados. A partir desses estudos e de trabalhos anteriormente publicados, algumas observações e conclusões são extraídas desses textos e apresentações e inseridas neste Capítulo.

[115] Carlos Eduardo Valle Rosa. Coronel Aviador da Reserva da Força Aérea Brasileira (FAB), Mestre em Ciências Aeroespaciais, Doutor em Geografia, com ênfase em Geopolítica. Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais. Pesquisador no CEE da UNIFA.

[116] Bruno Martini. Oceanógrafo e Mestre em Dinâmica de Sistemas Costeiros e Oceânicos pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Doutorando em Ciências Aeroespaciais pela Universidade da Força Aérea (UNIFA). Membro da *International Academy of Space Studies* (IASS). Pesquisador no CEE da UNIFA.

tecnológica, derivando em inúmeras tecnologias com aplicações generalizadas, incluindo ciência dos materiais, eletrônica e dispositivos médicos; assim como avanços em engenharia incluindo sistemas de propulsão, robótica e sistemas de suporte à vida (Raitt; Battrick, 2005).

Em direção semelhante, a *National Administration of Space and Aeronautics* (NASA) elenca relevantes justificativas para a exploração espacial. Dentre elas, a demanda por responder perguntas fundamentais como a origem da humanidade e do Universo; os avanços nas tecnologias que melhoram a qualidade de vida das pessoas; ou a expansão do potencial dos indivíduos e da sociedade na direção de explorar a ciência como fator potencial de desenvolvimento da própria espécie humana (NASA, 2023).

Neste Capítulo, não há a intenção de se "prever o futuro", mas apontar elementos que tenderão a "influenciar direções futuras", no curto prazo de cinco anos. O texto se baseou na combinação de opiniões, análises estatísticas e relatórios de organizações públicas e não governamentais, renomados *think tanks* do setor espacial, buscando inferir sobre dados qualitativos e quantitativos, oriundos de estudos que "envolvem acadêmicos e pesquisadores que trabalham [múltiplas] abordagens, objetivos e métodos" (Tomelin; Daros, 2024, p. 331-332).

Há uma expectativa sobre essas inferências sobre o Espaço Exterior, qual seja a de fomentar produtos que, segundo Schwartz (1991, p. 4), são "ferramentas para ordenar percepções sobre ambientes futuros alternativos nas quais decisões precisarão ser tomadas", em especial aquelas pertinentes às políticas públicas e iniciativas de toda ordem relacionadas à atividade espacial brasileira. Como afirmam Godet e Durance (2010, p. 26) "um cenário é um conjunto formado pela descrição de uma situação que há por vir e pela cadeia de acontecimentos que permitem passar da situação de origem à situação futura". Por esse motivo, o subconjunto de megatendências do Espaço Exterior é um importante insumo para as projeções estratégicas brasileiras na direção de definição de prioridades de investimentos, alocação de recursos e de infraestrutura, orientação sobre perspectivas geopolíticas e definição de parâmetros mínimos para a segurança das operações espaciais.

Para atender essas demandas, o Capítulo se estrutura de forma a oferecer elementos conceituais e analíticos. Inicialmente, será caracterizado objeto de estudo genericamente denominado Espaço Exterior, que na verdade precisa de um recorte espacial que o defina de forma mais concreta e apropriada aos estudos empreendidos. Na sequência, o texto se apropria de uma caracterização geopolítica do Espaço Exterior, definindo-o como um espaço "congestionado, competitivo e contestado" (conhecida como "Os 3 C"), onde serão privilegiadas inferências sobre os riscos, os desafios e as oportunidades que se oferecem ao governo brasileiro e à sociedade em geral, em função da crescente dependência dos sistemas espaciais. Essa caracterização surge a partir da *National Security Space Strategy* – NSSS (Estratégia Nacional de Segurança Espacial) dos Estados Unidos da América (USA), durante o governo de Barack Obama, em 2011[117]. De acordo com esse documento de defesa norte-americano, "O espaço, um domínio que não pertence a nenhuma nação, mas do qual todos dependem, está se tornando cada vez mais congestionado, competitivo e contestado" (USA, 2011, p. i). Portanto, essas três palavras serão fios condutores da análise proposta neste Capítulo.

Em cada um dos elementos caracterizados, apontam-se tendências de futuro e incertezas que se constituirão nos anos vindouros e podem orientar estudos em torno de políticas públicas, iniciativas privadas e horizontes de pesquisas acadêmicas. O presente capítulo é uma contribuição ao panorama geral desenvolvido no projeto Brasil 2045.

2. Objeto do Estudo

A referência ao termo Espaço Exterior demanda melhor conceituação. Na verdade, o que se pretende é estabelecer um recorte espacial, que possa concentrar as análises de megatendências em delimitação precisa. Para tanto, o Capítulo se organiza a partir da lógica geopolítica que se dá em torno de um espaço geográfico, que concentra características locacionais, fisiográficas e recursos naturais. Nele, os Estados, as corporações e os indivíduos, percebem nuances no escopo de desenvolvimento socioeconômico e da segurança nacional. Essas nuances determinarão políticas, iniciativas, riscos, desafios e oportunidades.

Assim, quando se fala de geopolítica o que se tem em mente é a forma de se lidar com os aspectos geográficos de um certo ambiente. No caso do espaço exterior, apesar da imensidão do Cosmos, o recorte espacial sob o qual concentramos nossa atenção é conhecido como espaço cislunar.

[117] É importante que se diga que a caracterização dos "3 C", apesar de consensual quanto aos seus efeitos, não guarda a mesma concordância quanto à origem. Johnson-Freese (2017) entende que o discurso em torno das ideias de congestionado, competitivo e contestado é fruto de uma associação entre militares e indústria nos EUA, o que chamou de "complexo industrial-militar", na direção de buscar maiores financiamentos para os projetos de capacidades espaciais, que favoreceriam tanto as forças armadas como as empresas privadas.

Em 2019, um Relatório Anual do Congresso dos Estados Unidos da América (EUA), potencialmente analisando as políticas de expansão da atividade espacial chinesa, definiu o espaço cislunar como "a esfera que compreende todo o volume entre a Terra e a Lua, [incluindo] órbitas comumente usadas, como a órbita terrestre baixa (até aproximadamente 2.000 km acima da Terra), órbita geossíncrona (aproximadamente 3.400 a 3.800 km) e órbita terrestre média (entre as órbitas terrestre baixa e geossíncrona), bem como o espaço muito mais vasto além dela" (EUA, 2019, p. 362). Apesar da clara intenção de se oferecer um recorte espacial naquilo que seria o espaço geográfico que se pretende caracterizar neste Capítulo, há algumas limitações consideráveis nessa definição, que omitem elementos cruciais nas questões de futuro ligadas ao Espaço Exterior.

Por esse motivo, propomos como definição de Espaço Cislunar uma manifestação mais expressa de conceito. O Espaço Cislunar compreende a Terra, com todos os seus elementos que de alguma forma estão associados à exploração espacial, inclusive os ativos na superfície e seu espaço aéreo. Esse último elemento é o espaço de transição das operações com destino às órbitas e no retorno delas. Positivamente, os desenvolvimentos tecnológicos dos spaceplanes (um misto de aeronave e espaçonave) resultarão em uma maior importância do espaço aéreo no escopo das operações espaciais.

Ademais, o Espaço Cislunar inclui as órbitas terrestres de todos os tipos e funções, normalmente classificadas em órbitas baixas (*Low Earth Orbit* – LEO), órbitas médias (*Medium Earth Orbit* – MEO), órbitas altas (*High Earth Orbit* – HEO), órbitas elípticas (*High Elliptical* – HE) e órbitas do tipo *Molniya*[118]. Dentre elas, as que têm recebido maior enfoque nas questões de futuro são as órbitas LEO e órbita geoestacionária (GEO).

No espaço transitam as ondas eletromagnéticas, em cujo espectro se destaca o subconjunto das frequências utilizadas em telecomunicações. Isso dá margem à inclusão no Espaço Cislunar da eletrônica e cibernética, que se utiliza dos canais digitais de comunicação. Um volume significativo encontra-se no vácuo entre a Terra e a Lua, pois nele estariam as principais linhas de comunicação (LC), as vias de acesso e trânsito ao espaço próximo. Há tanto LC físicas, representadas pelas trajetórias dos foguetes e dos satélites, como LC não físicas, que se estabeleceriam nos processos de troca de dados entre estações na superfície e os satélites (Klein, 2006)[119]. Ainda no vácuo também podem estar ou para ele serem trazidos asteroides com potencial de exploração econômica. Por fim, a Lua com suas órbitas, que se caracterizaria como um ponto intermediário das explorações mais distantes no Cosmos e como entreposto humano no espaço inclusive com futuras habitações de caráter permanente. Esse é o sistema Terra-Lua, ou o Espaço Cislunar, onde estarão concentradas nossas análises.

3. Espaço Exterior Congestionado

Caracterizado o nosso objeto, a seção discutirá as formas geopolíticas de conceituação do Espaço Exterior. A primeira ideia que nos remete às megatendências é a palavra 'congestionado'. Ela se refere a uma eventual ocupação das órbitas terrestres, principalmente as órbitas baixas e geoestacionárias, de forma que o acúmulo de ativos espaciais transformaria essa área geográfica em um espaço onde não haveria lugar para todos, ou mesmo para ninguém quando se elaboram cenários de poluição das órbitas LEO com detritos espaciais[120].

Consoante com essa visão, há duas vertentes de análise: a) a crescente aposição de ativos espaciais, principalmente satélites em LEO e GEO, com a consequente falta de equidade de acesso ao Espaço; e b) o tema do *debris* espacial (detritos de naturais ou de origem humana), que estaria a comprometendo a ocupação das

[118] Há diferentes classificações de órbitas. Adotou-se uma adaptação de Everett C. Dolman (2002) e de Elinor Sloan (2012) que define o seguinte: a) *Low Earth Orbit* – LEO – entre 150 e 800 km, onde transitam satélites de reconhecimento da Terra (militar ou de recursos naturais), voos tripulados e estações orbitais internacionais; b) *Medium Earth Orbit* – MEO – entre 800 e 35.000 km, que é própria para redes de satélites de comunicação ou de posicionamento; c) *High Earth Orbit* – HEO - no mínimo a 35.000 km, que é órbita preferencial para satélites militares e de comunicações, assim como para aqueles que têm por função detectar o movimento de mísseis balísticos, podendo também servir para comunicações globais e meteorologia. Caso o período do satélite seja coincidente com o da rotação terrestre (a cerca de 36.000 km), ele é considerado geossíncrono. Se o plano da órbita for coincidente com o plano do Equador, a órbita é geoestacionária (*Geostationary Orbit* – GEO); d) *High Elliptical* – HE – cujo perigeu é de 250 km e apogeu a cerca de 700.000 km, próprias para estudo de cometas, asteroides, radiação solar e cósmica, além de outros fenômenos astronômicos. Além de 900.000 km não há mais força gravitacional terrestre e as órbitas não são mais possíveis; e) A órbita do tipo *Molniya* tem apogeu de 40.000 km e perigeu de 500 km, sendo utilizada para satélites de comunicações. Em sua órbita semissincrônica de 12 horas, passa a maior parte do tempo em seu apogeu, sobre as latitudes Norte.

[119] Costuma-se estabelecer linhas de comunicação da seguinte forma: o *downlink* (dado primário enviado do satélite para a estação terrestre); o *uplink* (dado enviado da estação terrestre para o satélite principal); o *forward link* (dado enviado da estação terrestre ao satélite principal via satélite de retransmissão); o *return link* (dado enviado do satélite principal para a estação terrestre via satélite de retransmissão); e o *crosslink* (dados enviados entre os satélites primário e secundário, em ambas as direções).

[120] A nomenclatura 'detrito espacial' é geralmente tratada como debris espacial ou lixo espacial. O que importa é que esses detritos, de origem humana (como aqueles derivados de testes que destroem satélites) ou de origem natural (por exemplo, a poeira cósmica) vagam pelas órbitas tornando esse meio ambiente poluído.

órbitas, em espacial o caso da LEO, e o prejuízo catastrófico colocando em risco o fornecimento de relevantes serviços satelitais.

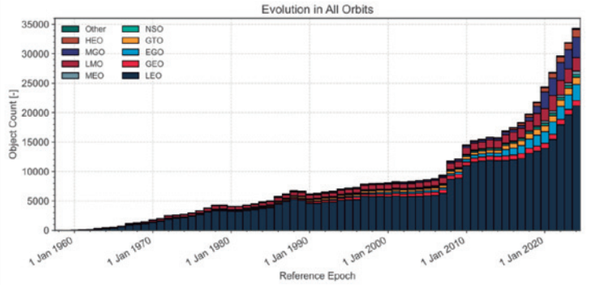
Trata-se de temas que já ocupam o debate geopolítico internacional. No caso da equidade de acesso, vislumbram-se riscos a esse preceito, que é inclusive disposto nos acordos internacionais. Uma Nova Era Espacial se configuraria pelo crescimento exponencial de ativos no espaço, um movimento que coaduna com a ideia de congestionamento do espaço. Os desafios tecnológicos resultam em uma concentração desproporcional de acesso ao espaço pelas grandes potências espaciais, principalmente EUA, Rússia e China, além de outros Estados com programas espaciais em desenvolvimento acelerado, como a Índia.

O congestionamento também se daria pela inserção de empresas privadas na atividade de lançamento de foguetes e aposição de constelações satelitais com milhares de pequenos satélites em LEO, e inserção no mercado nas órbitas GEO. Acredita-se que esse será o principal tema de enfrentamento geopolítico nas próximas décadas, haja vista que as oportunidades serão reduzidas e a tendência de se privilegiar o *uti possidetis* (o direito à propriedade daquele que primeiro chega) ao invés da *res communis* (o bem comum da humanidade) caracterizará um domínio geográfico cujo congestionamento determinaria falta de acesso igualitário.

No caso dos detritos espaciais, a forma crescente e, aparentemente, incontrolável, na geração desses detritos de origem humana, desde peças de foguetes que se depreendem nas diversas fases de voo, até os *debris* resultantes de detonações explosivas no espaço, transformariam as órbitas terrestres, em especial as órbitas LEO, em um espaço geográfico não mais habitável por satélites e outros sistemas espaciais. Autores já compararam esse fenômeno do congestionamento a um câncer (Aydin, 2019), que estaria a inviabilizar a ocupação das órbitas e gerar consequências catastróficas para a humanidade.

Nesse tema, o grande desafio é mitigar o problema do detrito derivado da atividade humana, em especial aquele resultante de comportamentos irresponsáveis dos Estados operadores de sistemas espaciais. Em primeiro lugar, na questão da vida útil do satélite, que deveria seguir determinados protocolos de deorbitação[121]. Depois, na questão dos testes destrutivos de armas cinéticas no espaço, que fragmentam satélites gerando inúmeras quantidades de *debris*. O detrito espacial pode derivar em um efeito dominó, de expansão progressiva das colisões das partículas de detritos com outros satélites que se fragmentam, geram novos *debris*, que colidem com novos satélites, sucessivamente em uma escalada de eventos sem controle. A esse fenômeno se dá o nome de Síndrome de Kessler[122]. O Brasil, que é um interessado direto na expansão da exploração espacial e já se vê afetado pela questão dos *debris*, pode ensejar atitudes responsáveis internacionalmente, principalmente pelo estímulo aos regimes de controle de geração de detrito espacial.

Figura 1 – Evolução temporal dos objetos em órbitas terrestres



(a) Evolution of number of objects.

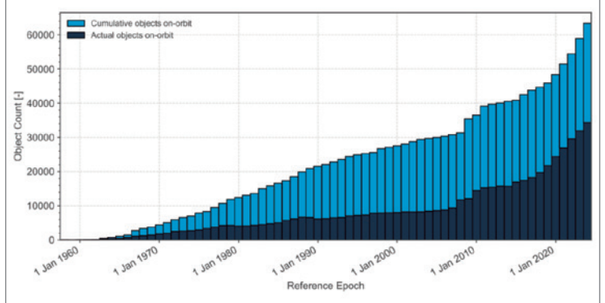
Fonte: ESA, 2024a, p. 19. Observação: as siglas utilizadas na legenda do gráfico indicam os tipos de órbitas nas quais estariam os objetos identificados, tais como LEO para órbita baixa, MEO para órbita média, GEO para órbita geoestacionária dentre outras.

3.1. Evidências

A questão do espaço congestionado pode ser evidenciada de várias formas. O que se pretende apontar com essas evidências são, na verdade, sementes de futuro que gerariam as megatendências relativas ao tema do capítulo.

A Evolução do número de objetos[123] nos diferentes tipos de órbita. A Figura 1, é uma representação da evolução do número de objetos acumulados em diferentes tipos de órbitas (LEO, MEO, GEO etc.), desde 1958 até 2024. O total é cumulativo e de interesse histórico, pois muitos desses objetos já foram destruídos em processos de reentrada em órbita.

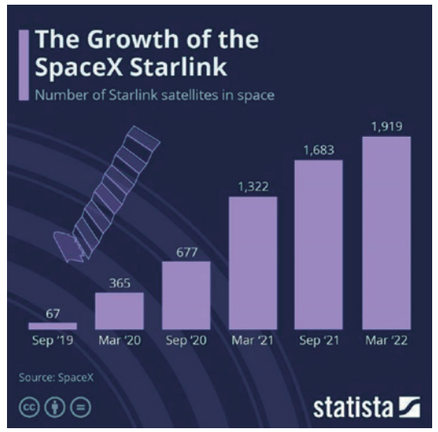
Figura 2 – Objetos acumulados e objetos atuais em órbitas terrestres



(a) Evolution of number of objects.

Fonte: ESA, 2024a, p. 21.

Figura 3 – Crescimento de número de satélites Starlink (set. 2019 – mar. 2022)



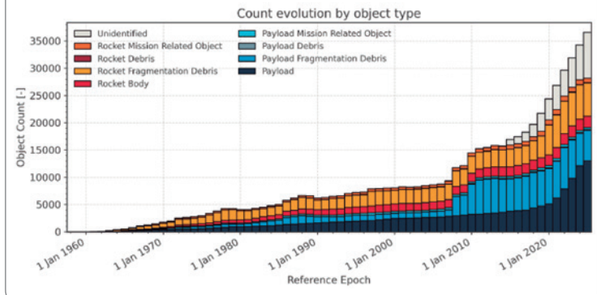
Fonte: Armstrong, 2022.

A Figura 2, no mesmo escopo temporal da anterior, registra diferenciadamente o total acumulado de objetos em órbitas e o total atual dos objetos identificados que estão em órbitas terrestres.

A Figura 3 é um exemplo de crescimento do número de ativos espaciais por parte de empresas privadas. Ela apresenta a evolução do número de satélites da constelação *Starlink*, da empresa *SpaceX*, que fornece serviço de conexão de banda larga com a internet, a partir de satélites em LEO. Observe-se que entre setembro de 2019 e março de 2022, houve um crescimento de mais de 2.800% no número de satélites em LEO. De acordo com McDowell (2024), em 27 de agosto de 2024 a Starlink teria em órbita 6.358 satélites operacionais. A Spacex planeja atingir o número de 42.000 satélites em LEO nos próximos anos (Pultarova; Howell, 2024).

O Volume de debris[124] espaciais acumulado. Em parte, a questão dos *debris* está associada ao crescimento intenso da atividade de exploração espacial, até porque como observamos nas figuras anteriores, as órbitas possuem, além dos sistemas funcionais, objetos que são caracterizados como detrito espacial. Os dados apresentados a seguir referem-se apenas a essa classe de objetos, os *debris* espaciais, que tenham sido catalogados. A Figura 4, no intervalo de tempo de 1958 a 2024, apresenta a evolução do número e do tipo de *debris* catalogados em órbitas terrestres.

Figura 4 – Evolução do número de *debris* catalogados em órbitas terrestres



Fonte: ESA, 2024a.

O Quadro 1 apresenta uma estimativa da ESA, até 2024, quanto ao número de debris existentes em órbitas terrestres, a partir de suas diferentes dimensões.

Quadro 1 – Tamanho e quantidade de *debris* em órbitas terrestres

Tamanho do *debris*	Quantidade
maiores que 10 cm	40.500
mais de 1 cm a 10 cm	1.100.000
maiores que 1 mm a 1 cm	130,0 milhões

Fonte: ESA, 2024b.

A ocupação dos *slots* orbitais em geral e os geoestacionários. O tratamento das evidências em torno do número de objetos em órbita e do volume de detritos não pode deixar de ser observado pelo prisma da equidade. O congestionamento induz à lógica de que em algum momento não haverá espaço para que a atividade de exploração espacial possa ser levada adiante. Apesar de não haver uma previsão precisa sobre quando isso poderá acontecer, elementos que

[121] A 'deorbitação' é o processo pelo qual um objeto em órbita, como um satélite ou uma nave espacial, é trazido de volta para a atmosfera da Terra, onde pode queimar durante a entrada ou cair em um local específico, geralmente no denominado Ponto Nemo (localizado no Oceano Pacífico, a aproximadamente 2.688 Km de distância das ilhas habitadas mais próximas – vulgarmente denominado 'cemitério de satélites'). O processo pode evitar o acúmulo de satélites defuntos, sem condições de serem controlados, evitando o risco de colisões em órbitas.

[122] A Síndrome de Kessler, segundo Ted Muelhaupt (2015), não ocorreria no espaço de horas ou dias, mas em uma escala de tempo muito mais ampla, em décadas ou séculos, configurando-se como processo lento, bem diferente do que se tem observado em obras de ficção.

[123] A definição de 'objeto' agrega aqueles que são rastreáveis e identificados, tais como: cargas úteis (p. ex., satélites); objetos relacionados à missão da carga útil (p. ex., capas para instrumentos ópticos ou ferramentas de astronautas); detritos de fragmentação de carga útil, quando uma carga útil explode ou quando colide com outro objeto; detritos de carga útil, objetos espaciais fragmentados ou liberados não intencionalmente de uma carga útil como detritos espaciais cuja gênese não é clara; corpo de foguete; objetos relacionados à missão do foguete (p. ex., coberturas e motores); detritos de fragmentação de foguetes; detritos de foguetes, objetos espaciais fragmentados ou liberados involuntariamente do corpo de um foguete como detritos espaciais cuja gênese não é clara (ESA, 2024a, p. 10-11).

[124] Debris espaciais, também conhecidos como lixo espacial, são objetos artificiais que não têm mais utilidade e que se encontram no espaço, em órbita ou reentrando na atmosfera terrestre.

oferecem evidências muito fortes para tal raciocínio são as ocupações de *slots* (vagas) orbitais, inclusive os geoestacionários. O Quadro 2 mostra, com dados atualizados até 01 de maio de 2023, a distribuição dos satélites por Estado e por tipo de órbita. Dessas informações, pode-se depreender duas situações: a) Grande concentração de satélites nas chamadas 'potências espaciais', principalmente os EUA; b) Ocupação de *slots* geoestacionários tendendo a uma situação limítrofe.

Nesse último caso, de acordo com Lawrence Roberts (2000, p. 1101), há "um máximo de 1.800 [posições orbitais geoestacionárias para] satélites". Isso se dá, em grande parte, pelas restrições de fornecimento de frequências para as telecomunicações, pois a proximidade de satélites pode gerar interferência nos serviços prestados por esses sistemas espaciais (Quadro 2).

Quadro 2 – Distribuição de satélites por estado e tipo de órbita (respectivo %)

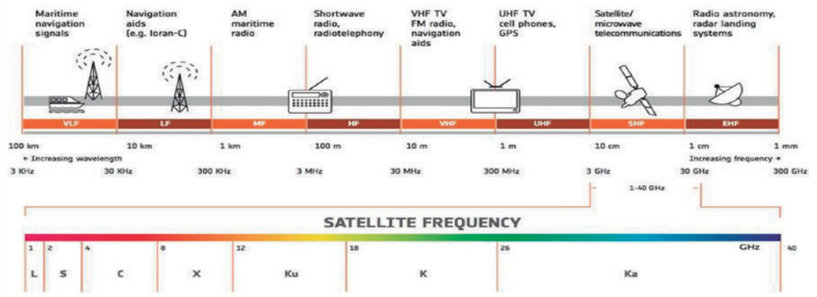
Tipo	Países	Quantidade	%
Quantidade de Satélites	EUA	5.184	68,5%
	Rússia	181	2,4%
	China	628	8,3%
	Outros	1.572	20,8%
Tipos de Órbitas	LEO	6.768	89,5%
	MEO	143	1,9%
	Elíptica	59	0,8%
	GEO	590	7,8%

Fonte: UCS, 2024.

A distribuição de frequências de telecomunicações pela *International Telecommunication Union* (ITU). Esse é mais um tema que compõe o quadro do congestionamento. A ITU é o órgão responsável pela distribuição de frequências para as telecomunicações entre os estados solicitantes. No caso da alocação de frequências para satélites geoestacionários, a ITU reconhece no Artigo 44 de sua Constituição que se trata de um recurso escasso, e que essa distribuição deve ser baseada em princípios de acesso equitativo e a não exclusão digital, como é o caso de reserva de frequências para países em desenvolvimento (ITU, 2024). Esse debate se alinha com a questão do limite de *slots* orbitais geoestacionários. Contudo, mesmo que tenha havido avanços recentes no processo de alocação de frequências, enquanto recurso natural escasso há que se perguntar se esse tipo de bem não será, em breve, motivo de cobiça dos Estados mais poderosos tecnológica e militarmente.

A Figura 5 representa o espectro geral de frequências para as telecomunicações e a faixa específica utilizada pelos satélites[125]. A alocação de frequências pela ITU se depara com problemas técnicos. Dentre eles, podemos citar a interferência de sinais na mesma banda, conhecida como interferência de satélites adjacentes. O congestionamento nas bandas de frequência mais baixas e, por outro lado, larguras de feixe mais estreitas nas bandas altas, exigindo um apontamento mais preciso para o terminal de comunicação. Essas bandas mais altas são mais suscetíveis à degradação do sinal devido ao desvanecimento da chuva, que ocorre quando os sinais de rádio são absorvidos pela chuva, neve ou gelo. Além disso, há problemas nos *hardwares* dos satélites, que levam a incompatibilidades (Antesky, 2024).

Figura 5 – Frequências utilizadas pelos satélites de telecomunicações



Fonte: ESA, s.d.

[125] De acordo com a *European Space Agency* (s.d.), as bandas de frequência dos satélites estão na faixa de 1 a 40 Ghz. Elas são categorizadas da seguinte forma: "a) Banda L (1-2 GHz) – operadoras do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e também telefones celulares via satélite, como o Iridium; Inmarsat, que fornece comunicações marítimas, terrestres e aéreas; rádio via satélite *WorldSpace*; b) Banda S (2-4 GHz) – radar meteorológico, radar de navio de superfície e alguns satélites de comunicação, especialmente os da NASA para comunicação com a ISS e o ônibus espacial; c) Banda C (4-8 GHz) – usada principalmente para comunicações via satélite, para redes de TV via satélite em tempo integral ou *feeds* de satélite brutos. Comumente usada em áreas sujeitas a chuvas tropicais, já que é menos suscetível ao desvanecimento da chuva do que a banda Ku; d) Banda X (8-12 GHz) – usada principalmente por militares. Usada em aplicações de radar, incluindo ondas contínuas, pulsadas, polarização única, polarização dupla, radar de abertura sintética e matrizes em fase. As sub-bandas de frequência de radar da banda X são usadas em instituições civis, militares e governamentais para monitoramento meteorológico, controle de tráfego aéreo, controle de tráfego de embarcações marítimas, rastreamento de defesa e detecção de velocidade de veículos para aplicação da lei; e) Banda Ku (12-18 GHz) – usada para comunicações via satélite; f) Banda Ka (26-40 GHz) – satélites de comunicação, *uplink* nas bandas de 27,5 GHz e 31 GHz e radares de alta resolução e de curto alcance em aeronaves militares." Para a ITU e o *World Bank*, "Os satélites pequenos em LEO geralmente usam as bandas VHF, UHF, S, Xs, L e Ka. Quanto aos satélites maiores, os sistemas de comunicação de banda Ku, K e Ka são considerados de última geração, especialmente para comunicações entre espaçonaves. Essas bandas de frequência mais altas ainda são tecnologias emergentes no domínio do *CubeSat*, mas estão ganhando força à medida que as frequências mais baixas ficam cada vez mais congestionadas. Para rastreamento, telemetria e comando de satélites, a banda S é normalmente a escolha ideal" (ITU; WB, 2024).

3.2. Inferências

As evidências sinteticamente apresentadas permitem gerar inferências em cada uma das palavras que caracterizam geopoliticamente o espaço exterior. No caso da palavra congestionado, uma primeira inferência é a tendência de crescente ocupação do Espaço Exterior por ativos espaciais, principalmente satélites, mas também por detritos gerados pela aposição desses sistemas em órbitas.

Em segundo lugar, a questão do volume de detrito espacial nas órbitas terrestres corrobora a ideia de que esse é um espaço geográfico cada vez mais congestionado. Nesse sentido, há uma complementaridade entre a questão da expansão do número de objetos com o número de detritos.

Adicionalmente, a questão da ocupação dos *slots* orbitais agrega valor à questão do congestionamento. Mas também à questão da falta de equidade de acesso. Nesse sentido, há uma complementaridade entre a questão da expansão do número de objetos com o número de detritos. O que fica evidenciado, e terá repercussões no futuro próximo, é a concentração de poucos no acesso às órbitas e, por conseguinte, aos serviços oriundos dos sistemas espaciais.

Finalmente, o que se pode inferir sobre a questão da distribuição de frequências é que se trata de uma questão estratégica para todos Estados com alguma ambição de exploração espacial. Além da questão de espectros e número de frequências limitadas, as políticas de distribuição equitativas podem ser questionadas pelas nações tecnologicamente desenvolvidas e pelas empresas privadas, que têm potencial de expandir exponencialmente seus ativos espaciais e demandar novos *slots* de frequências.

Um caso típico desse tipo de problema ocorreu com a demanda de Tonga, um estado-arquipélago na Oceania, na solicitação de 16 *slots* de frequência à ITU. Supostamente, Tonga teria especulado sobre a possibilidade de aluguel desses *slots* às empresas privadas, sem a efetiva demanda dos *slots* para seu desenvolvimento socioeconômico (Levin, 1991).

Essas evidências de falta de equidade abrem espaço para o próximo segmento do Capítulo, que lidará com a questão econômica da exploração espacial.

4. Espaço Exterior Competitivo

A segunda caracterização, inspirada na geopolítica, é representada pela palavra 'competitivo'. Parte dessa problemática está associada ao conceito de *New Space* (Golkar; Salado, 2021), onde a crescente participação de empresas privadas na exploração espacial estaria trazendo ao mercado espacial fatores de competição comercial diferentes daqueles até então observados. Como apontado na seção anterior, as empresas privadas têm se inserido na exploração econômica espacial de forma muito contundente, em especial no mercado de lançamento de foguetes e exploração de serviços satelitais.

Trata-se de uma expansão da tradicional atividade espacial do setor público e governamental, estatal por natureza, que caracterizou a corrida espacial da Guerra Fria, para um novo perfil da atividade, que tem sido chamada de "segunda corrida espacial" (Fawkes, 2006), uma Nova Era Espacial, comumente referenciada como *New Space*.

Nela, participam atores estatais clássicos, como Rússia e EUA, algumas potências posteriormente inseridas na competição espacial, domo União Europeia (EU) e Japão, novas potências espaciais, como Índia e China, mas também atores com menor dimensão e influência no cenário espacial, estados que buscam desenvolver capacidades espaciais mais significativas, como é o caso do Brasil. Além disso, a entrada das empresas privadas no cenário econômico estaria a tornar a exploração espacial uma atividade competitiva ao extremo. Empresas como a *SpaceX*, a *Blue Origin*, a *Virgin Galactic*, a *Lockheed Martin* e a *Boeing*[126] têm se destacado como polos de inovação e desenvolvimento de tecnologias, serviços e atividades que impulsionam o mercado espacial cada vez mais na direção do setor privado.

[125] De acordo com a *Space Voyage Ventures* (2024), "a *SpaceX*, fundada por Elon Musk, está na vanguarda do setor espacial comercial, tendo revolucionado a tecnologia espacial com a criação dos foguetes *Falcon* e da espaçonave *Dragon*. A *Blue Origin*, fundada por Jeff Bezos, é outro participante importante, priorizando a democratização do espaço com seu foguete suborbital *New Shepard*, o foguete orbital *New Glenn* e o mó-

A economia espacial tende a ser um mercado lucrativo e competitivo. De acordo com o *World Economic Forum* (2024, p. 4), "a previsão é que a economia espacial atinja US$ 1,8 trilhões de dólares até 2035, acima dos 630 bilhões de dólares em 2023 e crescendo em uma média de 9% ao ano – bem acima da taxa de crescimento do produto interno bruto (PIB) global. Esse crescimento será, em grande parte, baseado em tecnologias baseadas no espaço e/ou habilitadas, como comunicações; posicionamento, navegação e cronometragem; e observação da Terra".

Figura 6 – Impacto setorial da economia espacial (%)

Fonte: OECD, 2019.

Apesar da pujança das empresas privadas, nesse mercado competitivo, com grandes possibilidades de retorno dos investimentos, acredita-se que haverá necessidade de continuidade dos investimentos públicos governamentais (Lecky, 2016). Por essas razões a caracterização de competitividade se daria tanto no espectro estatal, mas também entre empresas privadas com negócios multinacionais.

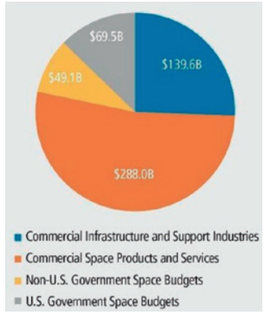
4.1. Evidências

A competitividade na exploração espacial pode ser evidenciada de várias formas. Estabelecendo uma conexão com a caracterização anterior, um primeiro elemento que podemos analisar é amplitude de setores que se beneficiam dos efeitos socioeconômicos derivados dos investimentos espaciais.

Essa diversidade de setores impactados pela economia espacial pode ser observada na Figura 6. Ela nos mostra os impactos percentuais da exploração econômica na atividade espacial em setores como o gerenciamento ambiental, transportes, planejamento urbano, monitoramento do clima, meteorologia, telecomunicações, defesa e segurança, saúde, educação etc.

Em termos de economia espacial global, a *Space Foundation* "identificou, em 2023, um total de US$ 570 bilhões, 7,4% a mais do que a soma de US$ 531 bilhões de 2022". A Figura 7 mostra os quantitativos de participação de diversos setores na economia espacial em 2023. O setor com a maior participação foi o de produtos e serviços comerciais, com o montante de US$ 321,4 bilhões. O setor com menor participação foi o de orçamentos não-governamentais de empresas nos EUA, com o valor de US$ 51,2 bilhões.

Figura 7 – Participação setorial na economia espacial (US$)



Fonte: Space Foundation, 2024.

Um dado que aponta a grande participação do setor privado no mercado de satélites, corroborando a evidência anterior, é a distribuição dos ativos satelitais nos EUA, que é o maior proprietário de sistemas espaciais, como se observou anteriormente no Quadro 2. Do mesmo estudo da Union of Concerned Scientists percebe-se, no Quadro 3 que 91,4% dos satélites dos EUA têm função ou natureza comercial, utilizados para a prestação de serviços como telecomunicações ou sensoriamento remoto.

Quadro 3 – Distribuição de satélites dos EUA por função ou natureza

Função ou natureza	Quantidade	%
Civil	30	0,6%
Comercial	4.741	91,4%
Governamental	167	3,2%
Militar	246	4,8%

Fonte: UCS, 2024.

Com relação ao crescimento do mercado espacial, muito dependente do desenvolvimento tecnológico, há muitas tendências que reforçam a ideia de crescimento da competitividade. De acordo com a *Precedence Research*, o mercado espacial pode chegar a um montante de US$ 916 bilhões de dólares em 2033, como evidencia a Figura 8.

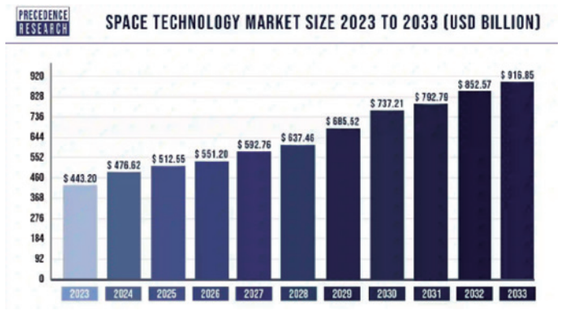
Ainda segundo a mesma fonte, "A América do Norte foi responsável por mais de 55% da participação no mercado em 2023. Por tipo, o segmento de veículos espaciais detinha a maior participação de mercado, 67%, em 2023. Por uso final, em 2023, o segmento comercial dominou o mercado com a maior participação de mercado de 62% em 2023" (Precedence Research, 2024).

Vários segmentos do mercado espacial também apontam para projeções relevantes que evidenciam a competição. O turismo espacial é um segmento do mercado global que possui estimativas consideráveis, até porque são conjecturas de curto prazo e já existem empresas comerciais exercendo economicamente essa atividade. A Figura 9 aponta que a indústria do turismo pode chegar a receitas na ordem de US$ 3,7 bilhões.

Uma evidência relevante para a competitividade espacial é a redução de custos de lançamento de cargas úteis ao espaço. A Figura 10 representa o custo em US$ por quilograma, de alguns veículos lançadores. O que se observa é uma diminuição significativa no custo de lançamento para os foguetes comerciais da *SpaceX*, como o *Falcon 9* (US$ 2.600/kg) e do *Falcon Heavy* (US$ 1.500/Kg). Comparativamente ao *Space Shuttle*, da década de 1980, cujo custo era de US 65.400/Kg, ou ao foguete Longa Marcha 11, de 2020, da China, cujo custo é na ordem de US$ 10.600/Kg, ou ainda o foguete *Angara*, russo, de 2015, com custo de US$ 4.500/Kg, percebe-se quão significativa é a contribuição de empresas privadas para a competitividade no mercado espacial.

Por fim, é relevante destacarmos os investimentos brasileiros no setor espacial. Uma imagem relevante é a que está disponível no relatório da *Euroconsult*. A Figura 11 nos fornece comparativamente a posição brasileira no contexto dos demais estados que investem nessa atividade. O Brasil, nos dados de 2023, está na ordem de US$ 47 milhões em termos de orçamento governamental. Na América Latina, estamos atrás da Argentina. Mundialmente, países como Portugal, Egito, Indonésia, Azerbaijão ou Coreia do Sul investem mais do que o Brasil.

Figura 8 – Crescimento do mercado de tecnologia espacial (2023-2033)

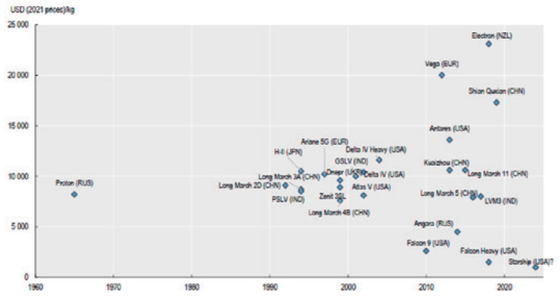


Fonte: Precedence Research, 2024.

Figura 9 – Crescimento do Turismo Espacial em milhões de US$

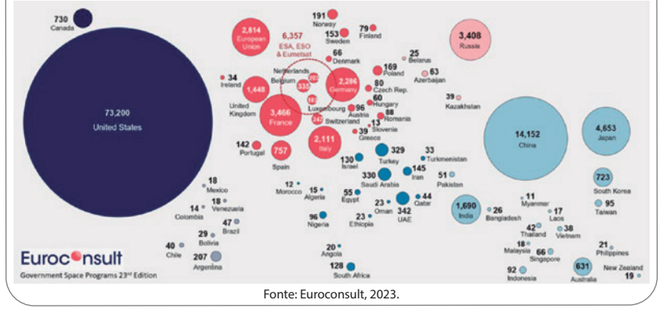
Fonte: Akre, 2024.

Figura 10 – Custo de lançamento para órbita baixa por plataforma



Fonte: OECD, 2023, p. 26.

Figura 11 – Orçamentos governamentais no setor espacial



Fonte: Euroconsult, 2023.

dulo de pouso lunar *Blue Moon*. A *Virgin Galactic*, dirigida por Richard Branson, atua no crescente campo do turismo espacial. Seu avião espacial suborbital, o *VSS Unity*, tem como objetivo oferecer a indivíduos particulares a experiência espacial de grande exclusividade. A *Lockheed Martin* e a *Boeing*, gigantes do setor aeroespacial, contribuem com sua ampla experiência para o setor espacial por meio de uma *joint venture* conhecida como *United Launch Alliance*. Essas empresas têm sido fundamentais na implantação de satélites, na exploração de Marte com o *rover Curiosity* e são parte integrante do programa *Artemis* da NASA, que tem como objetivo o retorno de humanos à Lua".

4.2. Inferências

No escopo da competitividade da economia espacial, as evidências apontadas nos permitem indicar algumas inferências decorrentes do fenômeno do *New Space*. Inicialmente, fica clara a vasta amplitude de setores da economia que são beneficiários dos sistemas espaciais, reforçando a relevância dos ativos em órbita para toda a sociedade, seja no desenvolvimento socioeconômico ou na segurança e defesa.

Há uma tendência já iminente de maior participação do número de Estados na atividade de exploração espacial, assim como a forte inserção de empresas privadas em atividades-núcleo do setor espacial, como no caso dos lançamentos de foguetes, serviços de telecomunicações e sensoriamento por imagens.

Essa característica fez reduzir o custo dos lançamentos e dos serviços em geral, popularizando o acesso ao espaço e permitindo que os governos estabeleçam parcerias do tipo 'ganha-ganha' com a iniciativa privada. Isso reduz o risco das empresas e barateia a atividade espacial de natureza pública. Apesar disso, há a demanda de continuidade de investimentos públicos, em alguns casos nessas próprias parcerias, no empreendimento espacial.

O exemplo da empresa *SpaceX* é contundente. Nos últimos anos, os lançamentos governamentais norte-americanos têm se valido dos foguetes *Falcon 9*, por exemplo, para cumprir tarefas essenciais, como é o caso do acesso à Estação Espacial Internacional, até então serviço que se tornará exclusivo do foguete *Soyuz* russo. Ademais, o Programa *Artemis*, de retorno do homem à Lua, organizado pela NASA, conta com a parceria vital dessa empresa privada e de outras.

5. Espaço Exterior Contestado

O congestionamento e a competitividade no espaço cislunar têm levado os Estados e as empresas privadas a considerarem esse domínio geográfico como prioritário em suas políticas públicas e estratégico em suas iniciativas de investimentos. Em face dessa realidade, surge a última caracterização por meio da palavra 'contestado'. Consoante essa percepção, seu significado está associado às teorias das relações internacionais de matiz realista, e à própria natureza da geopolítica clássica, como a questão do espaço vital (o *lebensraum*), da expansão de fronteiras na direção das regiões politicamente valiosas (Ratzel, 1989) ou da busca por recursos naturais, fenômenos que teriam caracterizado a expansão de impérios e da própria humanidade ao longo da história.

A ideia em torno desse conceito direciona-se evidentemente para a questão da segurança espacial, pois esses movimentos tenderiam a gerar conflitos em torno de determinados territórios. Por isso, surge especificamente aquilo que tem se denominado de capacidades *counterspace* (contraposição espacial ou contraespacial). À luz de alguns relatórios de organizações não-governamentais e de alguns pesquisadores (Swope *et al.*, 2024; Weeden; Samson, 2024), que trabalham com fontes abertas, as principais potências espaciais e alguns estados aspirantes a essa condição estariam a desenvolver armas que podem vir a ser utilizadas para uma guerra no espaço. Dentre elas, mísseis antissatélite que destroem sistemas espaciais em órbita, sistemas que realizam operações de proximidade em satélites ou armas de energia dirigida, dispositivos de interferência eletrônica e cibernética, que parecem ser as capacidades mais bem desenvolvidas.

Esta seção do Capítulo explora evidências em torno dessas capacidades *counterspace*, seja do ponto de vista concreto, as armas para uso em eventual conflito espacial, ou na perspectiva de percepção de ameaças.

5.1. Evidências

Um primeiro campo de evidências se encontra nas capacidades de contraposição espacial. Há dois relatórios principais sobre essas capacidades são publicados anualmente, desde 2018, por *think tanks* estadunidenses, um pela *Secure World Foundation* (Weeden; Samson, 2024) e outro pelo *Center for Strategic and International Studies* (Swope *et al.*, 2024). Ao longo destes seis anos, ambos relatam o crescimento do número de Estados com essas capacidades e o próprio incremento no desenvolvimento do leque dessas capacidades. Ambos os relatórios fazem prognósticos de manutenção do crescimento dessas duas tendências. A Figura 12 apresenta uma visão geral das capacidades de contraposição espacial, em 12 Estados, por diferentes tipos e em distintas etapas de desenvolvimento, que vão da ausência até a significativa (o que em alguns casos já redundou no emprego real em conflitos).

Algumas dessas capacidades são destrutivas e irreversíveis, enquanto outras têm efeitos reversíveis. Até o presente momento, apenas operações de contraposição espacial não destrutivas foram realizadas contra adversários, geralmente na forma de ofensivas de guerra eletrônica e cibernética. Os sistemas de contraposição espacial se tornaram uma nova opção de dissuasão, especialmente contra adversários altamente dependentes de sistemas espaciais.

Figura 12 – Avaliação global das capacidades *counterspace* (2024)

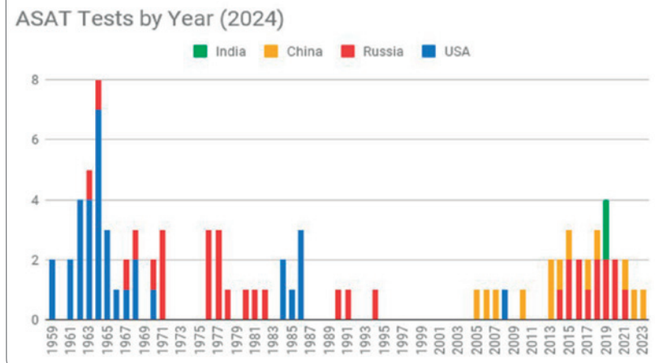
	US	RUSSIA	CHINA	INDIA	AUS.	FRANCE	IRAN	ISRAEL	JAPAN	N. KOREA	S. KOREA	UK
LEO Direct Ascent	■	■	▲	■	●	●	●	●	●	●	●	●
MEO/GEO Direct Ascent	■	■	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LEO Co-Orbital	■	▲	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●
MEO/GEO Co-Orbital	■	■	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Directed Energy	■	■	■	●	●	■	●	●	●	●	●	●
Electronic Warfare	▲	▲	▲	■	■	■	■	▲	■	■	●	●
Space Situational Awareness	▲	▲	▲	■	■	■	■	■	■	■	■	■

LEGEND: NONE ● SOME ■ SIGNIFICANT ▲ UNCERTAIN ? NO DATA –

Fonte: Weeden; Samson, 2024, p. xvi.

Outra relevante evidência na caracterização do espaço contestado são os testes de armas antissatélites (*antisatelitte weapon* – ASAT). Os primeiros registros de testes de armas ASAT "remontam ao ano de 1959, com os experimentos *Bold Orion* e *High Virgo* dos EUA" (Weeden; Samson, 2024, p. 01-12). Desde então, até 2023, testes ASAT têm sido conduzidos por EUA, Rússia, China e Índia, de formas distintas e com resultados diferenciados[127]. A Figura 13 mostra a evolução da quantidade de testes realizados por país. Observe-se que houve um arrefecimento no final da Guerra Fria, seguido da retomada dos testes, a partir de 2005, revelando a tendência geopolítica de relevância do espaço exterior no contexto da palavra contestado.

Figura 13 – Evolução dos testes de ASAT (1959-2023)



Fonte: SWF, 2024.

Os testes ASAT corroboram a evidência do espaço 'congestionado', apresentado anteriormente, mas também a do espaço 'contestado', pois não há outra razão de se desenvolver armas antissatélite que não seu uso como armas de dissuasão ou de destruição em conflitos no espaço.

Alternativamente, algumas formas de ataque contra sistemas espaciais são muito difíceis de detectar, atribuir e determinar. Trata-se dos ASAT não cinéticos, como os meios eletrônicos e cibernéticos, que comprometem o funcionamento satelital sem necessariamente fragmentá-lo. Além do ataque ser imperceptível a outros atores, o próprio operador do sistema-alvo, quando capaz de identificar o ataque, pode não ter interesse em publicizar seus efeitos, evitando confirmar ao agressor e a outros adversários a efetividade da sua operação ofensiva.

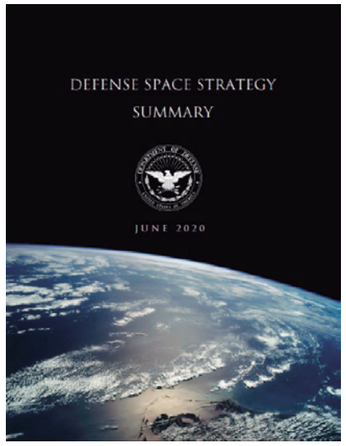
Cabe destacar um fator adicional na crescente ameaça imposta aos sistemas espaciais, aquela representada pelos grupos não estatais em conflitos armados irregulares. Grupos *hacker* têm demonstrado crescente capacidade de interferir em serviços satelitais de seus eventuais adversários. Segundo Weeden e Samson (2024, p 14-08), o sindicato criminal russo *Turla* foi capaz de sequestrar endereços de internet de usuários legítimos e comprometer o uso de computadores que controlam sistemas espaciais. Swope *et al.* (2024, p. 17) descreve que "hackers russos precisaram de apenas 45 minutos para inserir um malware que desligou 45.000 modems na Ucrânia antes da invasão de 2022."

Um terceiro elemento que evidencia a postura de disputa pelo espaço exterior pode ser observado em políticas públicas que tratam da segurança espacial dos EUA. Essa nação tem desenvolvido capacidades *counterspace* em seu programa militar espacial, conduzido pela United States Space Force (USSF). As capacidades atendem demandas intrínsecas, mas principalmente com foco naquilo que Rússia e China têm demonstrado no setor militar

[127] Resoluções das Nações Unidas buscam mitigar os testes de ASAT. A Resolução 77/41 apela aos Estados para se comprometerem voluntariamente a não realizar testes destrutivos de mísseis antissatélites de ascensão direta (Sooi, 2023). A resolução 71/32, de 2016, estabelece o compromisso dos Estados quanto à não colocação de armas no espaço, visando evitar o que se convenciona chamar de "armamentização" do domínio espacial, ou seja, a colocação de armas no espaço.

espacial. A *National Security Strategy* (NSS) de 2022 clama pela "sustentabilidade, proteção, estabilidade e segurança do domínio espacial" (USA, 2022a, p. 45), ao passo que identifica esses dois Estados como potenciais concorrentes em diversos setores da economia e da tecnologia espacial. A *National Defense Strategy* (NDS) de 2022 assevera que esses concorrentes estariam "desenvolvendo iniciativas para adquirir vantagens operacional, logística e informacional no domínio espacial" (USA, 2022b, p. 4). Mais enfática é a *Defense Space Strategy* de 2020, Figura 14, que considera como condição desejada "O domínio espacial seguro, estável e acessível. A utilização do espaço pelos Estados Unidos e pelos nossos aliados e parceiros é apoiada pela força militar sustentada e abrangente dos EUA. Os Estados Unidos são capazes de alavancar a nossa utilização do espaço para gerar, projetar e empregar poder em todos os domínios ao longo de todo o espectro do conflito" (USA, 2020, p. 2).

Figura 14 – *Defense Space Strategy* dos EUA (2020)



Fonte: US Department of Defense, 2024.

Mesmo que haja retóricas conciliadoras nos fóruns internacionais, a *Defense Space Strategy* exemplifica a postura confrontacional, declarando que "O espaço não é um santuário contra-ataques e os sistemas espaciais são alvos potenciais em todos os níveis de conflito, em particular oriundos da China e da Rússia, que representam a maior ameaça estratégica" (USA, 2020, p. 1). O que se observa, portanto, é um crescente discurso oficial de preocupação acirrada com os concorrentes chineses e russos, que estariam a desenvolver suas forças militares para prevalecer no domínio espacial. Esse é um movimento que se alinha com a questão das capacidades *counterspace* e tende a transformar, cada vez mais, o espaço exterior em potencial domínio de conflitos bélicos.

Essa é uma situação clássica do dilema de segurança. O temor ou a suspeita de os adversários estarem se armando no espaço, leva a atitudes que reduzem a sensação de segurança geral, conduzindo eventuais adversários a reagir de forma mais ameaçadora.

No tema de capacidades *counterspace* é fundamental traçar um panorama sintético sobre o emprego dessas capacidades em conflitos recentes. Embora satélites já tenham sido utilizados anteriormente pelas forças armadas de vários Estados para vigilância, monitoramento, inteligência e telecomunicações, considera-se a Guerra do Golfo de 1991 como a primeira guerra onde sistemas espaciais foram utilizados por forças militares de modo extensivo, destacando-se os serviços de telecomunicações e o uso do *Global Positioning System* (GPS), um sistema de posicionamento, navegação e temporização global via constelação satelital, dos EUA, que gerou consciência situacional, aquisição de alvos e direcionamento de bombardeios de precisão. China, Rússia e União Europeia (a Índia também está desenvolvendo) possuem suas alternativas ao GPS, além de os utilizarem militarmente.

O conflito na Ucrânia, que se desenvolve desde 2022, é muito ilustrativo sobre o emprego de capacidades *counterspace*. Importante capacidade que tem sido mostrada é a interferência eletrônica. Trata-se, por meio desses equipamentos, de interferir no sinal do sistema satelital adversário, geralmente nos sistemas de posicionamento, navegação e sincronização ou em telecomunicações. Há dois tipos de interferência, aquela que bloqueia ou impede o sinal (*jamming*) e aquela que manipula o sinal gerando informação enganosa do sinal (*spoofing*). A Figura 15 mostra o equipamento russo Tirada, utilizado no embate contra a Ucrânia, responsável por conduzir reconhecimento de sinais de rádio e supressão de comunicações satelitais.

Figura 15 – Sistema de interferência satelital russo Tirada

Fonte: Russia, 2020.

Outra capacidade amplamente explorada é o sensoriamento remoto satelital. Trata-se de adquirir informações sobre a superfície da Terra à distância, utilizando sensores[128] montados em satélites. Estes sensores captam dados em várias partes do espectro eletromagnético, incluindo luz visível, infravermelhos, micro-ondas e radar. Estes dados são depois processados para criar imagens e mapas que fornecem informações valiosas para operações militares.

Empresas comerciais como a *BlackSky*, a *CapellaSpace* ou a *Planet* estariam atuando na guerra, provendo à Ucrânia imagens de radar de abertura sintética (SAR). Essas informações teriam sido vitais para o planejamento militar ucraniano, na forma de *Open-source Intelligence* (OSINT) e *Geospatial Intelligence* (GEOINT) (Butt, 2022). Importante destacar, aqui, que essas empresas são de natureza comercial, que vendem seus produtos e serviços. A Figura 16 mostra um comboio militar russo dirigindo-se para Kiev, no dia 28 de fevereiro de 2022, imagem publicada pela empresa *Maxar Technologies*.

Figura 16 – Comboio militar russo em deslocamento para Kiev (28 fev. 2022)

Fonte: Mičuda *et al.*, 2022.

Outro elemento de evidência nessa guerra é o fornecimento, aos ucranianos, de serviço de conexão com a rede mundial de computadores pela empresa *Starlink*. Essa empresa opera uma constelação satelital da *SpaceX*. Por esse motivo, a Rússia teria lançado ataques cibernéticos contra a empresa *Starlink*, a fim de degradar ou neutralizar sinal de internet em algumas partes da Ucrânia. Inclusive, houve advertências de que os terminais *Starlink*, antenas parabólicas bidirecionais, seriam de fácil identificação e poderiam se transformar em alvos de ataques aéreos (Hilborne, 2022).

Dentro de um outro campo de ações, acredita-se que teriam ocorrido ações russas de espionagem no espaço, por meio da utilização de satélites para coleta de inteligência de sinais. Uma evidência mostrou o satélite russo *Repei*, que seria um satélite com um par de antenas grandes, o que significaria que podem ser satélites de comunicações ou de coleta de informações (Mulder, 2022).

A meteorologia em tempo real, altamente dependente de sensores satelitais, é parte integral do planejamento e execução de operações militares. Seu valor é ainda maior sobre territórios contestados ou hostis, onde tende a não haver disponibilidade de outros sensores. Similarmente, sensores orbitais de monitoramento ambiental fornecem informações muito relevantes do teatro de operações (ACSC *et al.*, 2023). No conflito na Ucrânia esses sensores são utilizados, por exemplo, para monitorar os níveis de radioatividade ao redor da usina nuclear de Zaporizhia.

Por fim, é relevante ressaltar várias outras capacidades militares associadas a um conflito no espaço exterior, ressaltando, porém, que uma possível guerra espacial não ocorreria, necessariamente, apenas no contexto geográfico do espaço exterior. Ou seja, a ideia de um *continuum* entre o segmento terrestre e marítimo, a atmosfera e o espaço exterior, propriamente, definem mais claramente o domínio, a dimensão ou o ambiente no qual se dá o fenômeno da guerra espacial.

Seria possível levantar as seguintes capacidades adicionais:

a) ocupação física de estações de rastreamento de satélites, como no caso de Yevpatoria, nas proximidades de Sebastopol, ocupada em 2014 pelos russos e abandonadas funcionalmente, neutralizando importante ativo da capacidade espacial ucraniana (Butt, 2022);

b) agregar serviços satelitais às operações militares em outras dimensões, como no ataque ao navio da marinha russa Moskva, por meio do guiamento e orientação de fogo de drones (com links satelitais) e mísseis antinavio (Watson; Martin, 2022). Essa suposição ganhou mais força nos últimos dias, envolvendo o governo dos EUA e suas capacidades espaciais, inclusive em outro ataque contra a Fragata Almirante Makarov.

c) emprego independente de drones guiados a grandes distâncias por enlaces satelitais, como aqueles utilizados pelos ucranianos na unidade *Aerorozvidka*, especializada no emprego desse tipo de equipamento para reconhecimento visual e por infravermelho a noite (Ranjan, 2022), com grande efeito no campo de batalha;

d) destruição de centros de produção de foguetes espaciais, como no caso da empresa *Artyom*, situada em Kiev (Teslova, 2022), ou a ocupação de clusters espaciais importantes, como o da empresa *Pivdenne*, reduzindo a capacidade de pesquisa e desenvolvimento tecnológico ucraniano no setor espacial (Mulder, 2022);

[128] Há diversos tipos de sensores: a) sensores ópticos, que capturam imagens semelhantes às que os humanos veem; b) Infravermelhos de onda curta, que detectam a energia térmica emitida pelos objetos; c) Infravermelhos térmicos, que medem as variações de temperatura; d) sensores de micro-ondas, como radares, escaterômetro ou radiômetro; e) Lidar (*Light Detection and Ranging*), que emite impulsos laser e mede o tempo que os impulsos demoram a regressar ao sensor (Gemini, 2024).

e) constelações de satélites especialmente dedicadas ao alerta antecipado do lançamento de mísseis; essencial para a detecção desta ameaça a tempo e de forma acurada para a posterior ativação das defesas passivas, ativas e contra-ataques (ACSC *et al.*, 2023). Tal evidência nos remete ao ataque da milícia Houthi contra Israel, quando foi utilizada uma defesa antimíssil balístico (Swope *et al.*, 2024; Weeden; Samson, 2024); e

Figura 17 – *Peresvet* – complexo de combate a laser russo

Fonte: Global Security, 2024.

f) armas de energia dirigida, como o equipamento *Peresvet* russo (Figura 17), um sistema móvel de emissão de laser. O sistema é provavelmente capaz de ofuscar sistemas óticos satelitais pelo uso de energia concentrada e excesso de brilho (Global Security, 2024). Do ponto de vista do sensoriamento remoto ótico, essa capacidade permitiria impedir que satélites adversários fotografassem determinada área geográfica.

5.2. Inferências

No escopo do espaço exterior como espaço geopolítico contestado, surgem algumas inferências cruciais para o tema. A primeira delas aponta para o crescente desenvolvimento de capacidades para um eventual conflito que envolva a dimensão espacial. Apesar das restrições impostas pelos tratados internacionais e o evidente risco dos detritos espaciais, os principais relatórios globais abertos ao público apontam para a continuidade e a expansão das capacidades *counterspace* em vários países.

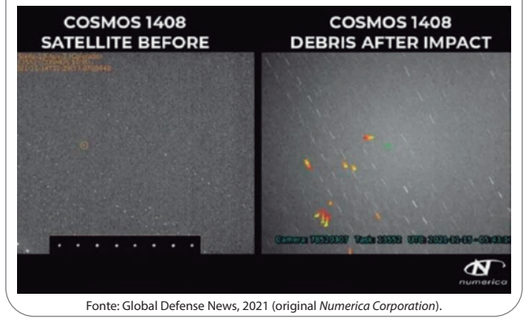
No caso das armas ASAT de efeito destrutivo, importante lembrar que a Rússia teria conduzido um teste de míssil antissatélite no dia 15 de novembro de 2021. Teria sido utilizado o sistema PL-19 *Nudol*, contra o satélite defunto Cosmos 1408, lançado em 1982. O teste reverberou na mídia pela questão da criação de *debris* em grande magnitude. A Figura 18 mostra a situação de *debris* antes e depois da detonação espacial. É importante destacar que esse teste ocorre exatamente nas vésperas da invasão da Ucrânia.

Outra tendência marcante observada foi a concretização de um discurso oficial, ao menos nos EUA, sobre o potencial risco de potências como Rússia e China virem a se transformar em ameaça no domínio espacial para os interesses estadunidenses. Tal propensão estaria a caracterizar uma eventual confrontação militar nas órbitas terrestres.

Tal tendência é reforçada quando se observam fatos recentes de utilizadas das mais variadas capacidades *counterspace*, seja no campo do sensoriamento remoto, do serviço de telecomunicações para acesso à internet, para o alarme contra mísseis balísticos e sua efetiva destruição, mas também em ações de outras naturezas como a neutralização de produção de centros industriais espaciais ou a ocupação de centros de controle de sistemas espaciais. No grupo dessas evidências, também poderiam ter sido levantadas ações de caráter cibernético.

Essas ações podem gerar falhas de comunicação ou mesmo manobras indesejadas em satélites que venham a consumir todo seu combustível e torná-lo inoperante e não-funcional. Dentre as operações cibernéticas recentes em conflitos militares, destaca-se o ataque cibernético contra a rede KA-SAT, operada pela empresa *Viasat*, que ocorreu em 24 de fevereiro de 2022 e resultou em uma interrupção parcial do serviço de banda larga via satélite, gerando disfunções de serviços para indivíduos e empresas públicas e privadas ucranianas. A investigação subsequente e a análise forense identificaram uma intrusão na rede terrestre por um invasor que explorou uma configuração incorreta em um dispositivo VPN (Rede Virtual Privada) para obter acesso remoto ao segmento de gerenciamento confiável da rede KA-SAT (Viasat, 2022).

Figura 18 – Imagens antes e depois do teste ASAT russo (15 nov. 2021)



Fonte: Global Defense News, 2021 (original *Numerica Corporation*).

Todos esses elementos conjugados apontam para uma situação em que o espaço cislunar, principalmente as órbitas LEO e GEO tendem a ser espaços geográficos disputados pelas grandes potências espaciais. Essa sensação de insegurança não decorre apenas do desenvolvimento de capacidades *counterspace*, mas de todo o conjunto até aqui analisado. Do ponto de vista do espaço congestionado, há a dúvida quanto à equidade de acesso em função das disparidades de desenvolvimento tecnológico entre os Estados. Do ponto de vista da competitividade, a inserção dos novos atores estatais e privados gera uma nova corrida ao espaço, em busca dos recursos naturais finitos, como as órbitas terrestres, e a distribuição de serviços satelitais. Enfim, esse conjunto conhecido como "3 C" (congestionado, competitivo, contestado) é um forte indicador para as questões futuras no espaço exterior. Por esse motivo, é relevante apontarmos os riscos, os desafios e as oportunidades que podem ser contextualizadas para o Brasil no panorama 2045.

6. O Brasil no Espaço Exterior

A origem do Programa Espacial Brasileiro (PEB) pode ser observada, efetivamente, nos esforços governamentais em se consolidar o ensino de engenharia aeronáutica no Brasil, na década de 1940. Em 29 de janeiro de 1946, criava-se a Comissão de Organização do Centro Técnico de Aeronáutica (COCTA), cujo propósito era estabelecer as bases para a instalação do Centro Técnico da Aeronáutica (CTA), cuja organização se deu definitivamente em 1º de janeiro de 1954 (Brito, 2020). Autores como Villas-Bôas (2016) identificam, de maneira mais abrangente, as iniciativas de implantação de novas tecnologias facilitadoras às atividades espaciais no Brasil que retroagem ao governo de Getúlio Vargas, em 1934.

O Quadro 4 sintetiza os principais momentos do PEB, desde a criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), cuja função seria primordialmente "propor a Política Espacial Brasileira e a legislação correspondente", além de "elaborar o plano de criação da Comissão Nacional de Atividades Espaciais" (Brasil, 1961) até a publicação da Lei 14.946, de 31 de julho de 2024, conhecida como Lei Geral das Atividades Espaciais no Brasil.

Os dados cronológicos destacados no Quadro 4 não esgotam o histórico das atividades espaciais brasileiras. No entanto, há um ponto que merece destaque quando se relativiza a situação brasileira com a de outras nações consideradas potências espaciais. A China, de forma semelhante ao Brasil, iniciou seu programa espacial na década de 1950. O Projeto 581 planejava a construção e colocação em órbita de um satélite chinês com o veículo de lançamento R-12 (Encyclopedia Astronautica, 2019). Em 1970, a China "lançou com êxito o DFH-1, seu primeiro

Quadro 4 – Síntese da cronologia do PEB

Ano	Evento
1961	Criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (COGNAE).
1965	Criação do Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno (CLFBI).
1970	Criação do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE).
1971	Criação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE).
1973	Criação do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).
1979	Criação do programa espacial Missão Espacial Completa Brasileira (MECB).
1982	Implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA).
1993	Colocação em órbita do primeiro satélite brasileiro da série Satélite de Coleta de Dados (SCD-1).
1994	– Criação da Agência Espacial Brasileira (AEB). – Aprovação da Política de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) – Decreto nº 1332, de 8 de dezembro de 1994.
1996	Aprovação do 1º Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) – 1996-2005.
1997	Primeira tentativa de Lançamento do Veículo Lançador de Satélites (VLS).
1998	Aprovação do 2º Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) – 1998-2007.
2003	– Acidente com o VLS (23 agosto). – Criação da *Alcantara Cyclone Space* (ACS).
2005	Aprovação do 3º Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) – 2005-2014.
2012	– Aprovação do 4º Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) – 2012-2021. – Constituição da Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE).
2017	Colocação em órbita do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC).
2018	Aprovação do Programa Estratégico de Sistemas Espaciais – MD20-S-01 (1ª Edição/2018).
2019	Criada a frente parlamentar mista para o PEB.
2020	– Aprovação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) com o Governos dos EUA – Decreto nº 10.220, de 5 de fevereiro de 2020. – Criação do Centro de Operações Espaciais (COPE).
2022	Aprovação do 5º Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) – 2022-2031
2024	– Aprovação do Projeto da Lei Geral das Atividades Espaciais – Lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024. – Encaminhamento do Projeto de Lei 3819/24, criando uma empresa pública de projetos aeroespaciais, batizada como Alada. – Assinatura do Acordo de Conciliação entre o Governo Federal e as comunidades quilombolas em Alcântara – MA.

Fonte: adaptado de Villas-Bôas, 2016 e Brasil, 2023a.

satélite, utilizando o veículo de lançamento Longa Marcha 1, um míssil balístico intercontinental modificado" (Futron Corporation, 2003, p.5). A Índia, bem mais tardiamente, em 01 de junho de 1972 criaria sua Comissão Espacial e do Departamento do Espaço. Em 18 de julho de 1980, lançou o satélite RS-1 (*Rohini Satelitte*), de 35 kg, a bordo do foguete SLV-3 (ISRO, 2023). Notável, portanto, como alguns Estados iniciaram seus programas espaciais aproximadamente ao brasileiro e já alcançaram capacidades e realizações além daquelas atingidas pelo PEB. Uma análise das causas dessa defasagem pode ser intuitiva nesta seção que insere o contexto brasileiro na questão das megatendências do Espaço Exterior.

6.1. Evidências Materiais

O Brasil possui dois centros espaciais dedicados ao lançamento de foguetes espaciais e suborbitais e suas cargas úteis, o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), inaugurado em 1965, e o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), de 1983. O CLA é considerado o centro de lançamento de foguetes espaciais melhor geolocalizado do mundo, simplificadamente, por estar em área estratégica e a apenas dois graus ao sul da Linha do Equador, permitindo alcançar todas as órbitas planetárias, com mais carga e menor custo (AEB, 2022). Além disso, as vantagens de estabilidade tectônica, climatologia bem definida, ausência de fenômenos extremos de meteorologia e baixo tráfego aéreo local qualificam o CLA como um importante ativo nacional para o PEB.

No entanto, há questões que precisam ser apontadas. O CLBI sofre o processo de adensamento urbano local que atinge os municípios de Natal e Parnamirim no Rio Grande do Norte, o que restringe o lançamento de foguetes maiores, devido aos riscos de um acidente às edificações civis na área. O CLA, somente em 2024, conseguiu contemporizar a questão dos quilombolas, por meio de um acordo de conciliação (Brasil, 2024d), que deu títulos aos cidadãos dessa comunidade. Essa questão gerou sérias restrições ao melhor aproveitamento do CLA, inclusive com parcerias internacionais. Além disso, somente após a aprovação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) com os Estados Unidos da América (Brasil, 2020), é que houve a perspectiva de viabilidade comercial do Centro para empresas interessadas em lançamentos orbitais. Contudo, até 2024 apenas um lançamento de satélite ocorreu no CLA, fruto de acordo comercial, em março de 2023, com um foguete de tecnologia da empresa sul-coreana Innospace (Innospace, 2023).

Uma evidência material significativa pode ser identificada na catástrofe de 22 de agosto de 2003, quando houve uma explosão no Veículo Lançador de Satélites (VLS-1), ainda experimental, na plataforma lançadora no CLA, durante um teste, fato que vitimou 21 profissionais de elevado conhecimento técnico vinculados ao PEB. Além da comoção nacional, a perda desses técnicos impactou decisivamente a continuidade do desenvolvimento desse lançador e a quebra de expertise acumulada há anos.

Outra evidência material importante foi a viagem do primeiro astronauta brasileiro, Marcos Cesar Pontes, militar da Força Aérea Brasileira (FAB), que em 30 de março de 2006, chegou à Estação Espacial Internacional (*International Space Station* – ISS). Apesar do feito memorável, a iniciativa brasileira junto à ISS representou um caso de descontinuidade dos planos de longo prazo do PEB. Compondo o grupo de 16 países membros da Estação, em 2007, o Brasil foi excluído do programa multinacional por descumprir prazos estabelecidos e impor drásticas reduções nos orçamentos acordados (G1, 2007).

Em 2024, surgiram evidências alvissareiras para o PEB. A aprovação do Projeto da Lei Geral das Atividades Espaciais – Lei nº 14.946, aponta para uma regulação mais apropriada das atividades espaciais no Brasil. Há na Lei duas autoridades nacionais para as respectivas responsabilidades e regulamentações adicionais. Em primeiro lugar, a "autoridade espacial de defesa, exercida pelo Comando da Aeronáutica, [incumbida de] regulamentar e fiscalizar as atividades espaciais de defesa nacional" e a "autoridade espacial civil, exercida pela Agência Espacial Brasileira (AEB), [a quem cabe] regulamentar e fiscalizar as atividades espaciais civis realizadas no País" (Brasil, 2024b).

Outro fator a se considerar é o encaminhamento do Projeto de Lei 3819/24, criando uma empresa pública de projetos aeroespaciais, batizada como ALADA. Segundo o Governo Federal "o objetivo [da empresa ALADA] é explorar economicamente a infraestrutura e navegação aeroespaciais e as atividades relacionadas ao desenvolvimento de projetos e equipamentos aeroespaciais" (Brasil, 2024f).

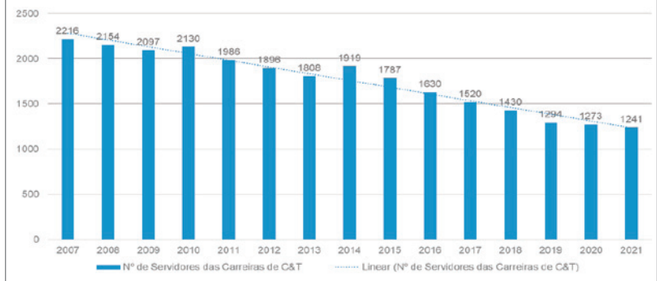
Também em 2024, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) selecionou dois projetos da iniciativa privada brasileira para desenvolvimento de Veículo Lançador de Pequeno Porte (VLPP). De acordo com o portal CNN Brasil (Moliterno, 2024), "a Cenic Engenharia Indústria e Comércio Ltda receberá R$ 190 milhões e a Akaer Engenharia SA R$ 180 milhões", com prazo de 36 meses de execução, de forma que os foguetes estejam prontos em 2026. Embora o VLPP ainda seja de menor porte e transporte cargas úteis mais leves que o VLS, essa linha de financiamento abre perspectivas otimistas para o Brasil.

Paralelamente às iniciativas de desenvolvimento de sistemas espaciais civis, o governo brasileiro constituiu, em 17 de abril de 2012, a Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE), cuja finalidade seria "coordenar os trabalhos relativos à definição e à implantação de sistemas espaciais relativos à defesa, incluindo seus elementos orbitais e a relativa infraestrutura de apoio" (Brasil, 2012). Nesse escopo surge, em 2018, o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) que é "voltado à implantação de Sistemas Espaciais que priorizam as necessidades do MD e das FA e disponibilizam produtos de uso predominantemente dual (civil/militar)" (Brasil, 2018, p. 17).

Um outro campo nas evidências materiais pode ser observado na questão dos recursos humanos dedicados à atividade tecnológica do setor espacial. O que se percebe é uma crescente redução nos quantitativos de técnicos especializados. As figuras 19, 20 e 21 demonstram o panorama de recursos humanos na AEB, no INPE e no DCTA, três importantes instituições do PEB. Na AEB, a redução entre 2017 e 2024 é de 46%; no INPE, entre 1999 e 2021, de 37%; e no DCAT, entre 2007 e 2021, de 44%.

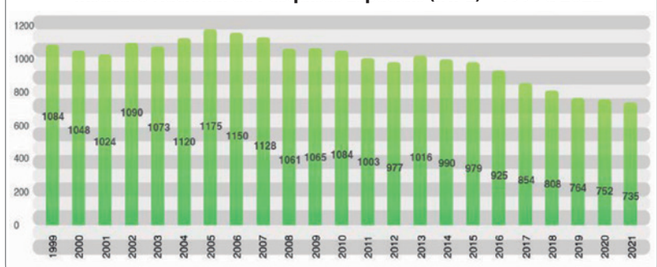
Além das evidências materiais, que tratam da infraestrutura, de fatos ocorridos, de financiamentos, dos programas e dos recursos humanos, é relevante caracterizar o panorama orçamentário que abrange o setor espacial brasileiro.

Figura 19 – Nº de servidores da carreira de C&T, na AEB



Fonte: adaptado de AEB, 2024.

Figura 20 – Involução da força de trabalho dos servidores no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – 1999 a 2022



Fonte: Fórum de C&T, 2022[129].

Figura 21 – Involução da força de trabalho no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) – 2007 a 2021

Fonte: Fórum de C&T, 2022[130].

6.2. Evidências Orçamentárias

Desde a PNDAE, de 1994, postulando que "as características geoeconômicas do Brasil fazem com que sejam muito expressivas as potencialidades de aplicação da tecnologia espacial no atendimento a um rol numeroso de necessidades nacionais" (Brasil, 1994) até os documentos de Defesa Nacional mais recentes, como a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END) (Brasil, 2024c), que preconizam o setor espacial como prioritário na consecução dos objetivos nacionais, as atividades espaciais parecem ter sido percebidas como essenciais para o desenvolvimento socioeconômico e para a segurança e defesa nacionais.

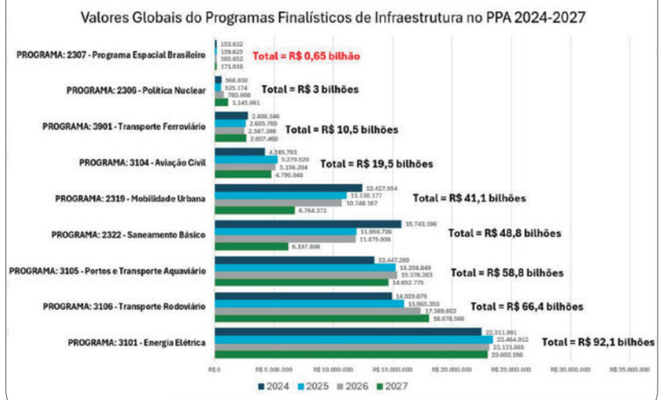
[129] Os dados originais do Relatório do Fórum de C&T foram extraídos do Painel Estatístico de Pessoal – Ministério do Planejamento e INPE (via Lei de Acesso à Informação).
[130] Os dados originais do Relatório do Fórum de C&T foram extraídos do DCTA.

Entretanto, do ponto de vista orçamentário, tal percepção não parece ser refletida. Conforme apontam algumas evidências a seguir, existem problemas de estabilidade e previsão orçamentárias ao longo dos anos, assim como um relativo baixo investimento nacional no setor espacial à luz das potências espaciais e mesmo de atores estatais de menor potencial. A longo prazo, essa talvez seja uma das maiores dificuldades do Estado brasileiro para alavancar o PEB ao potencial e às ambições declaradas pelo Brasil.

Inicialmente, observemos a questão relativa ao escopo dos programas finalísticos nacionais. A Figura 22 é um extrato do Anexo II do Sumário Executivo de Informações Macroeconômicas e Fiscais do Plano Plurianual 2024-2027, do Ministério do Planejamento e Orçamento, contendo apenas alguns programas a título de comparação. Dentre os valores dos Programas Finalísticos relativos aos orçamentos Fiscal e da Seguridade Social e de Investimentos (Estatais Federais), percebe-se que o PEB contempla um valor total no período de R$ 651 milhões. Dentre os 88 programas listados, sem estabelecimento de juízo de valor sobre a importância relativa, o valor orçamentário alocado ao PEB é semelhante a programas como "Pesca e Aquicultura Sustentáveis", "Cuidado e Acolhimento de Usuários e Dependentes de Álcool e Outras Drogas", "Transparência, Integridade e Enfrentamento da Corrupção" ou "Promoção do Acesso à Justiça e da Defesa dos Direitos".

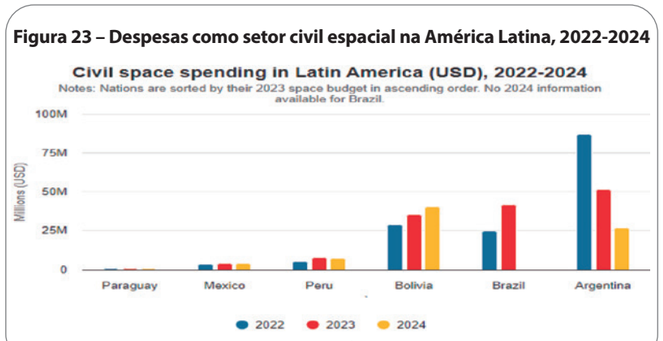
Outra forma de se relativizar o PEB é estabelecer uma comparação com os investimentos de outros Estados em programas semelhantes. Duas métricas podem ser utilizadas para tal comparação. Na Figura 23, que Bolívia e Argentina, chegaram a ultrapassar o Brasil nas despesas no setor espacial civil, entre 2022 e 2024 (dados da AEB indicam que em 2024 o orçamento brasileiro dedicaria US$ 47 milhões às despesas, que entretanto ainda não se consolidaram, caracterizando uma evidência de previsibilidade orçamentária que será apontada adiante).

Figura 22 – Exemplos de orçamentos previstos para programas finalísticos no PPA 2024-2027



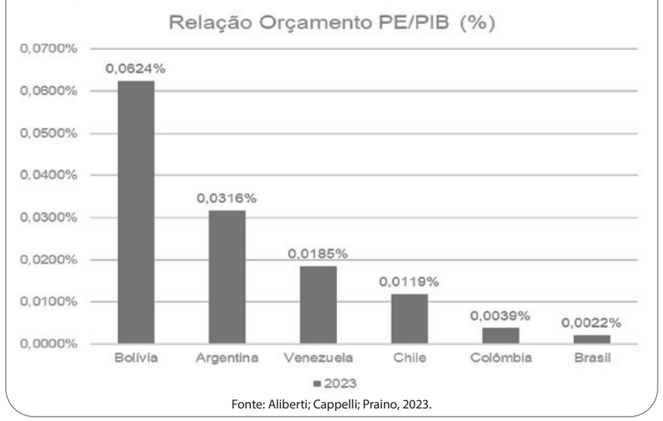
Fonte: Brasil, 2024e.

Figura 23 – Despesas como setor civil espacial na América Latina, 2022-2024



Fonte: Space Foundation, 2024.

Figura 24 – Relação Orçamento de programa espacial e % do PIB



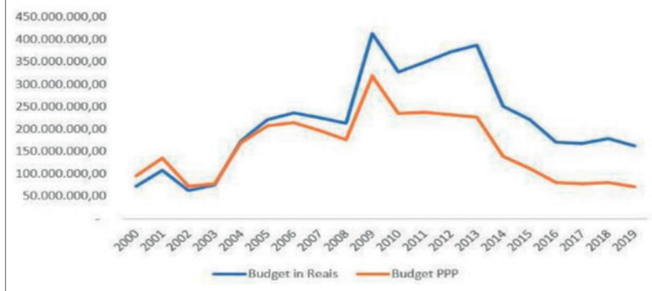
Fonte: Aliberti; Cappelli; Praino, 2023.

A outra métrica é a relação Produto Interno Bruto (PIB) e orçamento do programa espacial. A Figura 24 contextualiza entre países da América Latina a relação, evidenciando que o Brasil se encontra na ordem de 0,0022%, enquanto a Bolívia está na ordem de 0,0624% e a Argentina em 0,0316%, além de outros Estados que superam o nosso país.

No que tange à estabilidade orçamentária, a Figura 25 representa claramente a situação, tanto na questão do orçamento em Reais (*Budget in Reais*) ou na questão da paridade do poder de compra em dólares US$ (*Budget PPP*), revelando uma curva instável, onde na extremidade superior, no caso do orçamento, no ano de 2009, atingiu-se um montante de cerca de R$ 400 milhões, ao passo que na extremidade inferior, nos anos de 2002 ou entre 2017-2019, o valor ficou inferior a R$ 100 milhões.

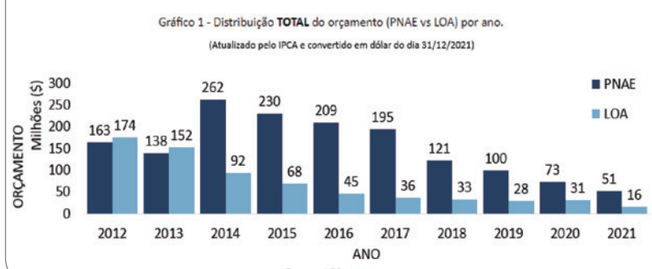
No que tange à previsibilidade orçamentária, a Figura 26 demonstra as lacunas entre as expectativas do PNAE quanto ao orçamento e os valores efetivados na Lei Orçamentária Anual (LOA). Com exceção de 2012 e 2013, todos os demais períodos fiscais tiveram déficit entre o orçamento planejado e o executado, corroborando a questão da falta de previsibilidade nas despesas.

Figura 25 – Orçamento espacial brasileiro de 2000 a 2019 em reais e em dólares considerando a paridade do poder de compra (PPP – *Purchasing Power Parity*)



Fonte: Cabello; Freitas; Melo, 2022.

Figura 26 – Distribuição TOTAL do orçamento (PNAE vs. LOA), 2012-2021



Fonte: AEB, 2022.

6.3. Inferências

As evidências materiais e orçamentárias não traçam um perfil promissor para o Brasil no setor espacial, apesar da prioridade definida em documentos oficiais e de algumas iniciativas de investimento recentes.

Do ponto de vista militar, o esforço tem sido na direção da formação de recursos humanos e na agregação da capacidade de controlar satélites e dominar a consciência situacional espacial. Nessa direção, a criação do Centro de Operações Espaciais, em 23 de junho de 2020, permitiu, de forma dual, decorrente do lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), haja vista que se trata de um ativo espacial de uso militar e civil, o ingresso do Brasil no rol de Estados que podem gerenciar seus ativos espaciais de forma substantiva. Especificamente na questão do PESE o esforço é de agregação de novas constelações satelitais que possam fornecer capacidade de sensoriamento ótico, por radar, comunicações táticas e estratégicas para as Forças Armadas.

No que tange à vertente civil, a AEB trabalha com cenários para 2022-2031, no escopo do PNAE. O Programa organiza os cenários "em função de expectativas decenais de investimento" (Brasil, 2023b, p. 49). As expectativas de investimento se organizam em: Missões Espaciais, Acesso ao Espaço, Desenvolvimento de Competências, Infraestruturas e Aplicações. No escopo dos cenários previstos, há uma visão otimista quanto à alocação orçamentária. Assim é que se constituem cenários baseados na manutenção do patamar de investimento de 2022 (Cenário 0 – zero) até cenários com acréscimo de 50% (Cenário 50); 100% (Cenário 100), representando "um potencial de investimento de cerca de R$ 2,4 bilhões ao longo da década" (Brasil 2023, p. 53); 200% (Cenário 200) ou "cerca de R$ 3,6 bilhões ao longo da década"; e 1000% (Cenário 1000), atingindo "cerca de R$ 13,2 bilhões ao longo da década" (Brasil, 2023b, p. 53-55). A expectativa é colocar o Brasil como o líder sul-americano no mercado espacial.

A visão em torno de cenários é peculiar e serve de conclusão para este segmento do Capítulo. Em face de todas as evidências apontadas para o caso brasileiro, e consoante com a demanda de revisão periódica dos ciclos orçamentários, qual seriam os cenários de potencial redução dos patamares de investimento no setor espacial brasileiro. Não há evidências no PNAE que se tenha utilizado essa lógica do cenário pessimista, ou de maior impacto negativo para o PEB. Talvez, as conclusões que serão apresentadas a seguir possam colaborar na previsão das megatendências brasileiras e naquilo que podemos antecipar quanto aos riscos, desafios e oportunidades até 2045.

7. Riscos, Desafios e Oportunidades – Brasil 2045

Os próximos dez anos serão decisivos para o Brasil na questão do Espaço Exterior. A exploração da atividade espacial tem sido colocada como prioritária em políticas públicas nacionais, como é o caso da Política Nacional de Defesa, mas a efetiva alocação orçamentária sofre restrições de toda ordem, o que impede a efetiva alavancagem do setor espacial, tanto na vertente militar como na civil, atingir patamares que coloquem o país no nível desejado para uma potência espacial.

É importante que se considere o seguinte: as infraestruturas críticas de um Estado são, em sua maioria, dependentes dos sistemas espaciais. Nos EUA, onde existem dados mais concretos, uma nota técnica do Departamento de Comércio avalia a dependência do GPS que afeta os setores financeiro, de telecomunicações e de energia elétrica, concluindo que são sistemas muito dependentes dessa constelação satelital, cuja perda ou não funcionalidade, mesmo por curtos períodos, seria espantosa para a sociedade (Lombardi, 2021).

Na perspectiva de se apontar direções prioritárias para o debate do tema nacionalmente, a reunião das evidências identificadas em cada uma das seções anteriores conduz a conclusão deste capítulo para a indicação de riscos, desafios e oportunidades para o setor espacial brasileiro, à luz da evolução internacional. Na concepção do texto, 'risco' significa uma condição que poderá suscitar atrasos, prejuízos, cancelamentos ou alterações de curso nas pretensões nacionais no setor. Os 'desafios' surgem, principalmente, a partir dos riscos, e são compreendidos como demandas de políticas públicas de orientação, incentivo e sustentação da exploração da atividade espacial no Brasil. Mas também há medidas que podem ser tomadas fora da esfera pública governamental, pelas entidades de classe do setor espacial e pelas próprias empresas privadas. As 'oportunidades' refletem nichos ou caminhos sugeridos na direção de fortalecimento do Programa Espacial Brasileiro (PEB), seja na vertente civil (no caso, pelo Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE) ou militar (por intermédio do Programa Estratégico de Sistemas Espaciais – PESE).

Em primeiro lugar, há um risco iminente no conceito de 'entorno estratégico', na forma como ele aparece nos documentos de defesa nacional (Brasil, 2024). A se perpetuar tal equívoco, não considerar a perspectiva tridimensional nesse relevante conceito nacional, aumenta-se a probabilidade de insucesso no empreendimento espacial brasileiro, pois exclui uma relevante dimensão geográfica de nosso entorno prioritário. A perspectiva dos "3 C" (congestionado, competitivo e contestado) ajuda a reforçar essa percepção de que o espaço cislunar não pode deixar de ser considerado geográfica e estrategicamente um domínio prioritário para o Brasil. Por esse motivo, surge o desafio de revisão dos documentos nacionais de defesa em torno desse conceito. A própria existência de sistemas das forças armadas dependentes de satélites e ativos espaciais revela-se como oportunidade de inserção dessa perspectiva no conceito.

A maioria dos especialistas acredita que a legislação espacial, no corpo de seus principais acordos e tratados, é insuficiente para lidar com os desafios econômicos, sociais, tecnológicos e de segurança surgidos na Nova Era Espacial, gerando insegurança à atividade espacial. Esse é um desafio internacional, aquele de regulamentar por exemplo a exploração econômica ou a equidade de acesso às órbitas e às frequências de telecomunicações dos satélites, questões que foram evidenciadas neste Capítulo. Ao Brasil, devido à sua tradição diplomática de conciliação, apresenta-se uma oportunidade ímpar de assumir maior protagonismo nos fóruns internacionais para agregar valor à discussão jurídica.

Apesar de a Lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024, instituindo normas aplicáveis a atividades espaciais nacionais, ter representado um avanço nessa direção, a demanda que o próprio instrumento legal prevê quanto às regulamentações adicionais aponta que ainda há um longo caminho a ser percorrido. A par de questões críticas que exigirão legislações complementares, como os detritos, tarifas, sanções, licenciamento etc., há a questão da governança compartilhada entre as atividades sob responsabilidade da Agência Espacial Brasileira (AEB) e do Comando da Aeronáutica.

Um terceiro ponto é o econômico, amplamente evidenciado. Nele está grande parte do risco na atividade espacial, principalmente pela não percepção do potencial na palavra cooperação. Apresentam-se duas oportunidades na direção da cooperação. Uma que é a cooperação entre os estados e outra que é a cooperação entre o setor público e o privado. Um empreendimento histórico, a Estação Espacial Internacional, e um mais recente, o Programa Artemis, colocam em evidência essa tendência do *New Space*. A substituição da competição pela cooperação deve se apresentar como um caminho para a exploração espacial no Brasil.

Os *debris* espaciais, como foi observado, colocam em evidência a questão da poluição nas órbitas terrestres. O grande desafio é mitigar esse problema, em especial o detrito derivado da atividade humana, principalmente aquele resultado de testes destrutivos de armas cinéticas no espaço. O Brasil, que é um interessado direto na expansão da exploração espacial e já se vê afetado pela questão dos *debris*, pode ensejar atitudes responsáveis internacionalmente, principalmente pelo estímulo aos regimes de controle de geração de *debris* espaciais.

Outro tópico de debate geopolítico internacional é a questão da equidade de acesso, discutida no escopo deste Capítulo. Vislumbram-se riscos a esse preceito, inclusive disposto nos acordos internacionais, em função do crescimento exponencial de ativos no espaço, fruto dessa Nova Era Espacial, um movimento que coaduna com a ideia dos "3 C". Os desafios tecnológicos resultam em uma concentração desproporcional de acesso ao espaço pelas grandes potências. Reforçando a lógica anteriormente apresentada, esse poderá ser o principal tema do debate geopolítico mundial, levando-se em conta matizes de apropriação baseadas na ideia de quem 'chegar primeiro' tem direito sobre o território ou o recurso natural. Toda essa questão faz soar o alerta nacional para a defasagem tecnológica em que nos encontramos, pois poderemos não ter acesso ao domínio geográfico do espaço cislunar.

Esse risco demanda providências imediatas na direção de investimentos públicos, fortalecimento da capacidade tecnológica estatal e privada, movimentos de parceria internacional e no Brasil, com empresas comerciais, além de capacidade orçamentária de sustentação de programas dispendiosos que não sobrevivem sem os aportes governamentais.

Um risco potencial das capacidades *counterspace* é a ocorrência de conflitos no espaço exterior, em especial nas órbitas terrestres. Há uma percepção de que tecnologias estão sendo desenvolvidas nessa direção, e algumas delas gerariam efeitos catastróficos para a humanidade, como a perda de capacidade de telecomunicações e de sensoriamento remoto. Como hoje há uma grande dependência desses serviços, em várias atividades da sociedade, o desafio é tentar impor restrições ao uso dessas capacidades, à luz dos instrumentos legais do Direito Internacional Humanitário. Ao Brasil, pode caber um papel singular nessa tarefa, participando e estimulando iniciativas de desarmamentização do espaço nos fóruns internacionais.

Por fim, um tema muito pouco discutido no Brasil, mas que está presente em todas as grandes potências aeroespaciais é o *soft power*. Ele está intrinsecamente relacionado à representação e ao prestígio internacional. O desafio é perceber quais são os instrumentos utilizados pelas grandes potências espaciais na exploração dos seus respectivos *soft power* nas questões relativas ao espaço. O desafio capital é perseverar na educação, na pesquisa e na ciência, como formas de fortalecimento desse poder macio. Mas há também o caminho da conscientização da população sobre a importância da exploração espacial. Nessa direção, abrem-se caminhos na educação básica e superior, como forma de se estabelecer um verdadeiro *soft power* espacial.

Referências

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). **Nota Técnica nº 1/2022/CMA/DGSE**. Execução Orçamentária e Financeira do Programa Nacional de Atividades Espaciais (2012-2021). Brasília, 2022.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Relatório de Gestão – Exercício 2023**. Brasília, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/acesso-a-informacao/auditorias/prestacao-de-contas/RelatoriodeGestaoAEB2023.pdf Acesso em: 28 out. 2024.

AIR COMMAND AND STAFF COLLEGE (ACSC), SCHRIEVER SPACE SCHOLARS; AIR WAR COLLEGE (AWC); WEST SPACE SEMINAR. **AU-18 Space Primer**. Maxwell Air Force Base: Air University Press, 2023.

AKRE, S. Global Space Travel or Tourism Market Overview. July 2024. **Space Market Research**. Disponível em: https://www.marketresearchfuture.com/reports/space-travel-tourism-market-18891 Acesso em: 25 set. 2024.
ALIBERTI, M.; CAPPELLI, O.; PRAINO, R. **Power, State and Space Conceptualizing, Measuring and Comparing Space Actors**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.

ANTESKY SCIENCE TECHNOLOGY (ANTESKY). **Introduction and solutions about interference problems in satellite communication**. 2024. Disponível em: http://www.antesky.com/introduction-and-solutions-about-interference-problems-in-satellite-communication/#:~:text=Radio%20waves%20transmit%20up%20to,problem%20is%20adjacent%20satellite%20interference. Acesso em: 24 set. 2024.
ARMSTRONG, Martin. The Growth of the SpaceX Starlink. **Statista**, mar. 1, 2022. Disponível em: https://www.statista.com/chart/26952/spacex-starlink-satellites-in-orbit/ Acesso em: 24 set. 2024.

AYDIN, I. **Geopolitics of Outer Space**: Global Security and Development. Whasington: Westphalia Press, 2019.

BRASIL. Agência Espacial Brasileira (AEB). **Linha do tempo das atividades espaciais no Brasil**. 2023a. Atualizado em 23/11/2023. Disponível em: https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/linha-do-tempo Acesso em: 25 out. 2024.

BRASIL. Agência Espacial Brasileira. **PNAE – Programa Nacional de Atividades Espaciais 2022-2031**. 2. ed. Brasília: AEB, 2023b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Portaria nº 184/GC3, de 17 de Abril de 2012. Mantém, no âmbito do Comando da Aeronáutica, a Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE) destinados ao atendimento da Estratégia Nacional de Defesa. Brasília, 2012. Disponível em: https://www2.fab.mil.br/ccise/index.php/historico Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 61, de 23 de maio de 2024. Aprova os textos da Política Nacional de Defesa (PND), da Estratégia Nacional de Defesa (END) e do Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN). Diário Oficial da União. Seção 1. 24/05/2024. p. 1 (2024a).

BRASIL. Decreto nº 1.332, de 8 de dezembro de 1994. Aprova a atualização da Política de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – PNDAE. Diário Oficial de 09 de dezembro de 1994, p. 18887. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d1332.htm Acesso em: 26 out. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.220, de 5 de Fevereiro de 2020. Promulga o Acordo entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América sobre Salvaguardas Tecnológicas Relacionadas à Participação dos Estados Unidos da América em Lançamentos a partir do Centro Espacial de Alcântara, firmado em Washington, D.C., em 18 de março de 2019. Brasília, Diário Oficial da União de 06 de fevereiro de 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10220.htm Acesso em: 25 out. 2024.

BRASIL. Decreto nº 51.133, de 3 de agosto de 1961. Cria o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Estudos Espaciais e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 03 de agosto de 1961, Seção 1 – 3/8/1961, Página 7049. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-51133-3-agosto-1961-390741-publicacaooriginal-1-pe.html Acesso em: 25 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024. Institui normas aplicáveis a atividades espaciais nacionais. Diário Oficial da União de 01 de Agosto de 2024, p. 6, col. 1. Disponível em: https://legis.senado.leg.br/norma/39388672/publicacao/39402326 Acesso em: 25 out. 2024. (2024b)

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa (PND) e Estratégia Nacional de Defesa (END)**. Decreto Legislativo nº 61, de 23 de maio 2024. Brasília, 2024c.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE)** – MD20-S-01. 1ª Ed. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. **Acordo histórico em Alcântara**: Entrega de títulos de domínio às comunidades quilombolas marca avanço na política de titulação. 2024d. Disponível em: https://www.gov.br/mda/pt-br/noticias/2024/09/acordo-historico-em-alcantara-entrega-de-titulos-de-dominio-as-comunidades-quilombolas-marca-avanco-na-politica-de-titulacao Acesso em: 25 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. PPA 2024-2027. Lei nº 14.802, de 10 de Janeiro de 2024. Institui o Plano Plurianual da União para o período de 2024 a 2027. Diário Oficial da União de 11 de janeiro de 2024. (2024e)
BRASIL. Planalto. **Governo propõe criação da Alada, a empresa aeroespacial brasileira**. 2024f. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2024/10/governo-propoe-criacao-da-alada-a-empresa-aeroespacial-brasileira Acesso em: 25 out. 2024.

BRITO, A. M. de. **Instituto Tecnológico de Aeronáutica**: 70 Anos Construindo o Futuro do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica (INCAER), 2020. (Opúsculo nº 59).

BUARQUE, S. C. **Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais**. Brasília: IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada, 2003.

BUTT, A. R. Role of space capabilities in the Russia-Ukraine War. **Center for Aerospace & Security Studies – CASS**, 2022. Disponível em: <https://casstt.com/post/role-of-space-capabilities-in-the-russia-ukraine-war/618 03/05/22>. Acesso em: 03 maio 2022.

CABELLO, A.; FREITAS, L.H.M.; MELO, M.C.S. Brazilian Space Sector: Historical Analysis of the Public Budget. Space Policy. **Space Policy**, v. 62, 2022.

DOLMAN, E. C. **Astropolitik**. Classical Geopolitics in the Space Age. London, Portland: Frank Cass, 2002.

ENCYCLOPEDIA ASTRONAUTICA. **Project 581**. 2019. Disponível em: http://www.astronautix.com/p/project581.html Acesso em: 25 out. 2024.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA). **2019 Annual Report to Congress**. Section 3: China's Ambitions In Space: Contesting The Final Frontier. Washington: U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2019.

EUROCONSULT. New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures. December, 19th, 2023. Disponível em: https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-historic-high-for-government-space-spending-mostly-driven-by-defense-expenditures/ Acesso em: 25 set. 2024.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **ESA'S Annual Space Environment Report**. Darmstadt: ESA Space Debris Office, 19 July 2024 (a).

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **Satellite frequency bands**. [s.d.]. Disponível em: https://www.esa.int/Applications/Connectivity_and_Secure_Communications/Satellite_frequency_bands Acesso em: 24 set. 2024.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Space Environment Statistics. **Space Debris User Portal**, 19 jul. 2024. Disponível em: https://sdup.esoc.esa.int/discosweb/statistics/ Acesso em: 20 set. 2024 (b).

FAWKES, S. The Second Space Race. **Journal of the British Interplanetary Society**, vol. 59, 2006. p. 364-367.

FÓRUM DE C&T (Fórum Nacional das Entidades Representativas das Carreiras de Ciência e Tecnologia). **Ciência e Tecnologia a Serviço da Sociedade**. 2022. Atualização do trabalho de: BARBOSA, Ivanil Elisiário. Diagnóstico da Força de Trabalho das Carreiras de Ciência, Tecnologia e Inovação. São Jose Dos Campos: Fórum de C&T, 2017. Disponível: https://site-sindct.storage.googleapis.com/uploads/2022/08/30165938/diagnostico-FTCT-2022.pdf Acesso em: 28 out. 2024.

FUTRON CORPORATION. **China and the Second Space Age**. Bethesda: Futron Corporation, 2003. Disponível em: https://web.archive.org/web/20120419165427/http://www.futron.com/upload/wysiwyg/Resources/Whitepapers/China_n_%20Second_Space_Age_1003.pdf Acesso em: 25 out. 2024.

G1. **Brasil está fora do Projeto da Estação Espacial** (ISS). 2007. Disponível em: https://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,AA1549783-5598,00-BRASIL+ESTA+FORA+DO+PROJETO+DA+ESTACAO+ESPACIAL+ISS.html. Acesso em: 15 jun. 2024.

GEMINI. What is satelital remote sensing and what types of sensor exists? Gemini com a versão 1.5 flash. Inteligência Artificial. Disponível em: https://gemini.google.com/app/09706956af6f6363. Acesso em: 30 set. 2024.

GLOBAL DENFENSE NEWS. Army Recognition Group. **Russia destroys defunct satellite in orbit**. 17 Nov., 2021. Disponível em: https://armyrecognition.com/news/aerospace-news/2021/russia-destroys-defunct-satellite-in-orbit?highlight=WyJydXNzaWEiXQ%3D%3D Acesso em: 01 out. 2024.

GLOBAL SECURITY. "Peresvet" Combat Laser Complex. **Globalsecurity.org**. 01 aug. 2024. Disponível em: https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/vlk.htm#:~:text=Yuri%20Borisov,%20Deputy%20Minister%20of%20Defense%20of%20the%20Russian%20Federation Acesso em: 01 out. 2024.

GODET, M.; DURANCE, P. **A Prospectiva Estratégica**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2010.

GOLKAR, A.; SALADO, A. **Definition of New Space**: Expert Survey Results and Key Technology Trends. IEEE Journal on Miniaturization for Air and Space Systems, Vol. 2, Nº 1, mar. 2021. p. 2-9.

HILBORNE, M. Ukraine war: how it could play out in space – with potentially dangerous consequences. **The Conversation**, 2022. Disponível em: https://theconversation.com/ukraine-war-how-it-could-play-out-in-space-with-potentially-dangerous-consequences-178557 Acesso em: 03 maio 2022.

INNOSPACE. **INNOSPACE Successfully Launches the First Test Launch Vehicle HANBIT-TLV from Brazil**. News. 2023. Disponível em: https://www.innospc.com/shop_contents/myboard_read.htm?load_type=&page_idx=0&tag_on=&h_search_c=0&h_search_v=&me_popup=&myboard_code=sub04_02&page_limit=5&idx=301461&page=2&category_idx= Acesso em: 23 out. 2024.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU). **Constitution of The International Telecommunication Union**. Geneva: International Telecommunication Union, 2024. Disponivel em: https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-E.pdf. Acesso em: 08 jul. 2024.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU); THE WORLD BANK (WB). Regulation of NGSO Satellite Constellations. **Digital Regulation Plataform**. 2024, apr. 04. Disponível em: https://digitalregulation.org/regulation-of-ngso-satellite-constellations/ Acesso em: 22 set. 2024.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION (ISRO). **Timeline**. 2023. Disponível em: https://www.isro.gov.in/Timeline.html Acesso em: 25 out. 2024.

JONSON-FREESE, J. **Space Warfare in the 21st Century**: Arming the heavens. London, New York: Routledge, 2017.

KLEIN, J. J. **Space Warfare**: Strategy, principles and policy. London, New York: Routledge, 2006.

LECKY, W. **New Space and the role of public support**. Part One. European Space Agency, 2016. Disponível em: https://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/Global_Space_Economic_Forum/New_Space_and_the_role_of_public_support Acesso em: 20 set. 2024.

LEVIN, H. J. Trading Orbit Spectrum Assignments in the Space Satellite Industry. **The American Economic Review**, Vol. 81, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Third Annual Meeting of the American Economic Association, May, 1991, p. 42-45.

LOMBARDI, M. A. **An Evaluation of Dependencies of Critical Infrastructure Timing Systems on the Global Positioning System (GPS)**. NIST Technical Note 2189. U.S. Washington: US Department of Commerce, 2021. https://doi.org/10.6028/NIST.TN.2189

MCDOWELL, Jonathan. Jonathan's Space Pages. **Starlink Statistics**. 2024, sep. 21. Disponível em: https://planet4589.org/space/con/star/stats.html Acesso em: 24 set. 2024.

MIČUDA, V.; CHOVANČÁKOVÁ, K.; NIŇAJOVÁ, E.; JAMRICHOVÁ, J.. Na Kyjev sa rúti ruský vojenský konvoj dlhý až 64 kilometrov. 28 de fevereiro de 2022. **Startitup**. Disponível em: https://www.startitup.sk/na-kyjev-sa-ruti-rusky-vojensky-konvoj-dlhy-az-64-kilometrov/ Acesso em: 12 maio 2022.

MINISTRY OF DEFENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION (RUSSIA). The "Tirada" anti-satellite system will be presented for the first time at "Army-2020" in Yekaterinburg. **Russian Defence Ministry's News**. 2020. Disponível em: https://eng.mil.ru/en/structure/okruga/centre/news/more.htm?id=12309408@egNews Acesso em: 29 set. 2024.

MOLITERNO, D. Com iniciativas privadas e pública, Brasil abre três frentes para desenvolver foguete até 2026. **CNN Brasil**, 2024. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/com-iniciativas-privadas-e-publica-brasil-abre-tres-frentes-para-desenvolver-foguete-ate-2026/#:~:text=O%20Brasil%20tem%20a%20partir%20de%202024%20tr%C3%AAs,por%20um%20Ve%C3%ADculo%20Lan%C3%A7ador%20de%20Pequeno%20Porte%20%28VLPP%29. Aceso em: 25 out. 2024.

MUELHAUPT, T. Space Debris and The Aerospace Corporation. In: Understanding Space Debris Causes, Mitigations, and Issues. **Crosslink**, Fall 2015, Vol. 16, No. 1, ISSN 1527-5264, Los Angeles, The Aerospace Corporation.

MULDER, C. P. Russia's space weapons may be the next frontier in the Ukraine conflict. **Atlantic Council**, 2022. Disponível em: https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/russias-space-weapons-may-be-the-next-frontier-in-the-ukraine-conflict/ Acesso em: 03 maio 2022.

NATIONAL ADMINISTRATION OF SPACE AND AERONAUTICS (NASA). **Why Go to Space?** Sep. 22, 2023. Disponível em: https://www.nasa.gov/humans-in-space/why-go-to-space/ Acesso em: 18 set. 2024.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The Space Economy in Figures**: How Space Contributes to the Global Economy. Paris: OECD Publishing, 2019. https://doi.org/10.1787/c5996201-en

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The Space Economy in Figures**: Responding to Global Challenges. Paris: OECD Publishing, 2023. https://doi.org/10.1787/fa5494aa-en.

PRECEDENCE RESEARCH. Space Technology Market Size, Share, and Trends 2024 to 2033. April 2024. Space Technology Market. Disponível em: https://www.precedenceresearch.com/space-technology-market Acesso em: 24 set. 2024.

PULTAROVA, T.; HOWELL, E. Starlink satellites: Facts, tracking and impact on astronomy. **Space.com**, 2024, aug. 29. Disponível em: https://www.space.com/spacex-starlink-satellites.html Acesso em: 24 set. 2024.

RAITT, D.; BATTRICK, B. (Ed.) **The Impact of Space Activities upon Society**. Co-Sponsored by The International Academy of Astronautics and The European Space Agency. Noordwijk: ESA Publications Division, 2005.

RANJAN, R. Russia announces space war on Elon Musk's Starlink satélites, accepts Moskva was attacked. **Republicworld.com**, 2022. Disponivel em: <https://www.republicworld.com/world-news/russia-ukraine-crisis/russia-announces-space-war-on-elon-musks-starlink-satellites-ac>. Acesso em: 03 maio 2022.

RATZEL, F. As Leis do Crescimento Espacial dos Estados – 1892. In: MORAES, A. C. R. **Ratzel**. São Paulo: Ática, 1989.

ROBERTS, L. D. A Lost Connection: Geostationary Satellite Networks and the International Telecommunication Union. **Berkeley Technology Law Journal**, Fall 2000, Vol. 15, No. 3, pp. 1095-1144. Berkeley: University of California, School of Law.

SECURE WORLD FOUNDATION (SWF). Global Counterspace Capabilities Report. **Secure World Foundation**, 2024. Disponível em: https://swfound.org/counterspace/ Acesso em: 25 set. 2024.
SLOAN, E. S. **Modern military strategy**: An introduction. Oxon, New York: Routledge, 2012.

SOOI, C. W. **Testes de Mísseis Antissatélite de Ascensão Direta: Posições dos Estados sobre a Moratória, Resolução da AGNU e Lições para o Futuro**. Tradução Bruno Martini. Broomfield; Washington: Secure World Foundation; Swiss Existential Risk Initiative, 2023. Disponível em: https://swfound.org/media/207902/cwsooi_direct-ascent-anti-satellite-missiles_portuguese.pdf?mc_cid=b239bc5a99&mc_eid=7f8ef06b6b Acesso em: 15 set. 2024.

SPACE FOUNDATION. Space Foundation Editorial Team. Space Foundation Announces $570B Space Economy in 2023, Driven by Steady Private and Public Sector Growth. **Spacefoundation.org**. 2024, jul. 18. Disponível em: https://www.spacefoundation.org/2024/07/18/the-space-report-2024-q2/ Acesso em: 20 set. 2024.

SPACE FOUNDATION. **The Space Report**. Colorado Springs: Space Foundation, 2024.

SPACE VOYAGE VENTURES. **Role of Private Companies in Space Exploration: Pioneers in the New Space Race**. June 5, 2024. Disponível em: https://spacevoyageventures.com/role-of-private-companies-in-space-exploration/#:~:text=Major%20Private%20Companies%20in%20the%20Space%20Sector%201,Galactic%20...%204%20Lockheed%20Martin%20and%20Boeing%20 Acesso em: 20 set. 2024.

SWOPE, C. *et al*. **Space Threat Assessment 2024**. Washington: Center for Strategic and International Studies, 2024.

SWOPE, C.; BINGEN, K. A.; YOUNG, M.; CHANG, M.; SONGER, S.; TAMMELLEO, J. **Space Threat Assessment 2024**. Washington: Center for Strategic and International Studies, 2024.

TESLOVA, E. Russia claims it struck space-rocket plant in Ukraine's capital Kyiv. **Anadolu Agency**, 2022. Disponivel em: https://www.aa.com.tr/en/russia-ukraine-war/russia-claims-it-struck-space-rocket-plant-in-ukraine-s-capital-kyiv/2576405. Acesso em: 03 maio 2022.

TOMELIN, K. N.; DAROS, T. **Pedagogia de futuros**: guia teórico e prático de letramento para instituições educativas, empresas e governos. São Paulo: Saraiva, 2024.

UNION OF CONCERNED SCIENTISTS (UCS). UCS Satellite Database. May 1, 2023. https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database#.W7WcwpMza9Y Acesso em: 20 set. 2024.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). D**efense Space Strategy** – June 2020. Washington: Department of Defense.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). **National Defense Strategy**. October 2022b. Washington: Secretary of Defense.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). **National Security Space Strategy**: Unclassified Summary. January, 2011. Disponível em: https://www.dni.gov/files/documents/Newsroom/Reports%20and%20Pubs/2011_nationalsecurityspacestrategy.pdf Acesso em: 18 set. 2024.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). **National Security Strategy** – October 2022a. Washington: The White House.

VIASAT. **KA-SAT Network cyber attack overview**. March 30, 2022. Disponível em: https://news.viasat.com/blog/corporate/ka-sat-network-cyber-attack-overview#:~:text=On%2024%20February%202022,%20a%20multifaceted%20and%20deliberate%20cyber-attack%20against Acesso em: 01 out. 2024.

VILLAS-BÔAS, A. L. do A. **PEB – Programa Espacial Brasileiro**: militares, cientistas e a questão da soberania nacional. Lisboa: Editora Chiado, 2016.

WATSON, E.; MARTIN, D. Intelligence provided by the U.S. helped Ukrainians sink Russian ship Moskva. **CBS News**, 2022. Disponível em: https://www.cbsnews.com/news/moskva-ship-sink-russia-ukraine-us-intelligence/ Acesso em: 10 maio 2022.

WEEDEN, B.; SAMSON, V. **Global Counterspace Capabilities**: an Open Source Assessment. Broomfield, Washington: Secure World Foundation (SWF), 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF) – In knowledge partnership with McKinsey & Company. **Space: The $1.8 Trillion Opportunity for Global Economic Growth** – Insight Report, April 2024. Geneva: World Economic Forum, 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **The Global Risks Report 2022, 17th Edition**. Geneva: World Economic Forum, 2022.

18

INTEGRAÇÃO SUL-AMERICANA[131]

Márcio Gimene[132]
Pedro Silva Barros[133]

Antes da chegada dos colonizadores europeus, os povos que habitavam a América do Sul utilizavam trilhas e estradas para o transporte de produtos e circulação de pessoas. As rotas possuíam muros de contenção, canais, bueiros e cercas de pedra, ao longo de milhares de quilômetros. A principal ligação com o atual território brasileiro se dava pelo caminho Peabiru, que conectava a costa sul do Peru e o oceano Atlântico, passando pelos atuais territórios de Bolívia, Paraguai, Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo.[134]

Esses caminhos foram utilizados e ampliados pelos colonizadores em suas buscas por ouro, prata e outros recursos naturais. As disputas territoriais travadas nos séculos 16 a 18 também aproveitaram as rotas criadas pelos povos indígenas, dando origem a novas cidades e jurisdições administrativas. Diante das complexas dinâmicas de alianças e rivalidades entres grupos de colonizadores e indígenas, as relações sociais e econômicas das populações locais não raramente ignoravam as pretensões de controle emanadas do distante continente europeu.

Uma das consequências dessas dinâmicas é que os processos de independência ocorridos na América do Sul no início do século 19 não foram acompanhados de definições precisas dos limites dos novos países. Nesse contexto de desconfianças e rivalidades diversas, as primeiras décadas de existência das novas nações foram marcadas por tensões e conflitos que levaram os governos a se preocuparem mais em estabelecer marcos de separação do que em promover a integração entre suas populações.

Com o Brasil não foi diferente. Após a proclamação da sua Independência, em 1822, as relações culturais, políticas e econômicas do país seguiram voltadas prioritariamente para o Oceano Atlântico, em especial para o continente europeu. Isso só começou a mudar após a Proclamação da República, em 1889, com a diplomacia brasileira se aproximando dos Estados Unidos da América e passando a difundir a ideia de uma identidade *americana*. Mas foi somente a partir da segunda metade do século 20 que a perspectiva de integração regional passou a ganhar força no Brasil.

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) foi criada em 1948 a Comissão Econômica para a América Latina[135] e o Caribe (CEPAL), com o intuito de colaborar com os governos latino-americanos no desenvolvimento econômico de seus países, no melhoramento do nível de vida de seus povos e na ampliação e fortalecimento das relações comerciais.

[131] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "População e sociedade" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 22 de junho de 2022, em Brasília, nas dependências da ENAP. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[132] Márcio Gimene é Graduado em Economia (UFRJ), Mestre em Geografia (Unb) e Doutor em Geografia (UFRJ). Fez estágio de Pós-doutorado em Economia (UFRJ). Desde 2004 é Analista de Planejamento e Orçamento do Governo Federal. Atualmente é Diretor de Gestão da Informação da Secretaria de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da Presidência da República.

[133] Pedro Silva Barros é Técnico de Planejamento e Pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) desde 2009. Desde 2019 é editor da Revista Tempo do Mundo e coordenador do projeto Integração Regional: o Brasil e a América do Sul, ambos da Diretoria de Estudos Internacionais (Dinte) do Ipea. É doutor em ciências pelo programa de pós-graduação em Integração da América Latina da USP (Prolam-USP), onde realizou estágio pós-doutoral. Também concluiu o programa de pós-doutorado do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP (FEA-USP) e o curso de Altos Estudos em Defesa (CAED) da Escola Superior de Defesa (ESD). É mestre em economia política (PUC-SP), bacharel em ciências econômicas (USP) e bacharel em direito (USP).

[134] Barros, Severo e Carneiro (2022).

[135] O termo "América Latina" tem origem na França de Napoleão III, que na década de 1860 se lançou em uma aventura rumo ao México onde, em 1862, coroou como imperador Maximiliano de Habsburgo. Para legitimar suas pretensões, os franceses buscaram diferenciar a América do Norte do restante das Américas, forjando uma nova identidade cultural em torno de uma referência que abrangesse a própria França. (Couto, 2009, p. 26)

Conforme aponta Leandro Couto,

> As reflexões cepalinas serviram para cunhar uma identidade própria à América Latina, baseada numa nova interpretação da economia mundial. De acordo com as teses defendidas por Raul Prebisch, a depreciação dos termos de troca entre os países subdesenvolvidos e periféricos com o centro desenvolvido impunha grandes obstáculos ao desenvolvimento dos primeiros. Isso justificava a adoção de medidas protecionistas e consubstanciava as demandas dos países latino-americanos por ajuda internacional dos países centrais. Esse tipo de recomendação invariavelmente colocava os EUA e a América Latina em posições opostas nas negociações internacionais, o que acabava reforçando o entendimento de uma identidade latino-americana.[136]

Com o apoio da Cepal foi elaborada a proposta de criação de uma Associação Latino-Americana de Livre Comércio (Alalc), que entrou em funcionamento em 1961 com participação de Argentina, Brasil, Chile, México, Paraguai, Peru e Uruguai, seguidos da Bolívia. No mesmo ano, os Estados Unidos da América do Norte (EUA) tentaram reforçar sua influência na região lançando a Aliança para o Progresso, enquanto Argentina e Brasil assinaram o Tratado de Uruguaiana. Outras iniciativas se sucederam, tendo como mote a reivindicação de maior justiça social internacional no contexto de aproximação entre os então chamados países do Terceiro Mundo, que buscavam manter sua independência frente aos blocos liderados pelos EUA e a antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

Os golpes militares, que contaram com apoio dos EUA, arrefeceram o ímpeto integracionista na região por alguns anos. Por outro lado, a sintonia política entre os regimes militares criou um ambiente favorável para avanços como o Tratado da Bacia do Prata (1969). Já o Tratado de Cooperação Amazônica (1978) foi liderado pelo governo militar brasileiro de Ernesto Geisel e pelo governo civil venezuelano de Carlos Andrés Pérez.

A partir da segunda metade da década de 1980, coincidindo com a volta do regime democrático na maioria dos países da região, cresce no Brasil a percepção de que a integração latino-americana seria muito difícil de se concretizar. Dentre os motivos desse ceticismo, destaca-se a constatação de que a influência exercida pelos EUA nos países da América Central dificultava o aprofundamento da cooperação entres estes países e os sul-americanos. Ilustra essa dificuldade a participação do México no Acordo Norte-Americano de Livre Comércio (Nafta), que vigorou de 1994 a 2018.

No momento da implementação do Nafta, a CEPAL consolidou a tese de regionalismo aberto (1994), mudando a perspectiva da razão de integrar. Os países passam a buscar uma melhor inserção no comércio internacional, mas sem garantir interdependência.

Na medida em que a ideia de América Latina foi perdendo força tanto para os países da região quanto para os seus interlocutores, a diplomacia brasileira passou a buscar uma nova referência espacial para os esforços de integração regional. Num primeiro momento, a referência prioritária do Brasil passou a ser o Mercosul, criado em 1991 com a participação de Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. Mas ao longo da década de 1990 foi se consolidando o entendimento de que a América do Sul deveria ser o espaço prioritário dos esforços de integração. Foi nesse contexto que o presidente brasileiro Itamar Franco propôs em 1993 a criação da Área de Livre-Comércio Sul-Americana (Alcsa).

No entanto, somente em 2000 ocorreu a 1ª Reunião de Presidentes Sul-Americanos, realizada em Brasília a partir de um convite do presidente brasileiro Fernando Henrique Cardoso. Para ilustrar a lentidão do processo de integração, cabe lembrar que nos 16,9 mil quilômetros de fronteiras com seus dez países vizinhos, o Brasil possui hoje apenas 15 pontes internacionais e seis passagens internacionais oficiais por balsa.

A integração e a melhor utilização das bacias hidrográficas, a consolidação de conexões de transportes multimodais bioceânicas, a integração produtiva, energética e das comunicações, a harmonização de normas e regulamentações e sustentabilidade socioambiental são alguns dos desafios que seguem por serem enfrentados em um continente com altas cadeias montanhosas, desertos e regiões de grande biodiversidade, rico patrimônio arqueológico, parques nacionais e reservas indígenas.

Diante das dificuldades enfrentadas por cada país em suas agendas internas e externas, quais são as perspectivas de avanço do processo de integração no futuro próximo? O objetivo deste capítulo é apresentar reflexões que possam contribuir com esse debate. Após esta introdução, será apresentada uma breve retrospectiva do passado recente e da situação atual. Em seguida, serão apresentadas 3 tendências e 2 incertezas relacionadas à integração sul-americana.

[136] Couto, 2009, p. 27.

1. Retrospectiva recente e situação atual

O comunicado divulgado após a 1ª Reunião de Presidentes Sul-Americanos, realizada em 2000, informou que:

> 36. Los Jefes de Estado observaron que el impulso de la integración transfronteriza se fortalece por ser una resultante, entre otros factores, de la proximidad geográfica, de la identidad cultural y de la consolidación de valores comunes. Las fronteras suramericanas deben dejar de constituir un elemento de aislamiento y separación para tornarse un eslabón de unión para la circulación de bienes y personas, conformándose así un espacio privilegiado de cooperación.
>
> 37. Integración y desarrollo de la infraestructura física son dos líneas de acción que se complementan. La formación del espacio económico ampliado suramericano, que anhelan las sociedades de la región, dependerá de la complementación y expansión de proyectos existentes y de la identificación de otros nuevos proyectos de infraestructura de integración, orientados por principios de sostenibilidad social y ambiental, con capacidad de atracción de capitales extraregionales y de generación de efectos multiplicadores intraregionales. Avances en el campo de la infraestructura, por su parte, revertirán en nuevos impulsos para la integración, creándose así una dinámica que debe ser incentivada. Ese escenario sería también beneficiado por una política de inversiones con perspectiva regional y no sólo nacional.[137]

A partir dessa orientação foi criada a Iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana (IIRSA), que constituiu um importante marco da agenda de integração sul-americana. Sua concepção foi inspirada no conceito de Eixos de Integração e Desenvolvimento formulado por Eliezer Batista, ex-presidente da Companhia Vale do Rio Doce e ex-ministro de Minas e Energia do governo João Goulart. Esse olhar territorial da infraestrutura a partir de eixos de desenvolvimento já havia sido utilizado pelo governo brasileiro nos Planos Plurianuais de 1996-1999 e 2000-2003 e foi adaptado para o território sul-americano com a criação da IIRSA.

As principais limitações da iniciativa foram a ausência de um projeto articulado de desenvolvimento produtivo; a concentração em projetos de transporte rodoviário, com baixa integração com outros modais de transportes; a baixa incidência de projetos de energia e comunicações; a baixa incidência de projetos multinacionais; e a dispersão de esforços em propostas que tinham pouca consequência para a integração regional, prevalecendo ações exclusivamente nacionais.[138] Ao mesmo tempo, não foi garantida participação de atores subnacionais e privados, debilitando a resiliência da iniciativa no cenário de desintegração econômico-comercial e fragmentação política que tem caracterizado a América do Sul nos últimos oito anos.

Do ponto de vista institucional, não houve suficiente governança dos Estados sul-americanos na condução dos trabalhos da IIRSA, que na prática foram liderados por três bancos multilaterais que exerciam a coordenação técnica: o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a então Corporação Andina de Fomento e hoje Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF) e o Fundo Financeiro para o Desenvolvimento da Bacia do Prata (Fonplata).

A criação da União de Nações Sul-Americanas (Unasul), em 2008, visou reforçar a concertação política entre os países sul-americanos, com destaque para o Conselho de Saúde Sul-Americano, o Conselho de Defesa Sul-Americano e o Conselho de Infraestrutura e Planejamento (Cosiplan), que, em 2009, incorporou a IIRSA como secretaria técnica. A carteira de projetos da IIRSA foi dessa forma incorporada pelo Cosiplan/Unasul em um contexto em que os países da região buscaram conferir maior protagonismo político aos esforços de integração.

Esse processo ocorreu em meio a certa insatisfação dos governos com o baixo nível de desembolso do BID, da CAF e do Fonplata no financiamento dos projetos de integração. Enquanto os governos nacionais destinaram US$ 27 bilhões e os investidores privados outros US$ 11 bilhões aos projetos da carteira IIRSA, o desembolso de BID, CAF e Fonplata juntos foi de apenas US$ 2,4 bilhões (pouco mais de 5% do total).[139] Adicionalmente, não houve esforços significativos em convergência regulatória.

Com as mudanças de governos ocorridas na década de 2010, as divergências sobre a condução dos trabalhos da Unasul (e do Cosiplan em particular) resultaram em um arrefecimento do ímpeto integracionista. Novo impulso foi dado apenas em 2023, quando os líderes dos países sul-americanos se reuniram a partir de

[137] COMUNICADO DE BRASÍLIA, 2000. Disponível em: <https://www.iirsa.org/Event/Detail?Id=145>. Acesso em: 14 set. 2024.
[138] SUBCOMITÊ DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUL-AMERICANO, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/integracao-vai-reforcar-comercio-com-vizinhos-e-reduzir-tempo-e-custo-das-exportacoes-para-a-asia/relatorio-final-subcomite-do-mpo.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.
[139] COSIPLAN, 2017.

convite do presidente brasileiro Luiz Inácio Lula da Silva. O Consenso de Brasília, divulgado após esse encontro, informa que os líderes dos países sul-americanos:

> Comprometeram-se a trabalhar para o incremento do comércio e dos investimentos entre os países da região; a melhoria da infraestrutura e logística; o fortalecimento das cadeias de valor regionais; a aplicação de medidas de facilitação do comércio e de integração financeira; a superação das assimetrias; a eliminação de medidas unilaterais; e o acesso a mercados por meio de uma rede de acordos de complementação econômica, inclusive no marco da ALADI, tendo como meta uma efetiva área de livre comércio sul-americana.[140]

Como o anúncio de intenções não é garantia de adoção de providências práticas, não é possível afirmar que haverá um avanço efetivo da integração sul-americana no futuro próximo. Especialmente se considerarmos que as estruturas produtivas dos países sul-americanos ainda são marcadas pelo predomínio de atividades primário-exportadoras, o que implica em interesses de curto prazo nem sempre convergentes no comércio internacional. Para que haja um avanço consistente na complementaridade de suas estruturas produtivas, será preciso persistência e confiança mútua para enfrentar as resistências internas e externas aos esforços de integração.

Pouco foi feito no último ano para reconstruir a governança de integração de infraestrutura. Um passo fundamental para recuperar a interdependência econômica seria a criação de um mercado sul-americano de energia.

2. Tendências

Pressão externa para que os países sul-americanos sigam com estruturas produtivas especializadas na exportação de commodities agrícolas e minerais

O crescimento populacional, a urbanização, a industrialização e o aumento dos padrões de vida contribuem para o aumento da demanda global por recursos naturais. A dependência de fontes externas para acessar esses recursos pode tornar os países vulneráveis a pressões políticas ou econômicas. Como o controle sobre recursos naturais confere poder e influência, os países competem para garantir acesso preferencial a esses recursos e fortalecer suas posições geopolíticas e geoeconômicas.

A água é essencial para a vida e para várias atividades humanas, como agricultura, indústria e consumo doméstico. Com a crescente demanda por água devido ao aumento populacional e à industrialização, os países competem por acesso a fontes de água doce, especialmente em regiões onde ela é escassa. A terra cultivável também é crucial para a produção de alimentos e fibras. Com o crescimento populacional e a urbanização, a competição por terras aráveis aumentou, levando a conflitos sobre o uso da terra e pressionando os sistemas agrícolas. Os recursos pesqueiros são importantes para a segurança alimentar e econômica, provocando tensões entre países por acesso a áreas de pesca mais produtivas. O mesmo pode ser dito sobre recursos energéticos como petróleo, gás natural, carvão e energia renovável, e recursos minerais como ferro, cobre, alumínio, ouro e diamantes, importantes para a fabricação de produtos industriais, eletrônicos, veículos, entre outros. Os países competem por acesso a esses recursos para garantir sua segurança energética, impulsionar suas indústrias e fortalecer suas economias.

Consolidação de conexões multimodais bioceânicas

O transporte multimodal é a combinação entre vários modos de transportes, de forma a tornar mais rápidas e eficazes as operações de deslocamento e transbordo, com mais de um tipo de veículo para conduzir as pessoas ou as mercadorias de sua origem até o seu destino final. A integração multimodal de transportes tem por finalidade aproveitar os pontos positivos de cada modal, o que permite ganhos com redução de custos e aumento da competitividade dos produtos brasileiros no comércio exterior. Ao maximizar a eficiência do transporte, integração multimodal também contribui para a sustentabilidade socioambiental, reduzindo a pegada de carbono associada ao movimento de mercadorias e pessoas.

[140] Consenso de Brasília, 2023. Disponível em: < https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/13584>. Acesso em: 14 set. 2024.

A dependência de um único modal de transporte pode tornar as cadeias de abastecimento vulneráveis a interrupções. A integração multimodal oferece flexibilidade, permitindo que as empresas mudem rapidamente de um modal para outro em resposta a interrupções ou mudanças nas condições do mercado. A rapidez é um diferencial competitivo, influenciando no crescimento econômico e na atração de investimentos externos. A integração multimodal não é apenas uma tendência no mundo da logística – é uma necessidade. À medida que o comércio mundial continua a expandir-se e a complexidade das cadeias de abastecimento aumenta, a capacidade de mover mercadorias de forma eficiente e econômica torna-se cada vez mais crítica.

O avanço da integração multimodal nos transportes depende não somente do volume de investimentos, mas também da continuidade e do aprimoramento do sistema de planejamento, regulação e operação no setor. Muitos modais de transporte são geridos por entidades distintas, seja a nível municipal, estadual ou federal. A integração também demanda padronização de normas e tecnologias, para que diferentes modais de transporte operem de forma coesa.

O crescimento do dinamismo econômico dos países asiáticos, com destaque para a China, reforça a importância da consolidação de conexões multimodais entre os oceanos Atlântico e Pacífico. Desde 2023 o governo brasileiro tem se dedicado a articular com os demais governos e sul-americanos a consolidação de cinco Rotas de Integração e Desenvolvimento Sul-americano:

1) Rota Ilha das Guianas, que inclui integralmente os estados de Amapá e Roraima e partes do territóio do Amazonas e do Pará, articulada com a Guiana, a Guiana Francesa, o Suriname e a Venezuela;

2) Rota Amazônica, contemplando inteiramente o estado Amazonas e partes dos territórios de Roraima, Pará e Amapá, interligada por via fluvial à Colômbia, Peru e Equador;

3) Rota do Quadrante Rondon, formado pelos estados do Acre e Rondônia e por toda a porção oeste de Mato Grosso, conectada com Bolívia e Peru;

4) Rota de Capricórnio, desde os estados de Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina, ligada, por múltiplas vias, a Paraguai, Argentina e Chile; e

5) Rota Bioceânica Sul, abrangendo o Rio Grande do Sul, integrada à Argentina, Uruguai e Chile.

Essas cinco rotas complementares aproximam e integram o Brasil com as demais nações sul-americanas, podendo estender-se até o oceano Pacífico e ao Caribe. A proposta do governo brasileiro é que esse conjunto de iniciativas constitua uma rede de Rotas de Integração e Desenvolvimento Sul-Americano, formando uma vasta teia de conexões rodoviárias, hidroviárias e ferroviárias, que irrigue e potencialize as relações da economia brasileira com a dos países vizinhos e, inclusive, com os mercados emergentes da Ásia-Pacífico. Essa proposta, porém, só pode ter resultados concretos satisfatórios e perenes se for recuperada a governança regional conjunta em infraestrutura e não houve avanços significativos nesse sentido no segundo semestre de 2023 e durante todo o ano de 2024.

Um fator essencial para a consolidação das infraestruturas portuárias do Pacífico sul-americano no escoamento das exportações é a necessidade de investimentos em infraestrutura de transbordo e adaptações portuárias para os tipos de carga a granel, conteinerizada e refrigerada, nos portos chilenos, peruanos e equatorianos. Outro fator essencial são os avanços na digitalização e na facilitação aduaneira nos passos de fronteira, que deverão receber grande atenção dos governos nacionais e subnacionais.

Os países sul-americanos precisam atentar, no entanto, para o risco de que a consolidação das conexões multimodais bioceânicas não impulsione uma maior integração produtiva na região. Os benefícios para as populações locais serão limitados se a ampliação dos fluxos de comércio internacional não for acompanhada pelo avanço de atividades produtivas de maior valor agregado.

Intensificação dos movimentos migratórios

Os movimentos migratórios têm se intensificado no mundo em decorrência de conflitos de origem étnica e religiosa, perseguições políticas, violação de direitos humanos, busca de melhores condições de vida, dentre outras motivações. Essa tendência é impulsionada por fatores como disputas territoriais, intolerâncias culturais

e de crenças, mudanças climáticas, pobreza, instabilidade política e conflitos armados. Conflitos, perseguições e violações de direitos humanos frequentemente resultam em crises humanitárias, com milhares de pessoas sendo deslocadas de suas casas, perdendo acesso a alimentos, água, cuidados de saúde e educação adequados.

Nos movimentos migratórios de larga escala os países de origem perdem força de trabalho e talentos que podem ser aproveitados nos países de destino. Mas isso pode também criar desafios significativos para os países receptores, incluindo pressão sobre os sistemas de seguridade social, asilo, integração de refugiados, tensões sociais e políticas e preocupações com segurança. Muitas vezes os imigrantes encontram dificuldades para se integrarem nos países que os recebem, em função da resistência de parte da população preocupada com os riscos de aumento do desemprego, da pobreza, de sobrecarga do sistema de proteção social, além de outros fatores culturais.

A promoção da paz, a prevenção e mediação de conflitos, o respeito pelos direitos humanos, a assistência humanitária e a integração de refugiados são medidas adotadas para mitigar as causas e os impactos desses movimentos migratórios decorrentes de conflitos, perseguições e violações de direitos. Os países sul-americanos podem se consolidar como importantes polos de recepção de migrantes internacionais, inclusive refugiados ambientais, especialmente se conseguirem avançar em termos de estabilidade político-institucional e dinamismo econômico.

3. Incertezas

Fortalecimento da participação dos países sul-americanos nos mecanismos de governança global

A governança global requer cooperação, reformas institucionais e coordenação entre nações para enfrentar os desafios do século 21. Instituições internacionais devem trabalhar em conjunto para enfrentar desafios globais coordenadamente. Em meio às tensões geopolíticas e geoeconômicas, fortalecer os mecanismos de governança global é crucial para enfrentar desafios como a erradicação da pobreza, segurança alimentar, mitigação das mudanças climáticas, regulação da inteligência artificial e financiamento do desenvolvimento.

Sem organizações internacionais robustas, encontrar e implementar soluções torna-se mais difícil. Uma reforma abrangente da Organização das Nações Unidas (ONU) é essencial para melhorar sua eficácia e representatividade. Isso envolve não apenas o Conselho de Segurança, mas toda a instituição. A ONU deve ser capaz de prevenir conflitos e concentrar recursos no desenvolvimento sustentável e na redução das desigualdades. Um sistema ONU fortalecido é fundamental para a construção da paz global. O mesmo pode ser dito em relação a instituições como o Fundo Monetário Internacional (FMI), Banco Mundial e a Organização Mundial do Comércio (OMC).

Para que haja aprimoramento dos mecanismos de governança global, é necessário que os países contribuam para reforçar a confiança mútua e o respeito aos acordos internacionais. A paz e a prosperidade continuarão sendo sonhos distantes enquanto medidas unilaterais em desacordo com os princípios de cooperação internacional e autodeterminação dos povos continuarem prevalecendo como método de conduta para resolução de conflitos.

A China se consolidou como potência global econômica, tecnológica e militar, ampliou sua influência no Leste Asiático e desenvolveu um relacionamento cordial com a Rússia, o que fortalece as perspectivas de uma nova ordem internacional multipolar. Nesse contexto, novas articulações internacionais, como o G20 e os Brics, podem ser protagonistas na construção de novos paradigmas de cooperação global. É incerto, no entanto, o papel que a Unasul e os demais arranjos de cooperação entre países sul-americanos conseguirão desempenhar nos mecanismos de governança global.

Inserção dos países sul-americanos nas cadeias produtivas globais

A velocidade das transformações tecnológicas e de sua disseminação na sociedade vem ocasionando rupturas nas antigas formas de produção e de consumo. A integração de tecnologias e conhecimentos provenientes das mais diversas áreas, como a biotecnologia, a nanotecnologia e as TICs, tem sido fundamental nessas transformações. A chamada Indústria 4.0 integra tecnologias físicas e virtuais como Internet das Coisas (IoT), *big data*, Inteligência Artificial (IA), robótica avançada, super processadores, computação em nuvem, impressão 3D, machine-to-machine (M2M), novos materiais, digital twins, entre outros. Essa integração eleva a automação e a hiperconexão, o que é facilitado pela disseminação da Internet de alta velocidade. Nos próximos anos espera-se o avanço da Indústria 5.0, que explora os materiais inteligentes, sensores associados ao corpo humano, *cyborgs*, biotecidos e órgãos artificiais, o que traz desafios em questões éticas.

É incerto, no entanto, se as transformações nos fluxos do comércio internacional ocorrerão em um ambiente de aumento ou redução do protecionismo e quais os possíveis desdobramentos nas cadeias produtivas. Subsídios a atividades específicas, aplicação de tarifas ou quotas de importação, bem como restrições políticas, econômicas, sanitárias e ambientais impostas à entrada de produtos estrangeiros provavelmente seguirão sendo adotadas pelos países de acordo com suas necessidades e estratégias de desenvolvimento.

A pandemia de Covid-19 e a guerra Rússia-Ucrânia motivaram um movimento de reconfiguração das cadeias de suprimento e produção mundial, com vistas a reduzir a dependência de insumos de alta complexidade produzidos em poucos países. Práticas como *reshoring* (retorno da indústria ao país de origem), *nearshoring* (terceirização da cadeia de suprimentos em países próximos), *friendshoring* (terceirização da cadeia de suprimentos em países amigáveis) e *powershoring* (descentralização da produção para países com fontes de energia limpa, segura, barata e abundante) estão transformando a dinâmica internacional de produção. Ao mesmo tempo, a América do Sul precisa ter, enquanto região, mais clareza sobre como pretende se inserir nesse novo contexto. O último debate teórico sobre as razões para a integração regional aconteceu em um contexto diferente, no qual se priorizou a inserção internacional por meio do regionalismo aberto. Nesse sentido, o principal esforço conjunto de comércio intrarregional no Mercosul foi a consolidação da Tarifa Externa Comum com lista extensa de exceções. A complementaridade econômica e os mecanismos de consolidação das cadeias regionais foram deixados para segundo plano.

Com isso, instrumentos que serviam para o adensamento das cadeias regionais de produção, como a compra pública ou barreiras não comerciais, hoje amplamente utilizados pelos países do mundo, foram deixados de lado, contribuindo para a reprimarização das economias da região.

Neste ambiente de transformações, não está claro em que medida os países sul-americanos conseguirão se inserir nas cadeias produtivas globais. A inércia sugere a manutenção de uma forma de inserção centrada na exportação de *commodities* agrícolas e minerais e na importação de bens e serviços de média-alta e alta intensidade tecnológica.

A agenda mínima de retomada da integração no marco do Consenso de Brasília deveria incluir a recuperação da governança regional em infraestrutura, com definição e estruturação conjunta com os vizinhos das rotas de integração e atualização dos instrumentos de garantias e financiamento do comércio intrarregional, começando pelo retorno imediato do Brasil ao Convênio de Pagamentos e Créditos Recíprocos da ALADI, liderando a atualização do mecanismo visando a estruturação de cadeias regionais de valor.

Referências

BARROS, P. S. A América do Sul no Tempo do Bicentenário da Independência do Brasil: Revitalização da Unasul e Reconstrução da Integração Regional. Revista USP 136, 2023. https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/211785

Barros, Pedro Silva. Conselho Sul-Americano de economia e finanças da Unasul : história e legado (Publicação Expressa) / Pedro Silva Barros, Sofia Escobar Samurio, Leandro Fontes Corrêa. Brasília, DF: Ipea, 2024.

BARROS, Pedro Silva; SEVERO, Luciano Wexell; CARNEIRO, Helitton Christoffer. Red interoceánica en América del Sur: corredores bioceánicos y el rol de los estados articuladores. Boletín Facilitación, Comercio y Logística en América Latina y el Caribe, n. 392. Santiago: UN; CEPAL, 2022.

CEPAL. El Regionalismo abierto en América Latina y el Caribe. La integración económica al servicio de la transformación productiva con equidade. Comision Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 1994.

COUTO, L. O horizonte regional do Brasil: integração e construção da América do Sul. Curitiba: Juruá, 2009.

COMUNICADO DE BRASÍLIA, 2000. Disponível em: <https://www.iirsa.org/Event/Detail?Id=145>. Acesso em: 14 set. 2024.

Consenso de Brasília, 2023. Disponível em: < https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/13584>. Acesso em: 14 set. 2024.

COSIPLAN. Agenda de Proyectos Prioritarios de Integración 2017. Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento. 2017.

SUBCOMITÊ DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUL-AMERICANO, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/integracao-vai-reforcar-comercio-com-vizinhos-e-reduzir-tempo-e-custo-das-exportacoes-para-a-asia/relatorio-final-subcomite-do-mpo.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.

Capítulo 19

19 DESENVOLVIMENTO REGIONAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL[141]

Márcio Gimene[142]
Suripongse Naibert Chimpliganond[143]

O planejamento do desenvolvimento em um país de dimensões continentais como o Brasil exige atenção especial para o ordenamento territorial e as desigualdades inter e intrarregionais. É preciso interpretar as dinâmicas espaciais e adequar as políticas públicas às especificidades de cada localidade, estimulando a articulação federativa no processo de elaboração e implementação das políticas públicas.

Assim será possível redistribuir renda e oferecer crescente qualidade de vida às populações das diferentes regiões; estimular ecossistemas de inovação favoráveis à geração e apropriação de conhecimentos; orientar a localização de novos investimentos; e valorizar a diversidade ambiental, social e cultural, associando o desenvolvimento social e produtivo à conservação ambiental.

O objetivo deste capítulo é identificar tendências e incertezas associadas ao desenvolvimento regional e o ordenamento territorial no Brasil. Após esta introdução, será feita uma breve análise retrospectiva. Em seguida, serão feitas considerações sobre ordenamento territorial. A seção seguinte discutirá perspectivas para o desenvolvimento regional no Brasil. Por fim, serão sugeridas uma tendência e quatro incertezas relacionadas ao desenvolvimento regional e o ordenamento territorial do país.

1. Retrospectiva

As desigualdades regionais no Brasil têm raízes históricas que remontam ao período colonial, com a exploração do pau-brasil e a produção de açúcar concentrada no Nordeste, enquanto o Sudeste se beneficiou posteriormente da cafeicultura e da mineração. Essa divisão inicial consolidou um padrão desigual de desenvolvimento que perdurou, afetando políticas públicas e iniciativas de redistribuição de renda e infraestrutura no século 20.

A partir da década de 1930, houve uma centralização da indústria no Sudeste, especialmente em São Paulo. O processo de industrialização dinamizou a economia nacional, mas manteve as desigualdades regionais em aspectos como renda, acesso a serviços básicos e infraestrutura. Diante desse panorama, o governo brasileiro implementou várias iniciativas para mitigar essas disparidades.

Políticas explícitas de desenvolvimento regional mobilizaram incentivos fiscais e outros instrumentos concebidos para reduzir disparidades socioeconômicas regionais[144]. Foram complementadas por políticas implícitas, que apesar de não terem como objetivo principal a redução das desigualdades regionais também contribuíram com esse propósito.

A criação de superintendências regionais faz parte do rol das políticas explícitas. A Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) foi criada em 1959 durante o governo de Juscelino Kubitschek, com o objetivo de combater as desigualdades socioeconômicas no Nordeste. A região enfrentava desafios como

[141] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Desenvolvimento regional sustentável" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 6 de julho de 2022, em Brasília, nas dependências da ENAP. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[142] Márcio Gimene é Graduado em Economia (UFRJ), Mestre em Geografia (Unb) e Doutor em Geografia (UFRJ). Fez estágio de Pós-doutorado em Economia (UFRJ). Desde 2004 é Analista de Planejamento e Orçamento do Governo Federal. Atualmente é Diretor de Gestão da Informação da Secretaria de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da Presidência da República.

[143] Suripongse Naibert Chimpliganond é bacharel em Ciência da Computação (UnB) e especialista em banco de dados. É Analista de Planejamento e Orçamento desde 2009. Atualmente é Gerente de Projetos da Secretaria de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da Presidência da República.

[144] Entre as referências teóricas que orientaram as políticas explícitas de desenvolvimento regional no Brasil na segunda metade do século 20 podemos destacar Gunnar Myrdal, François Perroux, Albert Hirschman, Raúl Prebisch, Celso Furtado, Milton Santos e Bertha Becker.

seca, baixa produtividade agrícola e uma economia pouco diversificada. A SUDENE se dedicou a promover a modernização da agricultura e a industrialização do Nordeste, oferecendo incentivos fiscais e financeiros para atrair investimentos e diversificar a base econômica local.

Em 1966, foi criada a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) para fomentar o desenvolvimento daquela região rica em recursos naturais, mas com pouca infraestrutura e baixo dinamismo econômico. No ano seguinte, foi criada a Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO), que se somou à fundação de Brasília, em 1960, como parte dos esforços de interiorização do desenvolvimento e integração entre as regiões do país.

A Constituição de 1988 estabeleceu a criação de Fundos Constitucionais de Financiamento para as regiões Norte (FNO), Nordeste (FNE) e Centro-Oeste (FCO). Em 2001, foram criados os Fundos de Desenvolvimento da Amazônia (FDA) e do Nordeste (FDNE), e em 2009 foi criado o Fundo de Desenvolvimento do Centro-Oeste (FDCO).

A Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) foi editada em 2007 e atualmente está em sua 3ª versão, instituída pelo Decreto nº 11.962/2024. A PNDR tem como finalidade a redução das desigualdades econômicas e sociais nas regiões brasileiras e como resultados esperados o crescimento econômico sustentável, a geração de renda e a melhoria da qualidade de vida da população.

Em consonância com a PNDR, têm sido elaborados planos de desenvolvimento regional, que estabelecem as diretrizes, estratégias, metas e ações. O Plano Regional de Desenvolvimento da Amazônia (PRDA), o Plano Regional de Desenvolvimento do Nordeste (PRDNE) e o Plano Regional de Desenvolvimento do Centro-Oeste (PRDCO) apresentam diagnósticos das necessidades e potencialidades de cada região e identificam onde e como os recursos dos Fundos de Desenvolvimento Regionais podem ser aplicados de maneira mais eficaz.

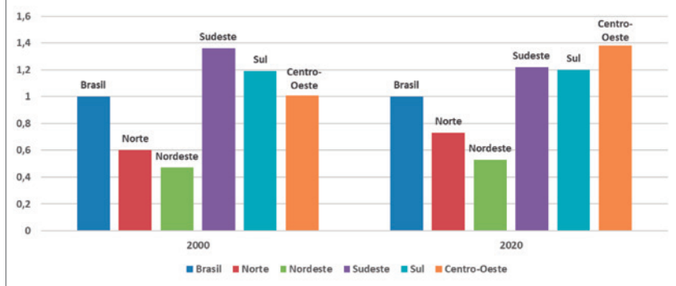
As políticas implícitas não têm como objetivo principal a redução das desigualdades regionais, mas impactam de maneira expressiva os territórios. A construção de rodovias e ferrovias, por exemplo, pode cumprir o importante papel de integração entre diferentes regiões do país. Outro exemplo é a política de valorização do salário-mínimo. Em regiões mais pobres, onde a maioria dos trabalhadores recebe remunerações próximas ao salário-mínimo, seu reajuste provoca impactos significativos na renda agregada. Isso estimula as economias locais, fortalecendo o comércio e gerando empregos indiretos. Nos municípios de menor dinamismo econômico esse efeito é reforçado pelo fato de que o salário-mínimo é o piso da previdência social.

Contudo, apenas no caso da região Centro-Oeste os resultados têm sido expressivos. Nas últimas décadas, os esforços e investimentos realizados pelo país contribuíram para que a região Centro-Oeste se consolidasse como uma fronteira importante de expansão econômica. Enquanto isso, as regiões Norte e Nordeste seguem apresentando indicadores socioeconômicos significativamente abaixo da média nacional.

Conforme indica o Gráfico 1, nas duas décadas iniciais do século 21 o PIB per capita das regiões Norte e Nordeste evoluiu pouco no comparativo com o PIB per capita nacional.

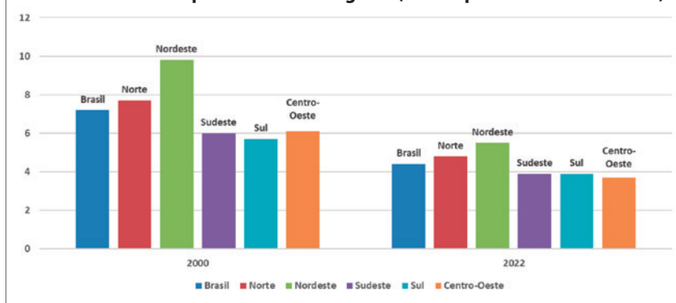
Com relação à taxa de mortalidade, relacionada à exposição a serviços inseguros de água, saneamento e higiene, apesar da queda observada em todas as regiões entre 2000 e 2022, o Norte e o Nordeste permanecem acima da média nacional (Gráfico 2).

Gráfico 1 – Razão entre o PIB per capita regional e o PIB per capita nacional – 2000 e 2020



Fonte: PNADC e SCNT – IBGE. Elaboração própria.

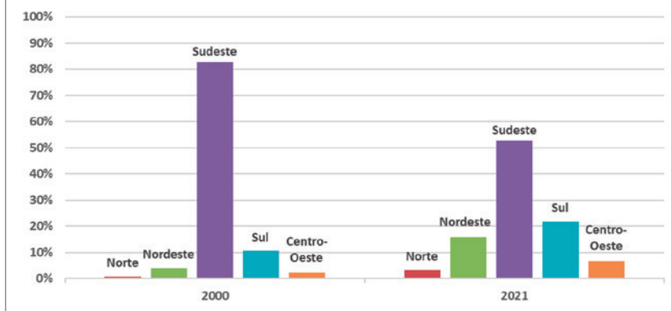
Gráfico 2 – Taxa de mortalidade atribuída a fontes de água inadequadas, saneamento inadequado e falta de higiene (Óbitos por 100 mil habitantes)



Fontes: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/MS); e Retroprojeção da População 2000/2010 e Projeções da População do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade: 2010-2060 (ano de ref. 2018) (IBGE). Elaboração própria.

Outro exemplo de medida para redução das desigualdades regionais foi a expansão e interiorização da educação superior, que promoveu a desconcentração regional na pós-graduação. No Gráfico 3, nota-se um aumento expressivo da representação das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul no total de títulos de doutorado concedidos no país, enquanto a região Sudeste apresenta diminuição, apesar de manter a liderança em números absolutos.

Gráfico 3 – Razão entre o número de títulos de doutorado concedidos por região e o total de títulos de doutorado concedidos no Brasil



Fonte: CGEE a partir de dados da Plataforma Sucupira – Capes/MEC (1996-2021). Elaboração própria.

Na ausência das políticas explícitas e implícitas de desenvolvimento regional, provavelmente as desigualdades entre as regiões brasileiras seriam maiores do que as verificadas na atualidade. Ainda assim, a persistência dessas desigualdades sugere a necessidade de se refletir sobre as suas causas. O problema principal é a insuficiência dos recursos mobilizados? Os instrumentos de promoção do desenvolvimento regional precisam ser reformulados? O desafio maior está no aperfeiçoamento das formas de implementação das políticas? A natureza concentradora das dinâmicas produtivas é tão forte a ponto de não ser factível esperar resultados muito melhores do que os já alcançados? As dificuldades decorrem de uma combinação desses e outros problemas? Refletir sobre essas questões se faz necessário.

2. Ordenamento territorial

O ordenamento territorial envolve a identificação, a seleção e o estabelecimento de prioridades para o uso dos recursos naturais em razão das suas potencialidades e dos limites socioambientais e ecológicos. Trata-se de gerir os conflitos socioambientais acerca do uso dos recursos naturais, compreendendo o ambiente e o que ele tem a nos oferecer, ouvindo e envolvendo as pessoas habitantes de cada território, com seus sonhos e necessidades.

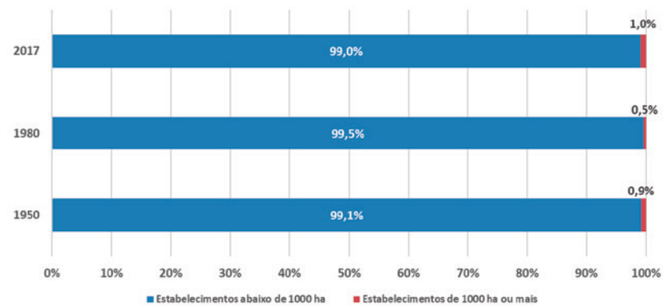
No Brasil, o ordenamento territorial é regulamentado principalmente por leis e políticas públicas em nível federal, estadual e municipal. Exige, portanto, um esforço integrado entre diferentes esferas de governo, buscando harmonizar interesses diversos. O tema pode ser abordado em quatro eixos: ordenamento fundiário; Zoneamento Ecológico-Econômico; desenvolvimento urbano; e Zona Econômica Exclusiva.

2.1. Ordenamento fundiário

Segue pendente, no Brasil, a realização de uma reforma fundiária que alcance as áreas rurais e urbanas. As capitanias hereditárias e o modelo escravocrata primário-exportador, herdados da colonização portuguesa, deixaram como legado uma estrutura fundiária altamente concentrada, na qual os interesses de latifundiários e especuladores imobiliários se sobrepõem aos de milhares de famílias sem-terra e sem-teto.

Entre as principais dificuldades enfrentadas pelas políticas de desenvolvimento regional e ordenamento territorial estão as disputas pela posse e uso da terra. Ao contrário dos países hoje considerados desenvolvidos, que em algum momento de suas histórias promoveram a desconcentração do acesso à terra, no Brasil segue prevalecendo a concentração fundiária para fins especulativos ou de exportação de *commodities*.

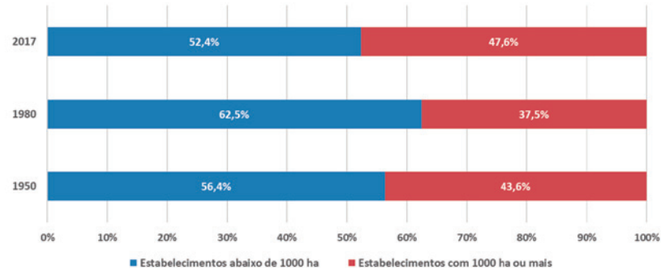
Gráfico 4 – Representatividade dos estabelecimentos agropecuários (quantidade de estabelecimentos)



Fonte: Censos Agropecuários 1950, 1980 e 2017/IBGE. Elaboração própria.

Os dados do Censo Agropecuário 2017 (último ano de realização) mostram a intensidade dessa concentração. Apesar de apenas 1% dos estabelecimentos possuírem mil ou mais hectares, estes ocupam quase metade (47,6%) da área total de estabelecimentos agropecuários do país. Os dados revelam que esse panorama praticamente não se alterou ao longo dos anos, conforme gráficos abaixo.

Gráfico 5 – Representatividade dos estabelecimentos agropecuários (área ocupada).



Fonte: Censos Agropecuários 1950, 1980 e 2017/IBGE. Elaboração própria.

Enquanto prevalecer no país tamanha concentração fundiária será muito difícil avançar na construção de uma país com oportunidades para todos. É preciso dar novas destinações às terras devolutas do Estado e às grandes propriedades improdutivas eventualmente existentes, o que exige a atualização dos parâmetros da produtividade agrícola e o aceleramento das análises sobre o exercício da função social da propriedade rural nos aspectos produtivo, ambiental e trabalhista, permitindo rápidas desapropriações nos casos previstos em lei.

É importante estabelecer parâmetros para unificar e valorizar os normativos legais do cadastro de terras, integrando o sistema cartorial, o Cadastro Rural e o Cadastro Ambiental Rural. Iniciativa que envolve a precisão dos dados, a validação em campo, o trabalho de dar consistência a essas bases, bem como seu armazenamento e atualização na forma de dados abertos, nos termos da Lei de Acesso à Informação.

Além do auxílio no combate à grilagem, isso contribuirá para a discriminação positiva dos estabelecimentos e as respectivas formas de propriedade fundiária, algo vital para definir e cobrar a responsabilidade socioambiental de cada segmento, bem como para fazer justiça tributária. É essencial diferenciar as atividades produtivas social e ambientalmente responsáveis daquelas que utilizam práticas predatórias, com definição prévia e clara de benefícios para as primeiras.

É preciso também agilizar o cadastramento de novas famílias sem-terra e a solução de conflitos fundiários, assentando todas as famílias que seguem à espera de lotes nos cadastros governamentais. Os novos assentamentos precisam ser situados preferencialmente no entorno das cidades médias do interior, para que possam ser a base tanto de polos regionais de desenvolvimento como para oferta de serviços vinculados à atividade rural, de forma integrada com as universidades e os institutos de tecnologia.

A democratização do acesso à terra precisa ser acompanhada do acesso à assistência técnica, ao crédito, à infraestrutura de armazenamento e distribuição, às compras governamentais etc. É indispensável apoiar a pequena e a média agricultura na incorporação das inovações advindas da chamada "Agricultura 4.0", em um contexto de avanço e convergência das tecnologias para agricultura e agroindústria, com ênfase na biotecnologia e bioeconomia. São medidas que, para além da busca de convergência de produtividade econômica e socioambiental, visam promover a segurança e a soberania alimentar a partir de padrões ambientalmente sustentáveis de produção e consumo.

2.2. Zoneamento Ecológico-Econômico

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é uma ferramenta de planejamento que visa identificar e delimitar áreas de acordo com suas características ecológicas e econômicas, orientando o uso sustentável dos recursos naturais. É utilizado para definir atividades econômicas que são compatíveis com as características ambientais de cada região, promovendo a preservação ambiental.

O esforço regulatório e de comando e controle da política ambiental precisa ser harmonizado com o apoio governamental ao desenvolvimento de atividades produtivas socialmente inclusivas e ambientalmente sustentáveis. A experiência brasileira de Zoneamento Ecológico-Econômico, ainda concentrada em algumas partes da região norte, precisa ser ampliada a todo o território nacional. Isso exige uma perspectiva multiescalar, que considere os assentamentos humanos e a dinâmica espacial de desenvolvimento local, superando as restrições impostas pelas fronteiras administrativas, incorporando bacias e sub-bacias hidrográficas, biomas, fitofisionomias, mapas de relevo, geológicos etc.

Há conflitos entre interesses econômicos, como a expansão agrícola e imobiliária, e a necessidade de conservação ambiental, que podem atrasar a implementação de diretrizes do ZEE. O monitoramento das áreas delimitadas pelo ZEE e a fiscalização de atividades ilegais, como o desmatamento, são grandes desafios, principalmente em regiões como a Amazônia, onde o acesso é difícil e as áreas são extensas. Além disso, muitos projetos de ZEE precisam ser atualizados para refletir as mudanças nas condições ambientais e socioeconômicas.

2.3. Desenvolvimento urbano

As cidades brasileiras não costumam ser espaços confortáveis para sua população e as constrangem de diversas formas. O crescimento de maneira desordenada e desigual resultou em uma urbanização marcada por grandes disparidades socioeconômicas e pela falta de infraestrutura básica em muitas áreas periféricas. Habitações precárias, falta de saneamento, poluição do ar, falta de espaços públicos de lazer, água contaminada por poluição industrial e agrotóxicos e distanciamento entre onde se vive e onde se trabalha são alguns dos problemas socioambientais do ambiente urbano, agravados pela violência e a criminalidade.

Hortas comunitárias, arborização, produção de energia por meio de biodigestores e placas solares, tratamento de resíduos na própria residência, aproximação da comunidade com as escolas e os postos de trabalho são algumas das medidas possíveis para a melhoria da qualidade de vida nas cidades. Melhor transporte público, com integração entre modalidades e estímulo às ciclovias são medidas que, se empregadas em larga escala, têm o potencial de transformar o espaço urbano, além da necessidade de melhorar a oferta de serviços básicos como saúde, saneamento básico, educação, cultura e segurança pública.

As desigualdades no acesso à cidade e aos serviços públicos multiplicam carências diversas em áreas como saúde, educação, saneamento, habitação, mobilidade e segurança pública. Violência, congestionamentos, poluição, alto custo da moradia e a precariedade dos sistemas públicos de saúde e educação reforçam a sensação de caos urbano presente nas metrópoles. Resultam daí um acúmulo de pobreza, a reprodução acelerada da miséria, e a manutenção dos níveis de segregação social, racial e de gênero que deterioram a vida urbana e que podem levar à perda da qualidade de vida nas cidades e, até mesmo, a um agravamento da evasão de talentos e profissionais qualificados para fora do país.

O Plano Diretor é um instrumento básico para a política de desenvolvimento urbano nos municípios brasileiros, obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes. Define diretrizes para o uso do solo urbano, a expansão urbana, as áreas de proteção ambiental, entre outros aspectos. O Estatuto da Cidade (Lei n.º 10.257/2001) regulamenta o Plano Diretor e a função social da propriedade urbana. Entretanto, sua implementação ainda apresenta deficiências que limitam sua eficácia na promoção de um desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo.

Baixa participação social na elaboração dos planos diretores; lacunas técnicas e falta de capacitação das equipes responsáveis pela aplicação das diretrizes do Plano Diretor; planos desatualizados e falta de coerência com a realidade local; fragilidade na fiscalização e no monitoramento; e falta de transparência e baixo grau de responsabilização (*accountability*) dos gestores pelo cumprimento das diretrizes dos planos diretores são alguns fatores que dificultam o atingimento dos seus objetivos. Soma-se a isso o fato de que muitos planos diretores ainda não incorporam devidamente os impactos das mudanças climáticas e os riscos ambientais, como enchentes, deslizamentos e ondas de calor.

2.4. Zona Econômica Exclusiva

A Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Brasil, cuja área corresponde a aproximadamente 3,6 milhões km², é equivalente à superfície da Amazônia. Esse território marítimo brasileiro, também chamado de "Amazônia Azul", poderá ser ampliado para 4,4 milhões km² em face da reivindicação brasileira perante a Comissão de Limites das Nações Unidas. Esta vasta área possui muitas riquezas e potencial de uso econômico de diversos tipos:

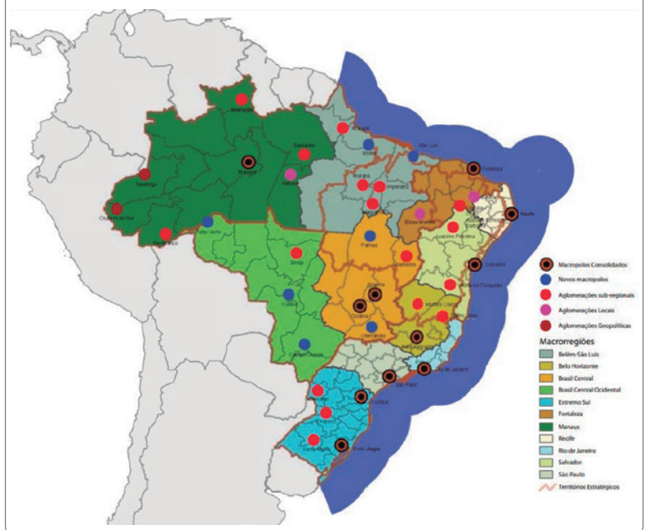
- Pesca, devido à enorme diversidade de espécies marítimas que residem nesta região.
- Minerais metálicos e outros recursos minerais no subsolo marinho.
- Biodiversidade de espécies marítimas.

• Petróleo, como o encontrado na Bacia de Campos e no Pré-sal.

• Aproveitamento de energia maremotriz e da energia eólica em alto-mar.

Para uma exploração sustentável dos recursos do mar e dos ambientes costeiros, incluindo a pesca, a exploração mineral, o transporte e o lazer, é indispensável o conhecimento dos processos oceânicos e dos recursos marinhos, o que só pode ser alcançado com pesquisa científica e tecnológica.

Figura 1 – Territórios, macrorregiões e polos



Fonte: Estudo da Dimensão Territorial para o Planejamento, volume II, p.115.

3. Perspectivas de desenvolvimento regional

As características e as dinâmicas espaciais podem ser analisadas a partir de diversos olhares. Alguns enfatizam aspectos de homogeneidade como clima, vegetação e indicadores socioeconômicos. Outros focam nos fluxos entre cidades de diferentes portes. E há os que buscam contemplar em conjunto os aspectos de homogeneidade e de heterogeneidade, como ilustra a figura a acima.

Neste capítulo, optamos por abordar as perspectivas de desenvolvimento considerando as cinco regiões tradicionais do IBGE, com a ressalva de que serão tratadas em conjunto as regiões Sul e Sudeste.

3.1. Região Norte

Para promover o desenvolvimento sustentável na região Norte, é crucial preservar a densa cobertura vegetal, que ainda se mantém em grande parte, apesar das constantes incursões predatórias. A base produtiva regional tem buscado formas inovadoras de lidar com a gestão da água, o uso da madeira, a biodiversidade, a produção de alimentos e os modais de integração que respeitem a natureza. A resolução de questões fundiárias e a definição de regras claras para regular as atividades produtivas e a propriedade rural e urbana são desafios urgentes, assim como a criação de um sistema urbano resiliente e integrado, capaz de consolidar novos polos de desenvolvimento e distribuir serviços de maneira equilibrada.

O principal vetor de desenvolvimento da região é a sociobiodiversidade, valorizando os produtos da floresta, das águas e da agroecologia. Atividades que promovam a cultura e o empreendedorismo regional podem abrir novas fronteiras para a inovação social. Para avançar nessa direção, é indispensável aumentar os investimentos em instituições de pesquisa, universidades, pequenas e médias empresas, além de desenvolver novas instituições de apoio à inovação, seja na tecnologia industrial básica, nas agências de desenvolvimento ou no aperfeiçoamento da qualificação profissional.

É preciso integrar práticas tradicionais ao uso de novas tecnologias para desenvolver produtos de alto valor agregado, como cosméticos, medicamentos e bioplásticos.

Entre as prioridades para o desenvolvimento sustentável da região Norte podemos destacar:

• o fortalecimento da presença do Estado e dos instrumentos de ordenamento territorial;

• a estruturação de uma rede de cidades capaz de melhorar a provisão de serviços básicos à população; va universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, energia e internet de alta velocidade, inclusive nas áreas rurais;

• a expansão da infraestrutura de transportes e logística, com ênfase nos modais aeroviário e hidroviário, fortalecendo a integração nacional e sul-americana;

• a restauração florestal em áreas degradadas, especialmente em zonas estratégicas para a manutenção do ciclo hidrológico;

• o aproveitamento de diversidade biológica gerando riqueza e renda de forma sustentável;

• a estruturação de atividades minero-agroindustriais de forma sustentável;

• o incentivo ao uso de tecnologias limpas em atividades extrativistas e agroflorestais, como sistemas integrados de manejo sustentável e produção de energia renovável;

• a expansão do acesso à educação básica e superior, com foco em cursos técnicos e profissionais voltados às demandas locais;

• a celebração de parcerias entre universidades, empresas e governos para consolidar um ecossistema de inovação adaptado às necessidades locais;

• a realização de pesquisas voltadas à criação de novos bioprodutos, como medicamentos, cosméticos e materiais sustentáveis, utilizando recursos naturais da floresta amazônica; e

• a internacionalização de produtos amazônicos.

3.2. Região Nordeste

A região Nordeste, que recebeu investimentos significativos no início deste século, vem lutando para manter seu recente dinamismo. Apesar de ainda estar atrás nos indicadores sociais e econômicos básicos, a região alcançou avanços importantes, como no ensino fundamental, com destaque para o Ceará, e no ensino médio, em especial Pernambuco. Além disso, houve uma considerável substituição da matriz energética por fontes renováveis, como a eólica e, cada vez mais, a solar.

Os potenciais de desenvolvimento no Nordeste são mais visíveis na promoção de serviços com alto poder de geração de emprego e renda, como turismo, setor médico-hospitalar, educação e comércio. O aproveitamento dos recursos da zona costeira precisa incluir a recuperação da navegação de cabotagem e o uso sustentável de recursos minerais e biológicos. A socialização do acesso a água de qualidade e a promoção de seu uso sustentável são fundamentais em toda a região, assim como políticas de segurança alimentar, transferência de renda e segurança hídrica, com a participação da sociedade civil, especialmente no Semiárido, a região semiárida mais densamente povoada do mundo.

Para fortalecer a inclusão produtiva e superar a pobreza, é necessário combater a desertificação e mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Isso inclui práticas de manejo e conservação do solo, vegetação nativa, águas e paisagens, promovendo serviços ecossistêmicos que garantam soberanias alimentar, hídrica e energética em uma perspectiva agroecológica.

A distribuição ampla de ativos estratégicos, como educação, terra, infraestrutura e cultura, aliada à diversificação econômico-produtiva de áreas tradicionalmente dedicadas às monoculturas (açúcar, álcool, cacau etc.), é essencial para superar a pobreza e as desigualdades sociais no Nordeste. Também é necessário combater a grilagem de terras e realizar a reforma agrária em áreas recentemente ocupadas pela monocultura em larga escala para exportação no Cerrado, que têm usado agrotóxicos e água para irrigação de forma insustentável.

Para que isso seja possível, é fundamental fortalecer a base científico-tecnológica, com ênfase no ensino técnico profissionalizante. Os institutos de pesquisa e desenvolvimento têm um papel destacado na promoção da inovação em várias frentes de expansão, especialmente nas tecnologias da informação e comunicação, que já contam com núcleos estruturados na região.

As prioridades para o desenvolvimento sustentável da região Nordeste incluem:

• ampliar o acesso à água para seus múltiplos usos, inclusive por meio de projetos de dessalinização, reuso, captação de água da chuva e cisternas;

• ampliar a infraestrutura de transportes e logística, com ênfase nos modais aéreo e ferroviário;

- ampliar os investimentos em infraestrutura turística e economia criativa;
- exploração sustentável dos recursos do mar e dos ambientes costeiros;
- expandir a geração de energia solar e eólica;
- incentivar práticas de manejo sustentável para mitigar os impactos da desertificação e preservar os ecossistemas;
- adensamento tecnológico das antigas e novas cadeias produtivas regionais;
- ampliar a oferta de educação técnica e profissionalizante, com foco nas necessidades das cadeias produtivas locais; e
- fortalecer parques tecnológicos e hubs de inovação em colaboração com universidades e centros de pesquisa.

3.3. Região Centro-Oeste

Na região Centro-Oeste, um dos maiores desafios é consolidar uma ocupação agroindustrial de maior qualidade, diversificada, menos degradadora do meio ambiente e mais inclusiva da força de trabalho. A expansão da agroindústria de grãos, associada à pecuária, forma uma linha de frente que pressiona o Cerrado e a Floresta Amazônica. A intensificação e ampliação da produção nas áreas já utilizadas pela agropecuária exigirão novos investimentos em infraestrutura e padrões de produção mais cuidadosos com a conservação ambiental.

O Centro-Oeste ocupa uma posição estratégica no "coração" da América do Sul, com uma extensa faixa de fronteira que coincide com rios navegáveis e populações significativas às suas margens. A região também representa o elo entre os extremos do Brasil, confrontando os contrastes que o país tem evitado enfrentar.

Como prioridades para o desenvolvimento sustentável da região Centro-Oeste podemos apontar:

- investir em melhorias na malha aérea, ferroviária e hidroviária, para reduzir custos de transporte e fortalecer a integração nacional e sul-americana, inclusive com os portos do Pacífico;
- ampliar a oferta de educação técnica e superior em áreas como gestão agroindustrial e tecnologia da informação;
- implementar práticas de manejo sustentável para conservação do Cerrado e Pantanal, combatendo o desmatamento e promovendo a recuperação de áreas degradadas;
- ampliar a geração de energias renováveis, como solar, eólica e biomassa;
- estimular a bioeconomia e o uso de biocombustíveis;
- incentivar a adoção de tecnologias limpas na agricultura e pecuária, como sistemas integrados de produção e manejo de solo; e
- estimular a agroindústria e a adoção de tecnologias digitais no campo, como agricultura de precisão e monitoramento por drones.

3.4. Regiões Sul e Sudeste

As regiões Sul e Sudeste, por sua vez, concentram a parte mais expressiva da competência técnico-científica nacional. Sediam o núcleo da indústria brasileira (mecânica, material elétrico, eletrônico, informática, material de transportes e química) e ampla fatia dos serviços mais sofisticados, que se espalham do polo de São Paulo por outras áreas metropolitanas regionais, criando uma sofisticada teia de relações produtivas. O Brasil depende dessa capacidade robusta de CT&I para se aproximar da fronteira do conhecimento científico e tecnológico mundial.

Essas regiões também têm forte participação na produção agrícola nacional, como arroz, trigo, café, cana-de-açúcar, frutas e hortaliças. E, assim como as demais regiões do Brasil, também sofrem com condições climáticas adversas, como chuvas excessivas e alta umidade, com impactos na produção agrícola. As condições climáticas extremas não apenas afetam a qualidade e a produtividade das safras, mas também impõem desafios significativos na logística e no armazenamento. Estradas alagadas e infraestruturas danificadas podem atrasar o transporte de safras para armazéns, enquanto a alta umidade pode deteriorar a qualidade do grão armazenado, aumentando o risco de perdas pós-colheita.

Como prioridades para o desenvolvimento sustentável das regiões Sul e Sudeste podemos destacar:

- exploração sustentável dos recursos do mar e dos ambientes costeiros;
- ampliar a oferta de cursos técnicos e de formação continuada em áreas tecnológicas, como ciência de dados, engenharia de software e automação;
- consolidar parques tecnológicos e incubadoras voltados a startups e empresas de base tecnológica, promovendo parcerias entre universidades, empresas e institutos de pesquisa;
- incentivar a formação de clusters de inovação em áreas como saúde, energias renováveis e manufatura avançada;
- expandir a aplicação de automação, robótica, impressão 3D, Internet das Coisas, *big data* e inteligência artificial, focando em setores como automotivo, aeroespacial e farmacêutico;
- fortalecer o setor de tecnologias da informação e comunicação, promovendo soluções em cibersegurança, software e infraestrutura digital;
- incentivar o desenvolvimento de produtos biotecnológicos, como vacinas, medicamentos de precisão e agricultura geneticamente avançada; e
- investir em tecnologias de realidade aumentada, produção audiovisual de alta qualidade e design de produtos digitais, fomentando o crescimento das indústrias criativas.

Tendência

Competição por acesso a recursos naturais – O crescimento populacional, a urbanização, a industrialização e o aumento dos padrões de vida contribuem para o aumento da demanda global por recursos naturais. Recursos energéticos (como petróleo e gás natural), minerais (como ouro, diamantes, ferro, manganês, cobre, alumínio, lítio, nióbio e terras raras), florestas, terras cultiváveis, fontes de água doce e recursos pesqueiros são exemplos de recursos naturais que seguirão sendo disputados por países, regiões, cidades, corporações e comunidades locais.

Incertezas

Desconcentração fundiária – Como dito anteriormente, ao contrário dos países hoje considerados desenvolvidos, que em algum momento de suas histórias promoveram a desconcentração do acesso à terra, no Brasil segue prevalecendo a concentração fundiária para fins especulativos ou de exportação de *commodities*. Diante da complexidade dos conflitos socioambientais acerca do uso dos recursos naturais, e das dificuldades de harmonização de iniciativas entre diferentes poderes e entes federados, é incerto se haverá, no futuro próximo, um processo efetivo de desconcentração fundiária no Brasil.

O Brasil promove maior convergência dos níveis de desenvolvimento entre suas regiões – O Brasil apresenta disparidades históricas entre as suas regiões e dentro de cada uma delas. Os esforços e investimentos realizados pelo país nas últimas décadas contribuíram para que a região Centro-Oeste apresentasse grande dinamismo, tornando-se importante fronteira de expansão econômica. As regiões Norte e Nordeste seguem, no entanto, apresentando indicadores socioeconômicos significativamente abaixo da média nacional.

Na região Norte, caracterizada por especificidades geográficas que implicam em desafios para a oferta de políticas públicas e para a atuação de empresas privadas, a biodiversidade e a abundância de recursos naturais constituem oportunidades para a construção de novos modelos de desenvolvimento ambientalmente sustentáveis. Na região Nordeste, marcada por grandes disparidades entre a zona costeira e o semiárido, inclusive na questão hídrica, existem oportunidades de desenvolvimento relacionadas às energias renováveis, à agricultura, à indústria e ao turismo, desde que sejam intensificados os investimentos em educação, infraestrutura e inovação tecnológica. As regiões Sul e Sudeste possuem atividades econômicas mais complexas e sofisticadas, bem como indicadores socioeconômicos geralmente acima da média nacional.

Contudo, todas as regiões brasileiras são caracterizadas por acentuadas disparidades intrarregionais, com desigualdades socioespaciais, necessidade de regularização fundiária e carências de infraestrutura e de serviços públicos.

Não está claro se as políticas públicas serão capazes de impulsionar as potencialidades das regiões e sub-regiões menos desenvolvidas no Brasil, pois os investimentos públicos e privados precisam superar as dinâmicas concentradoras decorrentes das vantagens competitivas acumuladas nas localidades mais desenvolvidas.

O Brasil consolida uma rede policêntrica de cidades que fortalece o papel das cidades médias – Uma rede policêntrica de cidades busca criar uma estrutura urbana equilibrada, onde múltiplos centros atendem às necessidades da população de forma mais eficiente e sustentável. Em uma rede policêntrica, várias cidades ou áreas urbanas desempenham papeis importantes. Não há uma concentração exclusiva de atividades em um único centro. A ideia é diminuir a necessidade de deslocamentos longos, com as pessoas podendo encontrar serviços básicos, como trabalho, escola, saúde e comércio, em suas próprias comunidades.

Caracterizado por um processo acelerado de urbanização e um crescimento desordenado de suas cidades, o Brasil pode se beneficiar da estruturação de uma rede policêntrica de cidades, que promova a desconcentração e a interiorização do desenvolvimento. Para que isso ocorra, faz-se necessário estimular a consolidação de cidades médias e novos núcleos urbanos com investimentos sociais e de infraestrutura, que possam atuar tanto no reforço de fluxos ao interior do território nacional quanto na criação de conexões e vínculos mais estreitos com os países vizinhos.

As cidades médias podem desempenhar papel estratégico na rede urbana do Brasil, constituindo elos entre as metrópoles e as cidades pequenas. Uma rede assim configurada contribuirá para o fortalecimento e criação de polos de desenvolvimento, a desconcentração das atividades econômicas e da população, a criação de novas oportunidades de emprego e a redução das disparidades regionais e interpessoais de renda.

Contudo, diante das dinâmicas de atração das grandes cidades, não se pode assegurar que as políticas públicas no Brasil serão capazes de consolidar uma rede policêntrica que fortaleça o papel das cidades médias.

Recursos naturais utilizados de forma predominantemente sustentável no Brasil – A utilização sustentável dos recursos naturais concilia a satisfação das necessidades do presente com a preservação do meio ambiente para as futuras gerações. A adoção de práticas sustentáveis almeja não apenas a preservação da biodiversidade, mas também a manutenção da vitalidade dos ecossistemas, pilares essenciais para a subsistência de toda forma de vida no planeta. O uso sustentável dos recursos naturais proporciona diversos benefícios, tais como a redução da degradação ambiental, da poluição e das emissões de gases do efeito estufa, a conservação da natureza e o acréscimo na disponibilidade dos recursos hídricos para seus múltiplos usos.

É incerto, no entanto, se no Brasil os cuidados com a preservação e conservação do meio ambiente serão predominantes no uso dos recursos naturais.

Referências

BRASIL. **Estudo da Dimensão Territorial para o Planejamento**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Ministério de Ciência e Tecnologia, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília, 2008.

_____. **Plano Regional de Desenvolvimento da Amazônia – PRDA 2024-2027**. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Belém: Sudam, 2023.

_____. **Documento de referência do Plano Regional de Desenvolvimento do Nordeste para o período 2024-2027**. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Recife: Sudene, 2023.

_____. **Plano Regional de Desenvolvimento do Centro-Oeste – PRDCO 2024-2027**. Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste. Sudeco: Brasília, 2023.

_____. **Decreto nº 11.962, de 22 de março de 2024. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Regional**. Brasília, 2024.

CARDOSO JR, J.C.; GIMENE, M. (org). **O Brasil pode mais: caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Articulação Nacional de Carreiras Públicas pelo Desenvolvimento Sustentável (Arca). Brasília, 2022.

PARTE IV

DIMENSÃO ECONÔMICA

20

PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO[145]

Márcio Gimene[146]

1. Introdução

Um dos principais desafios a serem enfrentados pelos países em suas trajetórias de desenvolvimento é a integração entre os instrumentos e processos de planejamento e orçamento. Após esta introdução, será apresentada uma breve contextualização dos esforços de modernização administrativa e integração planejamento-orçamento realizados no Brasil a partir da década de 1930. Em seguida, discute-se os desafios da integração planejamento-orçamento a partir da Constituição de 1988. A seção seguinte trata dos esforços de estruturação de um regime fiscal sustentável no País. Por fim, são apontadas uma tendência e quatro incertezas relacionadas às perspectivas de integração entre os instrumentos e processos de planejamento e orçamento no Brasil.

2. Modernização administrativa e integração planejamento-orçamento

Os esforços de modernização administrativa liderados por Getúlio Vargas a partir da década de 1930 deram origem a importantes instituições[147] como o Departamento Administrativo do Serviço Público (Dasp), que introduziu o sistema de contratação por concurso na Administração Pública Federal, elaborou o primeiro estatuto dos funcionários públicos do Brasil, padronizou normas orçamentárias e financeiras adotadas nos três níveis de governo e coordenou a elaboração do Plano Especial de Obras Públicas e Aparelhamento da Defesa Nacional (1939) e do Plano de Obras e Equipamentos (1943)[148].

Foi nesse contexto que a ideia de se estabelecer um sistema de coordenação das atividades governamentais com base no planejamento foi incluída na proposta de reforma administrativa elaborada por determinação de Vargas, em 1952[149]. Previa-se a instalação do Conselho de Planejamento e Coordenação, que funcionaria como agência central de planejamento do Governo Federal. Coordenado pelo Presidente da República, o conselho seria integrado pelos ministros de Estado e contaria com o auxílio de comissões interministeriais. Vargas suicidou-se em 1954, antes de colocar o sistema de planejamento em prática. Mas as sementes que plantou não tardariam a gerar bons frutos.

Aproveitando o acúmulo possibilitado pelas experiências anteriores, Juscelino Kubitschek governou tendo seu Programa de Metas (1956) como instrumento mobilizador da administração pública. Estudos e pareceres de especialistas guiaram a elaboração de programas setoriais de investimentos destinados a orientar a execução de obras e a expandir ou implantar indústrias e serviços considerados indispensáveis ao desenvolvimento do País. Foram selecionados 30 setores prioritários, fixando-se metas a serem atingidas no fim de 1960.

[145] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Estado, planejamento, articulação federativa e gestão" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 29 de junho de 2022, em Brasília, nas dependências da ENAP. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[146] Márcio Gimene é Graduado em Economia (UFRJ), Mestre em Geografia (Unb) e Doutor em Geografia (UFRJ). Fez estágio de Pós-doutorado em Economia (UFRJ). Desde 2004 é Analista de Planejamento e Orçamento do Governo Federal. Atualmente é Diretor de Gestão da Informação da Secretaria de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da Presidência da República.

[147] Exemplos de outras importantes instituições criadas nessa época foram a Companhia Siderúrgica Nacional (1941), a Vale do Rio Doce (1942), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes (1951), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (1951), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico – BNDE (1952), a Petrobras (1953) e a Eletrobrás (1954).

[148] Esses planos contaram com a articulação entre o Ministério da Fazenda, a Controladoria-Geral da República e o Tribunal de Contas, compondo um mecanismo de controle das verbas a serem aplicadas em áreas prioritárias, conforme autorização do Presidente da República.

[149] Ver Gimene (2017) para maior aprofundamento sobre o processo de construção de um sistema integrado de planejamento e orçamento no Brasil.

Foram analisadas as tendências de evolução de cada setor e projetadas suas necessidades para o quinquênio. Paralelamente, foram analisados, para cada meta, os projetos específicos que se destinariam a cumpri-las. Na meta referente a siderurgia, por exemplo, enquanto se pesquisava qual seria a demanda global de aço e sua decomposição nos diversos tipos de produtos siderúrgicos, foi feita a análise de cada projeto de expansão das usinas existentes e das novas a serem instaladas. Ao mesmo tempo em que se analisavam os orçamentos, as demandas anuais de recursos financeiros e as fontes prováveis de suprimento desses recursos, pesquisava-se a inter-relação dos vários setores da economia.

Novos passos foram dados a partir de 1962, quando o presidente João Goulart criou o cargo de Ministro Extraordinário de Planejamento e convidou Celso Furtado para assumi-lo. Furtado liderou a elaboração do Plano Trienal, lançado ainda em 1962, e apoiou os esforços de estruturação de um sistema nacional de planejamento, em sintonia com as recomendações dos técnicos que trabalharam na Comissão de Estudos e Projetos Administrativos (Cepa) e no Grupo de Estudo e Elaboração das Normas para a Implantação e Institucionalização do Planejamento.

Resultou desses esforços de modernização administrativa a Lei nº 4.320, publicada em 17 de março de 1964, que instituiu normas gerais para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos estados, dos municípios e do Distrito Federal.

A ditadura militar instalada no país a partir de 31 de março de 1964 se beneficiou dos avanços verificados nos anos anteriores e aproveitou as facilidades proporcionadas por regimes autoritários para centralizar no Ministério do Planejamento a integração planejamento-orçamento. Isso foi possível a partir da organização do tripé planejamento/orçamento-programa/desembolso financeiro, que consistia em assegurar que as diretrizes do planejamento fossem observadas em todos os níveis administrativos, garantindo que as instâncias de governo que se ajustassem ao planejamento governamental recebessem em tempo hábil autorização para a realização dos desembolsos financeiros necessários para a implementação dos programas governamentais sob sua responsabilidade.

Essa sequência de esforços de integração entre as atividades de planejamento e orçamento culminou na publicação do Decreto nº 71.353/1972, que instituiu o Sistema de Planejamento Federal com os seguintes objetivos: coordenar a elaboração dos planos e programas gerais de Governo e promover a integração dos planos regionais e setoriais; acompanhar a execução desses planos e programas; assegurar, mediante normas e procedimentos orçamentários, a aplicação de critérios técnicos, econômicos e administrativos para o estabelecimento de prioridades entre as atividades governamentais; modernizar as estruturas e procedimentos da Administração Federal, objetivando seu contínuo aperfeiçoamento e maior eficiência na execução dos programas do Governo; e estabelecer fluxos permanentes de informação entre as unidades componentes do sistema, a fim de facilitar os processos de decisão e coordenação das atividades governamentais.

O mesmo Decreto determinou que o Sistema de Planejamento Federal fosse integrado por todos os órgãos da Administração Federal direta e indireta incumbidos de atividades de planejamento, orçamento e modernização administrativa. A Secretaria-Geral do Ministério do Planejamento e Coordenação-Geral foi encarregada de atuar como órgão central do Sistema de Planejamento, tendo como órgãos setoriais as secretarias-gerais dos ministérios civis e os órgãos equivalentes dos ministérios militares. Além de zelar pelo bom funcionamento do Sistema de Planejamento Federal, prestando assistência técnica aos órgãos setoriais, cabia ao órgão central promover a articulação com as demais unidades da federação.

É importante observar que o processo de estruturação do Sistema de Planejamento Federal teve desde a sua origem a preocupação de integrar as atividades de planejamento e de orçamento, tendo o planejamento do desenvolvimento nacional como mote central. Diferentes grupos dirigentes se sucederam entre as décadas de 1930 a 1970, mas todos apostaram no planejamento como instrumento de promoção do desenvolvimento e, especialmente a partir da criação do Dasp, em 1938, trataram o orçamento e o fluxo de desembolso financeiro como instrumentos cruciais para viabilizar os planos governamentais.

3. Desafios da integração planejamento-orçamento a partir da Constituição de 1988

Com o País passando por um processo de redemocratização, a partir da década de 1980 as atividades de planejamento e orçamento precisaram se adequar a demandas por maior descentralização decisória (tanto na relação entre os poderes da República quanto do ponto de vista federativo) e por políticas públicas mais abrangentes do que as até então focadas na dimensão econômica, o que exigiu a ampliação de dotações orçamentária para políticas sociais e processos mais transparentes e participativos de formulação e monitoramento das políticas públicas.

Visando reduzir o grau de arbítrio do Poder Executivo federal, antes mesmo de ser promulgada a Constituição de 1988 algumas medidas legais e administrativas modificaram o funcionamento das atividades de planejamento e de orçamento:

- Em 1986: extinção da conta movimento do Banco do Brasil; e incorporação de subsídios concedidos pelo governo e de despesas com encargos da dívida mobiliária federal no Orçamento da União.

- Em 1987: criação do orçamento das operações de crédito, que passou a constar como anexo do Orçamento da União; e proibição da emissão líquida de títulos da dívida mobiliária sem autorização legislativa.

Na sequência, preservando os conceitos da Lei nº 4.320/1964 e do Decreto-Lei nº 200/1967, os Constituintes de 1987/1988 instituíram um modelo de planejamento e orçamento composto por três instrumentos interdependentes: o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA).

De acordo com esse modelo, os planos de desenvolvimento de longo prazo, os planos de desenvolvimento regional e o programa de governo eleito devem ser sintetizados em um PPA com vigência de quatro anos, correspondente ao período situado entre o segundo ano do mandato do chefe do Poder Executivo e o primeiro ano do mandato seguinte. A LDO define as metas e as prioridades da Administração para o exercício subsequente, funcionando como elo entre o PPA e a LOA, permitindo que o Poder Legislativo discuta as prioridades a serem observadas em cada exercício e, durante a apreciação de cada projeto de lei orçamentária, analise se essas prioridades estão devidamente refletidas na alocação de recursos proposta pelo Poder Executivo. A LOA, por sua vez, estima as receitas e fixa as despesas do respectivo ente federado para cada exercício anual, o que no caso da União ocorre por meio dos orçamentos fiscal, da seguridade social e de investimentos das empresas em que a União, direta ou indiretamente, detenha a maioria do capital social com direito a voto.

Os Constituintes buscaram favorecer a continuidade administrativa, possivelmente antevendo que a promulgação da Constituição seria seguida da aprovação do sistema parlamentarista em plebiscito. Contudo, no plebiscito realizado em 1993 a população brasileira votou majoritariamente pelo sistema presidencialista, como fizera em 1963. Os poderes Executivo e Legislativo desde então buscam ajustar seus papeis nos processos de elaboração e execução dos instrumentos de planejamento e orçamento, eventualmente tendo que se adequar a recomendações feitas pelo Poder Judiciário e pelo Ministério Público.

A complexidade desses processos é grande especialmente quando observamos que o federalismo brasileiro foi construído *de cima para baixo*. O Brasil deixou de ser um Estado unitário para se tornar uma federação, em 1889, sem que os governos provinciais/estaduais tivessem um amadurecimento institucional satisfatório. Nisso diferiu de experiências federalistas como a estadunidense, onde as ex-colônias que se uniram para lutar pela independência contra a Inglaterra contavam com certo nível de engajamento social nos assuntos de interesse coletivo. Isso contribuiu para que, após a independência dos Estados Unidos, seus governos estaduais preservassem relativa autonomia política e administrativa, transferindo para o Poder Central apenas responsabilidades em temas como segurança nacional, emissão de moeda e tributação.

No Brasil, a proclamação de Independência foi seguida pela manutenção do Estado unitário, em um regime monárquico escravocrata no qual cerca de 80% da população era analfabeta e o Poder Moderador exercido pelo Imperador inibia a autonomia dos demais poderes e níveis de governo. Como seria de se esperar, a transição para a República Federativa ocorreu sem que a sociedade civil, os Poderes Legislativo e Judiciário e os governos provinciais/estaduais estivessem adequadamente estruturados para exercerem as funções que deles se esperavam no novo arranjo institucional.

Ademais, os cem anos que separam a Proclamação da República e a promulgação da Constituição de 1988 foram marcados por golpes civis-militares e práticas autoritárias que afastaram o País das condições necessárias para a organização de atividades de planejamento e orçamento efetivamente republicanas no Brasil.

Os desafios foram ampliados quando os Constituintes de 1987/88 conferiram aos municípios brasileiros a condição de ente federado autônomo, com um conjunto de responsabilidades sem paralelo em outros países. Geralmente os entes federados autônomos se limitam a dois níveis: governo central e estados. No federalismo brasileiro pós-Constituição de 1988 existem três níveis autônomos: a União, os estados (e o Distrito Federal) e os municípios. Embora eleições para cargos públicos ocorram no nível municipal em vários países, como regra geral esse nível administrativo não recebe atribuições tão amplas como as verificadas no Brasil, que incluem criar leis, cobrar tributos e estruturar carreiras públicas.

Além disso, ao contrário do que ocorre em outros países, a Constituição de 1988 não estipulou uma divisão clara de competências entre o ente central e os demais. Como não existe hierarquia entre os entes fede-

rados, cada um tem autonomia política e administrativa para atuar em seu âmbito de competência. Idealmente isso deveria reforçar a cooperação entre os entes federados em temas de interesse comum. Na prática, especialmente devido à fragilidade administrativa da grande maioria dos municípios brasileiros, essa cooperação dificilmente ocorre de forma estruturada e transparente. Exceções como o Sistema Único de Saúde, concebido e implementado a partir de intensa mobilização dos profissionais de saúde, indicam que sem instrumentos claros de financiamento e coordenação de ações entre diferentes níveis de governo a capacidade do poder público de entregar serviços de qualidade para os cidadãos fica prejudicada.

A Constituição de 1988 introduziu também duas vedações com impactos diretos sobre as atividades de planejamento e orçamento: impediu o Banco Central de financiar o Tesouro Nacional (art. 164, § 1º); e a União de realizar despesas correntes por meio do aumento da dívida pública (a chamada "regra de ouro", nos termos do art. 167, inciso III). A Lei Complementar nº 101/2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal – LRF), por sua vez, proibiu os entes federados de programarem e realizarem despesas acima dos valores definidos por metas de resultado primário (art. 4º, § 1º).

Foi nesse contexto que os esforços de construção de um sistema integrado de planejamento e orçamento no Brasil gestados desde a década de 1950 deram origem à Lei nº 10.180/2001, que entre outras providências organizou o que seria a partir de então chamado de Sistema de Planejamento e Orçamento Federal.[150]

Nesse novo arranjo institucional, que segue em vigor, as unidades responsáveis pelas atividades de planejamento receberam competências relacionadas à elaboração e supervisão da execução de planos e programas nacionais e setoriais de desenvolvimento econômico e social, coordenação da elaboração dos projetos de lei do plano plurianual, entre outras.[151] E coube às unidades responsáveis pelas atividades de orçamento coordenar, consolidar e supervisionar a elaboração dos projetos da lei de diretrizes orçamentárias e da lei orçamentária da União, entre outras competências relacionadas.[152]

Assim se buscou integrar as lógicas de planejamento e de orçamento em um contexto em que a margem de manobra do Poder Executivo para gerir o orçamento público tornou-se cada vez mais estreita. Enquanto a Constituição de 1988 e outras normas infraconstitucionais estabeleceram um conjunto crescente de despesas obrigatórias, restrições fiscais autoimpostas atuaram em sentido contrário, limitando os gastos que seriam necessários para o pleno cumprimento dos direitos e deveres determinados pelas normas constitucionais e infraconstitucionais.

Gimene (2019, p.15) observa que:

> Apesar dos seus inegáveis méritos em termos de promoção da transparência, as inovações legais voltadas para o controle do gasto resultaram em um quadro institucional peculiar, que em termos práticos subordinou o planejamento governamental à lógica de curtíssimo prazo do desembolso financeiro.
>
> A partir da entrada em vigor da LRF, o regime fiscal brasileiro passou a inibir o investimento público e a atuar de maneira pró-cíclica. Com exceção dos gastos com juros e das despesas eventualmente resguardadas pela LDO, todas as demais despesas passaram a ser subordinadas ao alcance de metas de resultado primário. Os investimentos públicos em particular, por serem mais facilmente contingenciados, ficaram especialmente prejudicados.

[150] Conforme a Lei nº 10.180/2001, o Sistema de Planejamento e Orçamento Federal tem as seguintes finalidades: formular o planejamento estratégico nacional; formular planos nacionais, setoriais e regionais de desenvolvimento econômico e social; formular o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e os orçamentos anuais; gerenciar o processo de planejamento e orçamento federal; e promover a articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, visando a compatibilização de normas e tarefas afins aos diversos Sistemas, nos planos federal, estadual, distrital e municipal.

[151] Como estabelece o art. 7º da Lei nº 10.180/2001, compete às unidades responsáveis pelas atividades de planejamento: elaborar e supervisionar a execução de planos e programas nacionais e setoriais de desenvolvimento econômico e social; coordenar a elaboração dos projetos de lei do plano plurianual e as metas e prioridades da Administração Pública Federal, integrantes do projeto de lei de diretrizes orçamentárias, bem como de suas alterações, compatibilizando as propostas de todos os Poderes, órgãos e entidades integrantes da Administração Pública Federal com os objetivos governamentais e os recursos disponíveis; acompanhar física e financeiramente os planos e programas governamentais, bem como avaliá-los, quanto à eficácia e efetividade, com vistas a subsidiar o processo de alocação de recursos públicos, a política de gastos e a coordenação das ações do governo; assegurar que as unidades administrativas responsáveis pela execução dos programas, projetos e atividades da Administração Pública Federal mantenham rotinas de acompanhamento e avaliação da sua programação; manter sistema de informações relacionados a indicadores econômicos e sociais, assim como mecanismos para desenvolver previsões e informação estratégica sobre tendências e mudanças no âmbito nacional e internacional; identificar, analisar e avaliar os investimentos estratégicos do Governo, suas fontes de financiamento e sua articulação com os investimentos privados, bem como prestar o apoio gerencial e institucional à sua implementação; realizar estudos e pesquisas socioeconômicas e análises de políticas públicas; e estabelecer políticas e diretrizes gerais para a atuação das empresas estatais.

[152] Conforme o art. 8º da Lei nº 10.180/2001, compete às unidades responsáveis pelas atividades de orçamento: coordenar, consolidar e supervisionar a elaboração dos projetos da lei de diretrizes orçamentárias e da lei orçamentária da União, compreendendo os orçamentos fiscal, da seguridade social e de investimento das empresas estatais; estabelecer normas e procedimentos necessários à elaboração e à implementação dos orçamentos federais, harmonizando-os com o plano plurianual; realizar estudos e pesquisas concernentes ao desenvolvimento e ao aperfeiçoamento do processo orçamentário federal; acompanhar e avaliar a execução orçamentária e financeira, sem prejuízo da competência atribuída a outros órgãos; estabelecer classificações orçamentárias, tendo em vista as necessidades de sua harmonização com o planejamento e o controle; e propor medidas que objetivem a consolidação das informações orçamentárias das diversas esferas de governo.

A contradição entre normativos que induzem e outros que inibem a ampliação dos gastos da União foi radicalizada com a Emenda Constitucional nº 95/2016, que instituiu o então chamado Novo Regime Fiscal[153]. De acordo com o texto aprovado pelo Congresso, durante vinte exercícios as despesas primárias dos Poderes e órgãos da União com autonomia administrativa e financeira não poderiam ser superiores às realizadas em 2016, corrigidas pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).[154]

O Novo Regime Fiscal subordinou na prática a prestação dos serviços públicos a uma regra fiscal excessivamente rígida, o que motivou manifestações contrárias de especialistas e entidades da sociedade civil. Seis Ações Diretas de Inconstitucionalidade[155] argumentaram que a tramitação da EC 95/2016 não seguiu os ritos previstos na Constituição Federal para ser aprovada no Congresso Nacional, o que caracterizaria inconstitucionalidade formal, e que, do ponto de vista material, a norma feriu cláusulas pétreas da Constituição, com violação de princípios constitucionais como direitos e garantias fundamentais à saúde e à educação e outros como o da democracia e separação dos Poderes.

Sobre isso, Gimene (2019, p.17-18) afirma que:

> (...) o Novo Regime Fiscal consolida o movimento, em curso desde a década de 1980, de enfraquecimento da capacidade do Poder Executivo Federal de coordenar as ações governamentais em escala nacional. Afinal, o sistema de planejamento brasileiro concebido na década de 1950, e implementado com considerável êxito nas duas décadas seguintes, deixou de ter o planejamento governamental como orientador maior do tripé planejamento/orçamento-programa/desembolso financeiro. Enquanto nas décadas de 1980 e 1990 o planejamento de médio e longo prazo foi substituído pelo orçamento-programa como orientador maior do sistema de planejamento e de orçamento, nas últimas duas décadas o próprio orçamento-programa foi enfraquecido em favor da lógica de curtíssimo prazo do desembolso financeiro.
>
> A ênfase na ideia de planejamento como controle dos gastos públicos em detrimento da promoção do desenvolvimento resultou em um arcabouço normativo de tal forma rígido que o ritual de realização periódica de eleições presidenciais tem se mostrado insuficiente para definir rumos alternativos para o País. Com as normas atualmente vigentes, a pessoa que venha a ser escolhida pela população para liderar o País não dispõe de meios suficientes para fazer muito mais do que dar continuidade aos projetos inacabados deixados pelos seus antecessores e reunir apoio parlamentar para evitar o seu *impeachment* por crime de responsabilidade decorrente do descumprimento de alguma das restrições fiscais.

Diante da sobreposição de restrições fiscais autoimpostas pela legislação brasileira, documento elaborado pela Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento (Assecor) concluiu que a "manutenção do conjunto das normas fiscais vigentes no Brasil é inviável no curto, no médio e no longo prazo, tanto do ponto de vista político-institucional quanto econômico e social" (ASSECOR, 2020, p.7). O documento resume da seguinte forma os problemas decorrentes da sobreposição de regras fiscais:

- As normas fiscais excessivamente rígidas no Brasil estão em desacordo com as boas práticas internacionais, dificultam o planejamento plurianual e tornam pouco transparentes os processos de planejamento e gestão orçamentária.

- O excesso de rigidez num país em estagnação/depressão leva ao colapso na prestação de serviços públicos, pois inviabiliza tanto a realização de novos investimentos quanto a adequada manutenção e a plena utilização dos investimentos já realizados.

[153] O Novo Regime Fiscal foi instituído poucos meses após o impeachment da presidente Dilma Rousseff, que teve como justificativa formal o suposto crime de responsabilidade referente à autorização de créditos orçamentários que sequer chegaram a ser executados.

[154] Com as seguintes ressalvas: não estavam submetidas a esse limite as transferências feitas a estados e municípios por repartição de receitas, o financiamento de processos eleitorais, a capitalização de empresas estatais não dependentes e as despesas de caráter eventual ou de sazonalidade multianual, tais como os créditos extraordinários para lidar com situações atípicas; e uma lei de iniciativa exclusiva do Poder Executivo poderia propor uma nova taxa de crescimento do limite de gastos a partir do décimo exercício de vigência da regra.

[155] ADI 5633, 5643, 5658, 5680, 5715 e 5734. As críticas de especialistas à sobreposição de regras fiscais e à EC 95/2016 em particular foram consolidadas nos livros "Economia pós-pandemia: desmontando os mitos da austeridade fiscal e construindo um novo paradigma econômico no Brasil" e "Economia para poucos: impactos sociais da austeridade e alternativas para o Brasil", organizados por Pedro Rossi, Esther Dweck e Ana Luíza Matos de Oliveira, e no documento "A urgência do fim da emenda constitucional 95 no enfrentamento da covid-19 e no cenário pós-pandemia. Documento apresentado por organizações qualificadas como Amicus Curiae à Ministra Rosa Weber e aos demais Ministros do STF", elaborado pela Direitos Valem Mais – Coalizão pelo fim da Emenda Constitucional 95.

• A necessidade de cumprir simultaneamente todas as normas fiscais estimula práticas de contabilidade criativa e/ou demanda autorizações extraordinárias do Congresso Nacional para o seu descumprimento parcial, o que gera instabilidade político-institucional e ineficiências na alocação de recursos.

• A oferta de serviços públicos com a qualidade e a abrangência necessárias para a garantia de direitos constitucionais básicos (como saúde, educação, trabalho e moradia) é prejudicada, mesmo quando há recursos materiais suficientes para que tais bens públicos sejam oferecidos sem pressão inflacionária.

• Na prática o arcabouço normativo fiscal brasileiro é perdulário ao concentrar-se apenas no resultado fiscal sem considerar como princípio norteador a plena utilização da capacidade produtiva da economia, tendo como resultado o desperdício de recursos produtivos que permanecem ociosos, principalmente a força de trabalho involuntariamente desempregada.

• A ação governamental anticíclica é tolhida, retirando do Estado importantes instrumentos de políticas públicas, especialmente nos períodos de baixo crescimento econômico e alto desemprego.

• Há conflitos e contradições entre as próprias regras fiscais. Por exemplo, o Teto de Gastos desestimula os investimentos, o que reduz a possibilidade de cumprimento da regra de ouro e a possibilidade de que haja crescimento do PIB, o que leva à baixa arrecadação, dificultando a redução da relação dívida/PIB, gerando-se um círculo vicioso. (ASSECOR, 2020, p.5-6).

Diante das necessidades impostas pela pandemia de Covid-19, o Poder Executivo solicitou e o Congresso Nacional reconheceu, por meio do Decreto Legislativo nº 6, de 2020, estado de calamidade pública até 31 de dezembro do mesmo ano. Conforme previsto no art. 65 da LRF, nesta circunstância excepcional fica dispensado o alcance da meta de resultado primário. Da mesma forma, por meio da EC 106/2020, o Congresso Nacional estabeleceu um regime extraordinário fiscal, financeiro e de contratações que permitiu o descumprimento da regra de ouro e a ampliação dos gastos considerados necessários ao combate à pandemia enquanto durasse o estado de calamidade.

Novas flexibilizações das restrições fiscais foram autorizadas pela EC 109, de março de 2021, que viabilizou a concessão de auxílio emergencial residual para enfrentar as consequências sociais e econômicas da pandemia da Covid-19, e pela EC 123, aprovada pelo Congresso em julho de 2022 para viabilizar a ampliação do programa "Auxílio Brasil" e outros gastos poucos meses antes das eleições em que o então presidente da República buscou sem sucesso a reeleição.

Essas sucessivas alterações constitucionais acabaram com o que restava de credibilidade da EC 95/2016, evidenciando o que os críticos já haviam alertado: incluir na Constituição tamanha rigidez para os gastos públicos inviabilizaria ações governamentais voltadas para a promoção do desenvolvimento com inclusão social. Para que um experimentalismo dessa natureza apresentasse resultados satisfatórios seria preciso ocorrer um improvável crescimento econômico acelerado, puxado pela iniciativa privada, que fosse capaz de ampliar a geração de emprego e renda em uma velocidade maior do que a redução da demanda agregada decorrente da diminuição das despesas primárias reais *per capita* da União.

Isso não ocorreu entre outros motivos pelo fato de que as decisões de investimento dos agentes privados estão diretamente relacionadas à sua expectativa de encontrarem compradores para os bens e serviços por eles ofertados. Em uma sociedade como a brasileira, que historicamente apresenta altos níveis de desemprego, pobreza e desigualdades sociais, não faz sentido esperar que os agentes privados assumam o risco de ampliarem suas escalas de produção sabendo que não encontrarão clientes com poder aquisitivo suficiente para absorverem o aumento da oferta dos bens e serviços por eles produzidos.

4. Desafios para a estruturação de um regime fiscal sustentável

A necessidade de retomada da função planejamento como orientadora efetiva dos processos de alocação orçamentária foi defendida da seguinte forma por Gimene (2020, p. 101):

> (...) a busca da sustentabilidade fiscal no Brasil exige uma institucionalidade que permita ao Governo Federal, na condição de emissor da moeda nacional, promover o pleno emprego das forças produtivas, ajustando suas despesas e receitas de acordo com os ciclos econômicos. Do ponto de vista do controle de gastos, isso significa assegurar que o planejamento de longo prazo (e não metas fiscais arbitrárias de curtíssimo prazo) controle de fato os montantes de recursos que serão disponibilizados para cada programa governamental e suas respectivas ações orçamentárias.

Para que o Brasil tenha um regime fiscal que atenda a essas características, Gimene (2020, p. 101) sugeriu:

> (...) substituir as atuais regras por um Regime Fiscal Sustentável, centrado em dois pilares:
>
> • Fundir as atuais leis dos planos plurianuais, de diretrizes orçamentárias e dos orçamentos anuais em leis orçamentárias plurianuais, com fluxo garantido de recursos; e
>
> • Adotar o pleno emprego como prioridade máxima da gestão macroeconômica.

O primeiro pilar consistiria em assegurar que a dotação orçamentária aprovada pelo Poder Legislativo para cada programa e ação pudesse ser plenamente executada ao longo dos anos de vigência do orçamento plurianual, no caso da União de forma independente da evolução da arrecadação tributária[156]. O segundo pilar consistiria em instituir programa por meio do qual o Governo Federal atuaria como empregador de última instância, adequando o nível dos gastos públicos à mobilização planejada dos recursos reais da economia, de forma a conciliar o controle da inflação com o pleno emprego das forças produtivas.

O termo "Regime Fiscal Sustentável", concebido para ser um contraponto à insustentabilidade do "Novo Regime Fiscal", foi adotado na Proposta de Emenda Constitucional nº 34/2022, de autoria da Senadora Leila Barros a partir de contribuição da iniciativa Elas no Orçamento. De acordo com essa proposta, o "Novo Regime Fiscal" instituído pela EC 95/2016 seria revogado assim que fosse aprovada lei complementar instituindo o "Regime Fiscal Sustentável". Esse dispositivo foi incorporado na PEC nº 32/2022, conhecida como "PEC da Transição", que deu origem à EC 126/2022.

Na sequência, no dia 18 de abril de 2023, o Poder Executivo enviou ao Congresso Nacional o Projeto de Lei Complementar nº 93/2023, que "Institui regime fiscal sustentável para garantir a estabilidade macroeconômica do País e criar as condições adequadas ao crescimento socioeconômico, nos termos do disposto no art. 6º da Emenda à Constituição nº 126, de 21 de dezembro de 2022."

Os principais avanços dessa proposta em relação à EC 95/2016 foram:

• passar a regra fiscal da Constituição para Lei Complementar, o que facilitaria a aprovação de posteriores aperfeiçoamentos;

• a descriminalização da política fiscal, com a previsão de que diante de um eventual descumprimento da meta de resultado primário o Presidente da República deveria encaminhar mensagem ao Congresso Nacional com as razões do descumprimento e as medidas de correção;

• a adoção de intervalos de tolerância para a meta de resultado primário, o que possibilitaria maior flexibilidade para a política fiscal lidar com os ciclos econômicos;

• a adoção de patamares mínimos de aumento das despesas de forma independente da evolução das receitas.

• permitir que cada governo definisse, no ano inicial de seu mandato, os parâmetros de crescimento de despesa para os quatro anos seguintes, sendo que, para os exercícios de 2024 a 2027, foram sugeridos os seguintes valores:

- crescimento real da despesa cumulativo e limitado a 70% da variação real da receita apurada;

- crescimento real da despesa limitado a 50% da variação real da receita apurada quando o resultado primário ficar abaixo do limite inferior do intervalo de tolerância da meta; e

- limites máximo e mínimo de crescimento real da despesa de, respectivamente, 2,5% a.a. e 0,6% a.a., independente da variação da receita.

[156] No caso dos entes subnacionais, que não podem emitir moeda, foi sugerido um regramento diferenciado, possivelmente mantendo a lógica da LRF de condicionar o aumento de gastos permanentes à evolução da receita.

Na semana seguinte, o tema foi debatido em seminário organizado pelo Conselho Federal de Economia em parceria com entidades da sociedade civil. Desse seminário resultou o documento *Carta de Brasília: por uma política fiscal para o desenvolvimento, justiça social e responsabilidade ambiental*, que se posicionou da seguinte forma:

> As regras fiscais, além de focarem na estabilidade macroeconômica e na trajetória sustentável da dívida, devem fomentar o crescimento econômico e a geração de emprego e renda, visando a promoção de um processo de desenvolvimento com justiça social e responsabilidade ambiental. (...) Nesse sentido, o provimento de recursos em nível adequado para o financiamento de políticas e serviços públicos é condição necessária para a garantia dos Direitos Humanos e dos direitos sociais previstos na Constituição Federal de 1988 (COFECON *et al.*, 2023).

Para assegurar o adequado financiamento das políticas e serviços públicos, as entidades signatárias da Carta de Brasília fizeram uma série de propostas, dentre as quais podem ser destacadas:

• a previsão anual de crescimento mínimo e máximo do gasto em termos reais, podendo ser fixada de 4 em 4 anos nas leis orçamentárias (LDO e LOA), mas sem vinculação com o crescimento da receita. O objetivo é evitar pró-ciclicalidade e controvérsias sobre os indexadores utilizados para calcular crescimento real e correção monetária do gasto, sendo utilizada a projeção de deflator do PIB como índice de correção monetária.

• Em caso de descumprimento da meta de primário, assim como na política monetária (sistema de metas de inflação), o Ministro da Fazenda deve explicar ao Congresso as razões do por que a meta não foi cumprida e apresentar cronograma de ações para voltar a atingir a meta estabelecida, não tendo a obrigação de acionamento de gatilhos de ajuste de gasto;

• O orçamento deve ser impositivo, mantendo a exclusão do contingenciamento de recursos durante a execução orçamentária.

• Excluir da meta de gastos: i) a capitalização de estatais, inclusive das financeiras; ii) o gasto com as pesquisas do IBGE (censo, POF etc.), para permitir melhor monitoramento das estatísticas econômicas e sociais; iii) os recursos necessários para transferência de renda às famílias que se encontrem em situação de pobreza e extrema pobreza; iv) as despesas de capital estruturantes, conforme definido no Plano Plurianual; e v) as despesas com dívidas de precatórios.

• Fortalecer o Plano Plurianual como instrumento de planejamento democrático, transparente e participativo.

Contudo, em sentido contrário às sugestões da Carta de Brasília, o texto aprovado pelo Congresso Nacional foi ainda mais restritivo para os gastos públicos do que previa o projeto original enviado pelo Poder Executivo. As principais diferenças entre o PLP nº 93/2023 e o texto que foi convertido na Lei Complementar nº 200/2023 são:

• A LC 200/2023 estabeleceu como permanentes os critérios para aumento real de gastos que no PLP 93/2023 valeriam apenas para o quadriênio 2024-2027.

• Despesas que no PLP 93/2023 seriam excluídas do conjunto sujeito ao limite de gastos foram incluídas nesse rol.[157]

[157] Na LC nº 200/2023 foram incluídas as seguintes despesas no rol das sujeitas ao limite de gastos: aumento de capital de empresas estatais não dependentes não financeiras; atualização monetária dos precatórios inscritos no exercício (art. 107-A, § 5º); despesas custeadas com recursos de doações; estabelecimentos de ensino militares federais; despesas relativas à cobrança pela gestão de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, nos termos do disposto na Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e na Lei nº 10.881, de 9 de junho de 2004; e transferências aos fundos de saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, na forma de assistência financeira complementar para cumprimento dos pisos nacionais salariais para o enfermeiro, o técnico de enfermagem, o auxiliar de enfermagem e a parteira, de acordo com o disposto nos § 12, § 13, § 14 e § 15 do art. 198 da Constituição.

• A LC 200/2023 estabeleceu que a avaliação de receitas e despesas primárias deverá continuar a ser realizada com base bimestral, e o contingenciamento permanecerá obrigatório quando referida avaliação indicar sua necessidade.[158]

• Diferentemente do PLP 93/2023, a LC 200/2023 prevê a imposição de restrições aos gastos públicos em caso de descumprimento da meta de resultado primário ou de, no âmbito das despesas submetidas ao teto de gastos, o montante das despesas obrigatórias superar 95% do total.

• Ao contrário do PLP 93/2023, a LC 200/2023 estabelece que o descumprimento da meta de resultado primário configura infração contra a LRF caso o agente responsável não adote providências para limitação de empenho e movimentação financeira (contingenciamento) ou ordene/autorize medidas em desacordo com as vedações que devem ser observadas nessa circunstância.

De forma geral, o "regime fiscal sustentável" instituído pela LC 200/2023 oferece mais flexibilidade para o planejamento governamental do que o "novo regime fiscal" que havia sido instituído pela EC 95/2016. No entanto, provavelmente será preciso uma nova pactuação no Congresso para lidar com a contradição entre normativos que induzem e outros que inibem a ampliação dos gastos da União[159]. Dito de outra forma, para que o "regime fiscal sustentável" seja de fato sustentável será preciso alterar a LC 200/2023 ao menos em dois aspectos:

• excluir do cálculo dos limites de gastos as despesas com precatórios, investimentos estruturantes, capitalização de estatais (inclusive as financeiras) e transferência de renda às famílias que se encontrem em situação de pobreza e extrema pobreza (neste caso, de preferência transformando o atual programa Bolsa Família em um programa do tipo empregador de última instância); e

• retomar a proposta original do PLP 93/2023, permitindo que o chefe do poder executivo eleito possa enviar ao Congresso Nacional, no ano inicial de seu mandato, proposta de parâmetros de crescimento de despesa para os quatro anos seguintes. Isso é fundamental para respeitar a democracia, pois permitirá que os governos possam planejar suas ações de forma condizente com o plano de governo escolhido pela população.

Na ausência de aperfeiçoamentos como esses, a tendência é que a sustentabilidade do atual regime fiscal seja buscada por meio de expedientes controversos, tais como:

• revisão dos pisos de gastos em saúde e educação, que pelas regras vigentes voltaram a crescer na medida em que crescem as receitas da União, o que tem como efeito colateral a redução do espaço fiscal disponível para as demais despesas primárias;

• desvinculação entre o salário-mínimo e os valores mínimos pagos pela previdência social, o que ampliará as desigualdades sociais e reduzirá o dinamismo econômico nas localidades com grande quantidade de aposentados; e

• agravamento da redução das capacidades estatais de investimento e manutenção das instituições públicas e das infraestruturas econômica e social, como instrumento de promoção e justificativa da privatização da coisa pública.

Em suma, como tem sido a tônica desde a década de 1980, o Poder Legislativo mais uma vez restringiu os instrumentos disponíveis ao Poder Executivo para assegurar nas leis orçamentárias recursos condizentes

[158] A LC 200/2023 não acolheu, portanto, propostas contidas no PLP 93/2023 relacionadas (i) à avaliação de receitas e despesas primárias com base trimestral; e (ii) à não obrigatoriedade de os Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário e o Ministério Público da União e a Defensoria Pública da União adotarem a limitação de empenho e movimentação financeira (contingenciamento) com vistas ao cumprimento da meta de resultado primário.

[159] Uma primeira rodada de modificações foi aprovada pelo Congresso em dezembro de 2024: a PEC 54/2024, o PLP 210/2024 e o PL 4.614/2024 buscaram, em conjunto, restringir ainda mais os gastos primários. Como a redução de gastos primários é uma pauta permanente de agentes do mercado financeiro e outros segmentos interessados no enfraquecimento das capacidades estatais de prestação de serviços públicos, é de se esperar que haja pressão para que o Congresso aprove novas formas de restrição autoimposta dos gastos primários.

com as necessidades definidas pelo planejamento governamental. Sob o pretexto de atender a retórica veiculada diariamente nos grandes meios de comunicação acerca da necessidade de controlar a suposta "gastança pública", o que a maioria parlamentar tem feito na prática é criar dificuldades ao Poder Executivo para negociar caso a caso a remoção dessas dificuldades.

Dado o emaranhado de restrições ao gasto público que tem caracterizado a legislação brasileira, chefes do Poder Executivo que apresentem maior resistência ao atendimento de demandas dos parlamentares estão mais sujeitos a sofrerem processos de *impeachment*. Note-se que ao mesmo tempo em que impôs sucessivas limitações aos gastos públicos, o Congresso Nacional vem se apropriando de parcelas crescentes do orçamento por meio de emendas parlamentares de execução obrigatória.[160]

Isso não seria um problema se as emendas em questão fossem deliberadas nas comissões temáticas do Parlamento a partir de debates transparentes sobre a necessidade de aperfeiçoamentos nos critérios técnicos adotados por cada programa governamental. Mas não é isso o que tem acontecido. A forma pela qual o Congresso Nacional construiu a impositividade da execução das emendas parlamentares desconsidera preocupações com o planejamento governamental. No atual arranjo orçamentário brasileiro, os parlamentares eleitos desfrutam das vantagens políticas de poderem direcionar recursos expressivos para as localidades e finalidades que bem entenderem, sem que sejam cobrados pelos resultados do governo como um todo.

Diante da escassez de recursos para implementar políticas públicas abrangentes e de interesse difuso em todo o território nacional, os deputados e senadores que conseguem "levar recursos" para localidades e finalidades específicas aumenta seu cacife político, o que se reflete em maiores chances de serem eleitos para os cargos que resolverem se candidatar. Em contrapartida, a responsabilização sobre eventuais insuficiências na prestação dos serviços públicos recai prioritária ou exclusivamente sobre o Poder Executivo.

Trata-se, portanto, de um contexto hostil aos esforços de planejamento governamental que busquem estabelecer critérios transparentes e tecnicamente consistentes para a alocação de recursos públicos. Nesse ambiente institucional, setores mais organizados e influentes da sociedade, como os ligados ao mercado financeiro e ao agronegócio[161], conseguem resguardar para si somas expressivas de recursos públicos sem contrapartida equivalente na forma de recolhimentos de impostos. O restante da sociedade, por sua vez, precisa se virar para contribuir com o "equilíbrio das contas públicas".

Tendência

Crescentes demandas da sociedade pressionando por avanços na gestão pública – Na medida em que a população vai ficando mais informada é natural que haja maiores cobranças por melhorias na qualidade da prestação dos serviços públicos. O uso da tecnologia, incluindo a internet e as mídias sociais, está permitindo que os cidadãos se informem e sejam mais incisivos em suas cobranças. Quando isso ocorre por meio de processos estruturados, via conselhos de políticas públicas, por exemplo, a participação social tende a gerar importantes insumos para o aperfeiçoamento da ação governamental. No entanto, quando as pressões se restringem a demonstrações genéricas de insatisfação contra "os políticos", "os governos" ou "o Estado", sem maiores reflexões sobre as causas estruturantes dos problemas apontados e as restrições (inclusive legais) que precisam ser removidas para que as políticas públicas possam ser adequadamente implementadas, a tendência é que não resultem em medidas práticas efetivas.

Incertezas

Processos de alocação orçamentária orientados por iniciativas de planejamento de longo prazo – O arcabouço institucional vigente no Brasil subordina o planejamento governamental à lógica de curtíssimo prazo das restrições fiscais auto impostas. Nas décadas de 1950 a 1970 o País apresentou altas taxas de crescimento econômico e ampliou de forma acelerada a sofisticação tecnológica da sua estrutura produtiva. Isso foi possível em grande medida devido à organização do Sistema de Planejamento Federal, que a partir da década de 1960 passou a ser estruturado com base no tripé planejamento/orçamento-programa/desembolso financeiro. A integração entre os instrumentos e processo de planejamento e orçamento consistia, naquela época, em assegurar que as diretrizes do planejamento fossem observadas em todos os níveis administrativos, garantindo que as instâncias de governo que se ajustassem ao planejamento governamental recebessem em tempo hábil autorização para a realização dos desembolsos financeiros necessários para a implementação dos programas governamentais sob sua responsabilidade. O orçamento era considerado um instrumento fundamental para viabilizar as transformações estruturais planejadas para que o país se desenvolvesse. No entanto, a partir da década de 1980 houve um gradativo enfraquecimento do planejamento governamental, que passou a ser tratado basicamente como um instrumento de controle dos gastos públicos. Continuou havendo integração planejamento-orçamento, porém invertendo a lógica anterior. As metas prioritárias de governo, que até então eram associadas à entrega de bens e serviços para a população, passaram a ser metas financeiras, em especial de resultado primário, definidas com a preocupação principal de agradar os agentes do mercado financeiro. Os investimentos públicos foram gradativamente reduzidos e a economia brasileira ficou fortemente dependente da demanda internacional por *commodities*. O resultado foi a estagnação econômica, com elevados níveis de desemprego e manutenção das desigualdades sociais. Diante da insuficiente demanda por parte do setor público e da empobrecida população, os investimentos privados foram sucessivamente adiados, dando origem a um círculo vicioso no qual o controle do gasto público passou a ser um fim em si mesmo. Sob o pretexto de atender a retórica veiculada diariamente nos grandes meios de comunicação acerca da necessidade de controlar a suposta "gastança pública", o Poder Legislativo passou a restringir cada vez mais os instrumentos disponíveis ao Poder Executivo para assegurar nas leis orçamentárias recursos condizentes com as necessidades definidas pelo planejamento governamental. A lógica predominante no Parlamento passou a ser a criação de dificuldades ao Poder Executivo para negociar caso a caso a remoção dessas dificuldades. Nesse contexto institucional hostil a esforços de retomada do planejamento como instrumento de promoção do desenvolvimento, é incerto se o planejamento de longo prazo orientará os processos de alocação orçamentária.

Melhoria na qualidade do gasto público – O aumento da demanda por serviços governamentais e a relutância dos cidadãos em pagar mais impostos tornam imperativa a agenda de eficiência no setor público. A melhoria na qualidade do gasto público possibilita evitar desperdícios e direcionar recursos para atividades prioritárias. O uso da tecnologia potencializa os esforços da administração de modo a ampliar os resultados alcançados para a sociedade com mais eficiência. Nesse sentido, a transformação digital dos serviços públicos contribui para a qualificação da gestão. No entanto, o fortalecimento dos instrumentos e processos de planejamento e gestão é condição necessária para o aperfeiçoamento da formulação e implementação de políticas públicas. Diagnósticos consistentes sobre os problemas a serem enfrentados e as ações requeridas para superá-los auxiliam a estruturação de mecanismos de monitoramento e avaliação com vistas a alocar recursos públicos de forma mais eficiente, eficaz e efetiva. O desafio é construir arranjos institucionais capazes de estabelecer critérios transparentes e tecnicamente consistentes para a melhor alocação de recursos.

Aumento da participação social – Desde a redemocratização, o Brasil vivencia um processo contínuo de ampliação das demandas dirigidas ao Estado e de aumento do controle social na administração pública. Nesse segundo campo, a Constituição de 1988, assim como seu desdobramento normativo subsequente, estruturou canais de participação da sociedade por meio de conselhos e consultas públicas. Também possibilitou o fortalecimento das instituições de controle e fiscalização. O aumento da participação social e da transparência na gestão pública é essencial para promover uma governança democrática, eficiente e responsável, que atenda às necessidades e expectativas da sociedade. A participação social e a transparência são pilares essenciais da democracia, pois permitem que os cidadãos tenham voz ativa nas decisões que afetam suas vidas. Ao envolver os cidadãos no processo de tomada de decisões e garantir que sejam transparentes e responsáveis, fortalece-se a legitimidade do governo e promove-se a representatividade dos interesses da sociedade como um todo. A participação social e a transparência capacitam os cidadãos, fornecendo-lhes informações e recursos necessários para se envolverem ativamente na vida política e na defesa de seus direitos e interesses. Isso promove uma cidadania ativa e responsável, contribuindo para o fortalecimento da sociedade civil e a construção de uma cultura democrática participativa. A participação da sociedade civil na formulação e implementação de políticas públicas pode trazer novas ideias, experiências e perspectivas, levando a soluções mais eficazes e eficientes para os problemas enfrentados. Além disso, a transparência na gestão pública ajuda a identificar e corrigir falhas e desperdícios, sendo assim uma importante forma de prevenção e combate à corrupção. Ao tornar pú-

[160] Ver Faria (2023) para maior aprofundamento sobre as transformações recentes nos processos orçamentários brasileiros, com o *domínio do Executivo* sendo substituído pela *primazia do Legislativo*.

[161] Neste grupo pode ser incluída a minoria de agentes públicos, notadamente dos poderes judiciário e legislativo, que recebem elevados salários e outros benefícios concebidos para burlar o teto remuneratório do serviço público. Curiosamente, neste seleto grupo é comum encontrarmos grandes defensores da austeridade fiscal, desde que seus rendimentos e patrimônios não sejam afetados.

blicas as informações sobre o uso dos recursos públicos, os processos de tomada de decisão e as atividades dos agentes públicos, cria-se um ambiente de prestação de contas que ajuda a construir confiança e legitimidade nas instituições públicas. Plataformas *on-line* e aplicativos podem fornecer acesso fácil e rápido a informações governamentais, como orçamentos públicos, gastos governamentais, projetos de lei e decisões políticas. Isso permite que os cidadãos estejam mais informados sobre as atividades do governo e participem ativamente de processos de tomada de decisão governamental. As mídias sociais e outras plataformas *on-line* fornecem canais de comunicação direta entre os cidadãos e os representantes eleitos. Estes podem usar as plataformas para se comunicar com seus eleitores, receber feedback e responder a perguntas, enquanto os cidadãos podem expressar suas opiniões, preocupações e sugestões de forma rápida e fácil. Existem, no entanto, fatores que dificultam o aumento da participação social. Pessoas que adotam uma mentalidade individualista podem estar mais preocupadas com suas próprias necessidades do que com questões que afetam a comunidade ou a sociedade como um todo. Isso pode resultar em uma falta de motivação para se envolver em questões sociais, políticas ou ambientais que exigem uma abordagem coletiva e engajamento comunitário. O individualismo pode enfraquecer os laços de solidariedade e cooperação entre os membros da sociedade, dificultando a mobilização coletiva em torno de causas comuns. Sem um senso de pertencimento e responsabilidade para com a comunidade, as pessoas podem ser menos propensas a se envolver em esforços de participação social. Pessoas que adotam uma mentalidade individualista geralmente duvidam da eficácia da participação social e política em causar mudanças significativas. Muitas pessoas têm uma visão cética das instituições públicas, associando-as à ineficiência e práticas de corrupção. Além disso, as pessoas podem não estar cientes das oportunidades de participação social disponíveis, ou não têm acesso às informações necessárias para se envolverem de forma significativa. Pessoas de comunidades periféricas e de baixa renda também podem enfrentar barreiras sociais e econômicas que dificultam sua participação em atividades de participação social. Isso pode incluir baixa disponibilidade devido a responsabilidades de trabalho ou familiares, falta de acesso a transporte para participar de reuniões ou eventos, ou falta de recursos para participar de atividades de engajamento cívico. As pessoas podem também não se sentir capacitadas para participar ativamente da tomada de decisões públicas ou podem não entender como contribuir de forma significativa. Em algumas situações, especialmente em áreas onde há violência ou ameaças contra ativistas e defensores dos direitos humanos, as pessoas podem temer retaliação ou represálias por suas contribuições em atividades de participação social. Esses fatores dificultadores fazem com que seja incerta a ampliação da participação social no Brasil.

Fortalecimento das instituições públicas – Parcela significativa das pressões sociais exercidas sobre os governantes não é comprometida com o fortalecimento das instituições públicas. Se uma instituição ou política pública não está funcionando de forma satisfatória, há quem entenda que a solução deva ser acabar com aquela iniciativa tida como ineficiente, sem investigar a fundo as causas da (suposta) ineficiência. Além disso, medidas estruturantes que visem o fortalecimento das instituições públicas não costumam gerar benefícios eleitorais de curto prazo. Dado que esses benefícios tendem a ser obtidos nos ciclos seguintes de governo, providências que visem fortalecer as instituições públicas no médio e longo prazo tendem a ser preteridas em favor de medidas mais imediatistas, que gerem melhorias de curto prazo na percepção dos eleitores sobre o desempenho dos governantes. Consequentemente, e tendo em vista as restrições fiscais autoimpostas pela legislação vigente, é incerto se haverá um fortalecimento das instituições públicas brasileiras no futuro próximo.

Referências

ASSECOR. **Aperfeiçoamento das normas fiscais brasileiras**. Cadernos da Reforma Administrativa nº 9. Brasília: Fonacate, 2020.

COFECON *et al*. **Carta de Brasília: por uma política fiscal para o desenvolvimento, justiça social e responsabilidade ambiental**. Brasília, abril de 2023.

DIREITOS VALEM MAIS. **A urgência do fim da emenda constitucional 95 no enfrentamento da covid-19 e no cenário pós-pandemia**. Documento apresentado por organizações qualificadas como Amicus Curiae à Ministra Rosa Weber e aos demais Ministros do STF. Maio de 2020.

DWECK, E.; ROSSI, P.; OLIVEIRA, A.L.M (org). **Economia pós-pandemia: desmontando os mitos da austeridade fiscal e construindo um novo paradigma econômico no Brasil**. São Paulo: Autonomia Literária, 2020.
FARIA, R. Emendas orçamentárias e presidencialismo de coalizão. São Paulo: Blucher, 2023.

GIMENE, M. **A construção de um sistema integrado de planejamento e orçamento no Brasil: origens, avanços e desafios**. In: GIMENE, M.; COUTO, L (org). Planejamento e orçamento público no Brasil. Brasília: Assecor/Enap, 2017.

_____. **O Novo Regime Fiscal e o Sistema de Planejamento e de Orçamento Federal**. Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento – RBPO, Brasília, v. 9 (1), 2019.

_____. **Planejamento e sustentabilidade fiscal**. In: GIMENE, M. (org). Planejamento, orçamento e sustentabilidade fiscal. Brasília: Assecor, 2020.

ROSSI, P.; DWECK, E.; OLIVEIRA, A.L.M (org). **Economia para poucos: impactos sociais da austeridade e alternativas para o Brasil**. São Paulo: Autonomia Literária, 2018.

21

GESTÃO MACROECONÔMICA[162]

Márcio Gimene[163]
André de Melo Modenesi[164]

1. Introdução

O presente capítulo tem por objetivo identificar tendências e incertezas associadas à gestão macroeconômica no Brasil. Após esta introdução, quatro seções apresentam uma síntese das principais reflexões teóricas que orientam as expectativas macroeconômicas: Lei de Say e Teoria Quantitativa da Moeda; Monetarismo Tipo I; Monetarismo Tipo II; e gestão macroeconômica como instrumento de promoção do desenvolvimento. Considerando essas distintas concepções teóricas, as últimas duas seções apresentam uma tendência e cinco incertezas a serem consideradas pelos agentes públicos e privados em seus planejamentos.

2. Lei de Say e Teoria Quantitativa da Moeda

De acordo com a Lei de Say, "toda oferta cria a sua própria procura". Em outras palavras, quando um produto ou serviço é criado, nesse mesmo instante se formaria um mercado para novos produtos ou serviços. Logo, o total das rendas se converteria, necessária e instantaneamente, em demanda por novos bens e serviços:

> (...) **um produto acabado oferece**, *a partir desse instante*, **um mercado para outros produtos equivalentes** a **todo** o **montante** de **seu valor**. Com efeito, quando o último **produtor acabou** um **produto**, seu **maior desejo** é **vendê-lo** para que o valor desse produto não fique ocioso em suas mãos. Por outro lado, ele tem **igual pressa** em **desfazer-se** do **dinheiro** que sua **venda** lhe **propicia**, para que o valor do dinheiro tampouco fique ocioso. Ora **não é possível desfazer-se** de seu **dinheiro, senão** procurando **comprar** um **produto** qualquer. Vê-se, portanto, que **só o fato** da **criação** de um **produto abre**, a partir desse mesmo instante, **um mercado para outros produtos** (SAY, 1983, p. 139, grifos nossos e itálico no original).

Essa é a mesma linha seguida por David Ricardo ao argumentar que:

> Ninguém produz a não ser para consumir ou vender, e jamais se efetua uma venda a não ser com a intenção de comprar qualquer outra mercadoria que possa ser imediatamente utilizada ou possa contribuir para a produção futura. Produzindo, portanto, um indivíduo torna-se consumidor de seus próprios produtos ou comprador e consumidor dos produtos de outros... Os **produtos** são sempre **comprados** com outros **produtos** ou com **serviços**. O **dinheiro** é **apenas** o **meio** pelo qual se efetua a **troca** (RICARDO, 1983, p. 198, grifos nossos).

[162] Este capítulo é resultado do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram consolidados e justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.
[163] Márcio Gimene é Graduado em Economia (UFRJ), Mestre em Geografia (Unb) e Doutor em Geografia (UFRJ). Fez estágio de Pós-doutorado em Economia (UFRJ). Desde 2004 é Analista de Planejamento e Orçamento do Governo Federal. Atualmente é Diretor de Gestão da Informação da Secretaria de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da Presidência da República.
[164] André de Melo Modenesi é Professor Associado ao Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), pesquisador do CNPq e Cientista do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Pós Doutorando da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Possui graduação em Economia pela PUC-Rio, graduação em Ciências Sociais pela UERJ, mestrado em Economia pela UFF e doutorado em Economia pela UFRJ.

De fato, toda venda corresponde a uma compra de igual valor. Afinal, todo processo de produção de bens e serviços gera rendimentos pagos aos detentores dos fatores de produção na forma de moeda (trabalhadores recebem salário e capitalistas auferem lucros, juros, alugueis etc.), cuja soma equivale à renda nacional (bruta) ou ao Produto Interno Bruto (PIB).

No entanto, existem dois relevantes problemas nesse raciocínio: a suposição de que a moeda desempenha, única e exclusivamente, a função de meio de troca (seria um mero facilitador das transações econômicas); e a desconsideração da possibilidade de que haja insuficiência de demanda na economia (isto é, a ideia de que a economia operaria sempre no pleno emprego e não haveria recessões, já que a demanda agregada seria, necessariamente, equivalente ao PIB).

Note-se que:

> Na formulação da "lei de Say" (...) seja para o próprio Say, seja para Ricardo, o **dinheiro é visto não apenas como meio de troca, mas também como sendo gasto imediatamente**. Isto se explica para Say pelo fato de o dinheiro ser perecível (desvalorizar-se) e, portanto, o produtor não desejar conservá-lo em suas mãos. (MIGLIONI, 1982, p.22, grifos nossos).

Say e seus seguidores não atentaram para a distinção fundamental existente entre o ato de criação do poder de compra potencial – gerado pelo processo de produção de mercadorias – e a sua efetivação. É fundamental reconhecer que, em determinado período, o processo produtivo gera *necessariamente* um volume de renda potencial que *não necessariamente* irá se transformar integralmente em demanda para os bens e serviços produzidos. Ou seja, nem toda renda criada em um determinado período obrigatoriamente se transforma em consumo nesse mesmo período.

O pensamento econômico ainda hoje dominante se referência na lógica proposta por Say e Ricardo e na chamada Teoria Quantitativa da Moeda (TQM), cujas origens remontam ao século 16, quando Jean Bodin argumentou que a inflação verificada na Europa Ocidental, em meados dos anos 1500, tinha como causa a abundância de ouro, decorrente do forte fluxo de metais preciosos importados das colônias espanholas na América do Sul. John Locke, Richard Cantillon e David Hume seguiram o mesmo caminho.

De forma suscinta, a TQM propõe que o nível geral de preços é determinado pelo estoque monetário. A representação dessa proposição é feita com a seguinte equação (1):

$$M^S V \equiv PY \quad (1)$$

Sendo: M^S, a oferta de moeda (ou o estoque monetário); V, a velocidade-renda de circulação da moeda (isto é, sua rapidez de giro ou a sua taxa de utilização, definida como o número de vezes que o estoque monetário deve circular no fluxo de financiamento do produto nominal); Y, o PIB real; e P, o nível geral de preços.

Trata-se de uma tautologia que expressa, em termos agregados, a identidade contábil existente entre os valores da despesa e da receita monetárias geradas em uma determinada transação. Essa tautologia só assume o *status* de uma teoria de determinação do nível geral de preços ao supor que:

- a velocidade de circulação da moeda (V) é suficientemente estável (ou quase constante), variando lentamente ao longo do tempo, em função de fatores institucionais – como o grau de desenvolvimento do sistema bancário, a frequência, regularidade e correspondência (ou o grau de sincronização) entre os recebimentos e as despesas etc. –, não dependendo, portanto, dos demais termos de (1); e

- o volume de bens e serviços transacionados ou o PIB real (Y) é determinado, no longo prazo, pela plena utilização dos fatores produtivos – correspondendo, assim, ao *produto de pleno emprego*, independentemente dos demais termos de (1) –, em linha com a Lei de Say e com sua subjacente hipótese de que a moeda desempenha apenas a função de meio de troca.

Admitindo-se que V é constante e que Y está fixo em seu nível de pleno emprego, tem-se que o nível geral de preços é proporcional ao estoque monetário. Ou seja, considerando-se que V seja estável ao longo do tempo (V=0), a equação (1) mostra que a estabilidade de preços será obtida se, e somente se, a taxa de variação da oferta monetária (M) for igual à taxa de variação do produto real (Y).

A TQM sintetiza a essência do chamado monetarismo tipo I, isto é, a concepção de que a inflação é (sempre e em qualquer lugar) um fenômeno monetário.

3. Monetarismo Tipo I

Conforme tipologia proposta por Tobin (1980), o monetarismo tipo I se refere ao movimento teórico originado na Universidade de Chicago e que ganhou notoriedade a partir de meados da década de 1960, tendo Milton Friedman como principal referência. Nessa perspectiva, o estoque monetário é uma variável-chave na determinação do nível geral de preços (ou da renda nominal) e, dessa forma, a inflação pode ser evitada se, e somente se, o estoque monetário evoluir *pari passu* com o produto real.

Friedman (1956) reformulou a TQM enfatizando duas diferenças sutis com relação à concepção clássica, quais sejam: trata-se de uma teoria de demanda por moeda, e não de determinação dos níveis de renda e preços; e existe uma relação funcional estável entre a demanda por encaixes reais e um número determinado de variáveis – por exemplo, a renda permanente (*proxy* da riqueza), a taxa de retorno dos ativos financeiros, a expectativa de inflação e as preferências dos agentes econômicos. Dessa forma, a velocidade de circulação da moeda, ainda que não seja *constante* – como supõe a proporcionalidade entre o estoque monetário e o nível geral de preços, postulada pelos autores clássicos –, é *estável*, apresentando um comportamento previsível.

Apesar dessas sutis diferenças, a essência da TQM foi preservada na concepção de Friedman: variações no estoque monetário seguiram sendo consideradas o fator predominante na determinação do comportamento dos preços. Nas palavras do autor:

> Aceitar a teoria quantitativa da moeda significa que a quantidade de moeda é a variável-chave das políticas direcionadas ao controle de preços ou da renda nominal. A inflação pode ser evitada se, e somente se, a quantidade de moeda por unidade de produto puder ser impedida de aumentar de forma significativa. A deflação pode ser evitada se, e somente se, a quantidade de moeda por unidade de produto puder ser impedida de cair de forma significativa (Friedman, 1989, p. 33).

O ponto de partida do monetarismo tipo I é a hipótese da existência de uma taxa natural de desemprego. De acordo com Friedman (1968 e 1988), essa taxa natural de desemprego comporta apenas dois componentes: o *desemprego voluntário* (que ocorre quando uma pessoa decide não trabalhar por considerar o salário real insuficiente) e o *desemprego friccional* (que acontece quando um trabalhador está temporariamente desempregado, em transição de um emprego para outro). Não é considerado, portanto, o *desemprego involuntário*, que ocorre quando pessoas estão dispostas a trabalhar pelo salário que vigora no mercado de trabalho, mas não há postos de trabalho disponíveis.

A taxa natural de desemprego seria aquela que equilibra o mercado de trabalho, dadas as suas características estruturais e institucionais e as preferências dos agentes econômicos. Ela representa o nível de desemprego considerado compatível com o comportamento racional-maximizador dos agentes econômicos: nesse nível de desemprego, todos os agentes estão supostamente otimizando suas funções de utilidade.

Assim, quando o nível de desemprego é igual à taxa natural, acredita-se que estão desempregados apenas: aqueles trabalhadores que consideram que os bens adquiridos com o salário em vigor proporcionam um nível de utilidade menor do que as horas de lazer (desemprego voluntário); e os trabalhadores que estão mudando de emprego (desemprego friccional). De acordo com essa abordagem, estão trabalhando todos aqueles que consideram que os bens-salários proporcionam nível de utilidade igual ou superior à satisfação derivada das horas de lazer, exceto aqueles que estejam temporariamente desempregados por estarem mudando de posto de trabalho.

A convergência do desemprego para a taxa natural seria garantida pela flexibilidade do salário nominal: caso haja um excesso de oferta de trabalho, o salário (nominal) se reduz até o nível (de equilíbrio) em que a quantidade demandada de trabalho se iguala à ofertada; e caso haja um excesso de demanda por trabalho, o salário (nominal) se eleva até o nível (de equilíbrio) em que a quantidade demandada se iguala à ofertada.

Friedman (1968) argumenta que a taxa natural de desemprego não é imutável, pois os fatores que a determinam dependem da ação humana e de decisões de política econômica. Assim, a taxa natural de desemprego poderia diminuir como resultado de medidas que: incentivem as pessoas a trabalhar, por exemplo, por meio de reduções do imposto de renda e de benefícios sociais como seguro-desemprego; aumentem o grau de mobilidade geográfica dos trabalhadores, possibilitando que uma pessoa desempregada em uma região possa ocupar um posto de trabalho em outra localidade; reduzam as imperfeições de informação quanto às condições de oferta e procura no mercado de trabalho; e flexibilizem as relações trabalhistas, por exemplo, pela redução do poder dos sindicatos e pela reforma das leis trabalhistas.

A segunda hipótese fundamental para o monetarismo tipo I é a suposição de que os agentes econômicos formam expectativas do tipo adaptativas. Friedman (1968) argumentou que os agentes econômicos formam

expectativas acerca da variação do nível geral de preços com base em informações sobre o passado. De acordo com essa abordagem, o desemprego corrente oscilaria em torno da taxa natural de desemprego e as flutuações econômicas resultariam de erros expectacionais (*ilusão monetária*), decorrentes da criação de inflação-surpresa por parte das autoridades monetárias.

Como a informação acerca da variação do nível geral de preços só está disponível para os trabalhadores de forma defasada, eles podem subavaliar a inflação e interpretar a elevação dos seus salários nominais erroneamente como um ganho de salário real. Ao esperarem uma taxa de variação no nível geral de preços inferior à que de fato se efetivará, os trabalhadores tenderiam a interpretar erroneamente uma elevação no salário nominal como se fosse um ganho real. Isso os levaria a aumentar a oferta de trabalho, o que por sua vez resultaria em uma redução do desemprego abaixo da sua taxa natural.

Essa incapacidade de se distinguir entre variações no nível geral de preços e variações de preços relativos é que se chama de ilusão monetária: um fenômeno que impediria os agentes econômicos de maximizarem suas funções-objetivo (de utilidade, no caso dos consumidores, e de lucro, no caso das firmas).

Oscilações do nível de desemprego decorreriam, portanto, de erros expectacionais, resultantes da criação de inflação-surpresa por parte das autoridades monetárias. Afinal, o fenômeno da ilusão monetária (mais precisamente uma elevação da inflação acima das expectativas) impacta positivamente o nível de emprego de duas formas: os trabalhadores empregados, ao avaliarem erroneamente que houve uma elevação no salário real, dispõem-se à trabalhar mais horas; e uma parcela dos trabalhadores voluntariamente desempregados, ao incorrer no mesmo erro, passará a considerar que os bens-salários proporcionam um nível de satisfação maior do que as horas de lazer e, portanto, irá trabalhar (ainda assim, continuarão voluntariamente desempregados aqueles trabalhadores que, mesmo iludidos, não consideram o salário nominal suficiente).

Em ambos os casos, os trabalhadores (empregados ou não) que anteriormente estavam supostamente maximizando suas respectivas funções de utilidade deixarão de fazê-lo, já que a decisão de aumentar a oferta de trabalho seria fruto de uma mera ilusão: os trabalhadores avaliam que houve uma elevação do salário real, enquanto esse, na verdade, permanece constante. Assim, esses trabalhadores terão o seu nível de satisfação reduzido, determinando, consequentemente, uma diminuição do nível de bem-estar da sociedade.

A combinação dessas duas hipóteses (a existência de uma taxa natural de desemprego e a suposição de que os agentes econômicos formam expectativas do tipo adaptativas) resulta na concepção de que, no longo prazo, variações no estoque monetário não afetam variáveis reais da economia, como os níveis de produto e emprego. O principal resultado dessa construção teórica é a crença na chamada neutralidade da moeda.

Friedman argumentou ainda que o ativismo monetário seria indesejável devido à existência das seguintes defasagens na condução da política monetária: a defasagem entre a necessidade da ação e o reconhecimento da necessidade da ação; a defasagem entre o reconhecimento da necessidade da ação e a ação; e a defasagem entre a ação e seus efeitos.

Dada a precariedade do conhecimento sobre as verdadeiras causas que geram os ciclos econômicos e sobre os efeitos potenciais da política monetária, o uso indiscriminado desse instrumento de política econômica poderia, segundo Friedman, gerar consequências imprevisíveis e indesejáveis, como a intensificação, ao invés da mitigação, dos ciclos econômicos. A existência dessas defasagens na condução da política monetária é um dos principais motivos que levou Friedman a defender a adoção de uma regra monetária que estipulasse uma taxa fixa de crescimento para algum agregado monetário.

Essa posição é uma decorrência direta da crença de que a moeda é neutra no longo prazo. Ou seja, a autoridade monetária não poderia manter o nível de desemprego sistematicamente abaixo da taxa natural de desemprego, sem colocar a economia em uma trajetória de explosão inflacionária. Seguindo o mesmo raciocínio, a autoridade monetária não poderia também manter a taxa de juros sistematicamente abaixo de uma imaginária *taxa natural de juros*, sem que isso provoque aceleração da inflação.

Friedman não discorda que a oferta de moeda cumpre um papel fundamental para a prosperidade econômica. Como sugerem as evidências empíricas reunidas em Friedman e Schwartz (1963b), contrações no estoque monetário causaram as principais recessões estadunidenses entre 1867 e 1960. A partir dos resultados dessa pesquisa, os autores sustentam que a moeda tem papel ativo no mecanismo de transmissão da política monetária, entendido como a forma pela qual variações no estoque monetário afetam a renda nominal (ou seja, variações no estoque monetário precedem e causam mudanças no nível da renda nominal).

A defesa de Friedman, no entanto, é que a política monetária não seja uma fonte adicional de distúrbios, proporcionando um ambiente de estabilidade que favoreça o bom funcionamento do sistema econômico:

> A primeira e a mais importante lição que a história ensina sobre o que a política monetária pode fazer – e é uma lição da mais profunda importância – é que a política monetária pode evitar que a própria moeda seja a principal fonte de perturbação econômica (...) Uma segunda coisa que a política monetária pode fazer é fornecer um ambiente estável para a economia – manter a máquina bem lubrificada, para manter a analogia de Mill. Realizar a primeira tarefa irá contribuir para que esse objetivo seja atingido, mas há muito mais a fazer do que isto. Nosso sistema econômico funcionará melhor quando produtores e consumidores, empregadores e empregados puderem continuar tendo total confiança de que o nível médio de preços terá um comportamento conhecido no futuro – preferencialmente, de que ele seja altamente estável. (FRIEDMAN, 1968, p. 12-3)

Colocado o problema nesses termos, pode-se dizer que a preocupação de Friedman é compartilhada por economistas identificados com as mais diversas correntes teóricas. O que varia são os pressupostos e as hipóteses que orientam a elaboração dos diferentes diagnósticos sobre as causas das perturbações econômicas e a proposição de ações governamentais que visem contribuir para o bom funcionamento da economia. Dentre as várias divergências existentes entre os economistas a esse respeito, possivelmente a mais relevante se refere à suposição de que as relações de mercado convergem para situações de equilíbrio e estabilidade.

Algumas correntes de teoria econômica constroem seus argumentos conferindo centralidade a conceitos de Física e outras abstrações matemáticas que lhes permitam concluir que, na ausência de interferências governamentais, o livre jogo de mercado favorece o equilíbrio e a estabilidade. Nesta perspectiva, as ações governamentais devem priorizar a garantia de segurança jurídica para a propriedade privada e a criação de ambientes institucionais favoráveis aos negócios e a livre concorrência, eventualmente acompanhadas de políticas assistenciais focalizadas que atenuem situações de extrema pobreza.

Ao se reduzir as causas das flutuações econômicas às oscilações na oferta monetária, a recomendação de Friedman para que seja adotada uma regra que estipule uma taxa fixa de crescimento para algum agregado monetário torna-se uma proposição tautológica: dado que a *desordem monetária* é considerada a principal causa das flutuações econômicas, bastaria adotar uma regra monetária para que a estabilidade dos níveis de emprego e renda seja alcançada.

4. Monetarismo Tipo II

Tendo Robert Lucas Jr, Thomas Sargent, Neil Wallace, Edward Prescott, Robert Barro e Patrick Minford entre seus formuladores principais, a corrente de pensamento econômico conhecida como novo-clássica (ou *monetarismo tipo II*) ganhou proeminência a partir da década de 1980. Isso ocorreu na medida em que o monetarismo tipo I foi sendo desacreditado pela constatação de que o comportamento errático da velocidade de circulação da moeda prejudicava a definição do estoque monetário que seria compatível com o controle da inflação.

Foi nesse contexto que o regime de metas de inflação passou a ser considerado pelos monetaristas como uma estratégia mais consistente de controle do nível de preços, em sintonia com a tese de independência dos Bancos Centrais.

A corrente novo-clássica manteve os dois elementos centrais do monetarismo tipo I: a hipótese da existência de uma taxa natural de desemprego e a concepção monetarista da inflação. Mas inovou ao propor um modelo de equilíbrio contínuo (de curto e longo prazos), que admite a existência de desequilíbrios, ou a possibilidade de os agentes (que formam expectativas adaptativas) não maximizarem suas funções-objetivo.

No monetarismo tipo II, a racionalidade dos agentes econômicos implica que, por definição, todos os resultados observados representam posições de equilíbrio, dado o conjunto de informações disponíveis para os agentes econômicos. Neste modelo, como no monetarismo tipo I, as flutuações econômicas resultam de erros expectacionais. No entanto, no monetarismo tipo II não há ilusão monetária: dado o conjunto de informações disponíveis, os agentes racionais estão continuamente maximizando suas funções-objetivo (de utilidade e lucro).

Além disso, há uma exacerbação da neutralidade da moeda, pois se argumenta que políticas monetárias sistemáticas não afetam variáveis reais, mesmo no curto prazo. Assim, pode-se dizer que a moeda não é apenas neutra, como postula Friedman, mas, sim, *superneutra*.

As inovações do monetarismo tipo II derivam diretamente das três novas hipóteses adotadas pelos autores novo-clássicos: os agentes formam expectativas racionais; os postulados que explicam o comportamento da oferta agregada; e os mercados se equilibram continuamente.

Sobre a primeira hipótese, enquanto Friedman e seus seguidores supõem que se formam expectativas adaptativas, no modelo novo-clássico assume-se que os agentes formam expectativas racionais. Isto é, maximizam a utilização de toda a informação disponível ao formarem suas expectativas. Em sua versão mais forte, essa hipótese postula que a *expectativa* subjetiva dos agentes econômicos com relação a uma determinada variável coincide com a *esperança matemática objetiva* dessa mesma variável.

Isso não significa dizer que os agentes têm a capacidade de prever o futuro. Na medida em que o conjunto de informações disponíveis pelos agentes econômicos é incompleto, pode haver erros. Entretanto, supõe-se que os agentes não cometem erros sistematicamente ao formarem suas expectativas. Se, por hipótese, houvesse erros sistemáticos, os agentes (racionais) aprenderiam e reformulariam suas expectativas. Aplicando esse raciocínio para a variação de preços, significa dizer que os agentes econômicos eventualmente erram, mas: na média, a expectativa de inflação coincide com a inflação realizada; e os desvios das expectativas em relação à média possuem variância mínima.

No monetarismo tipo I, os agentes cometem erros sistemáticos porque: eles formam suas expectativas com base em informações do passado; e são incapazes de incorporar qualquer informação adicional no processo de formação de expectativas. Já no modelo novo-clássico, a expectativa de inflação não é enviesada, pois os agentes racionais maximizam a utilização de toda a informação disponível e, portanto, são capazes de reformular suas expectativas, evitando a ocorrência de erros sistemáticos.

Muitas críticas têm sido feitas quanto à plausibilidade da hipótese de expectativas racionais. Dentre elas, duas se destacam.

Em primeiro lugar, não é razoável supor que os agentes econômicos maximizam a utilização de toda a informação disponível, pois, para isso, devem incorrer em dois custos: o de obtenção e o de processamento da informação. Esses custos podem ser suficientemente elevados de forma que nem todos os agentes tenham o acesso a todas as informações relevantes para a previsão do comportamento futuro da inflação, nem a capacidade de processá-las.

Em segundo lugar, tampouco é razoável supor que os agentes econômicos se comportam (na média) exatamente como previsto pela teoria e sejam capazes de aprender o modelo que descreve o funcionamento da economia, pois mesmo entre os economistas nunca houve (e provavelmente nunca haverá) consenso quanto aos mecanismos de funcionamento da economia.

Sobre os postulados que explicam o comportamento da oferta agregada, os autores novo-clássicos supõem que: os agentes econômicos (trabalhadores e firmas) tomam decisões com base em um comportamento racional-maximizador; e as decisões de oferta (de trabalho e de produto) dependem de preços relativos, e uma elevação do preço de um bem induz seu produtor a aumentar a quantidade ofertada.

Esse raciocínio pode ser sintetizado da seguinte forma: partindo de uma situação inicial de equilíbrio em que os níveis de produto e de emprego se igualam às suas respectivas taxas naturais, supõe-se que a expectativa de inflação é zero e que uma elevação inesperada do estoque monetário determina um aumento do nível geral de preços, mantendo-se constantes os preços relativos. Diante dessa elevação inesperada da inflação, as firmas irão erroneamente interpretar uma variação no nível geral de preços como sendo uma elevação no preço relativo de seus produtos e, desse modo, irão aumentar a sua produção. Por sua vez, os trabalhadores (diante dessa elevação inesperada da inflação) irão erroneamente considerar que o salário real corrente está acima do médio e irão expandir a oferta de trabalho.

Assim, dado que há *informação imperfeita* no curto prazo, a ocorrência de uma inflação-surpresa faz com que o produto corrente se encontre além de seu nível natural e o desemprego corrente se reduza abaixo da sua taxa natural. Esta situação é, no entanto, insustentável, já que os agentes racionais, por hipótese, não cometem erros sistemáticos. Como se supõe que no longo prazo há *informação perfeita*, acredita-se que os agentes econômicos (racionais) irão corrigir suas expectativas. Os produtores reconhecerão que não houve qualquer elevação na demanda por seu produto, e sim um aumento da taxa de inflação, o que os levaria a reduzir a produção para o nível anterior. Da mesma forma, acredita-se que os trabalhadores constatarão que o salário (real) corrente está em seu nível médio e reduzirão a oferta de trabalho para o nível anterior. Consequentemente, os níveis de produto e emprego retornarão para as suas correspondentes taxas naturais.

Em resumo, na ausência de erros expectacionais (isto é, no longo prazo) o nível de produto se iguala à taxa natural. Caso a inflação supere as expectativas, o produto corrente se expande acima do nível correspondente à taxa natural; se a inflação for menor do que as expectativas, o produto corrente se situa abaixo do nível correspondente à taxa natural.

A terceira inovação dos novo-clássicos em relação ao monetarismo tipo I se refere à hipótese de que ocorre equilíbrio contínuo nos mercados de bens, serviços e fatores de produção. De acordo com essa hipótese, todos os mercados se equilibram continuamente. Isto é, em cada mercado de uma economia, o preço é *plenamente flexível* de forma a se ajustar, instantaneamente, a alterações na oferta e na demanda do respectivo bem, assegurando-se assim, o equilíbrio constante desse mercado. Em cada momento, a oferta e a demanda de todos os bens se igualariam, e as quantidades transacionadas resultariam do comportamento racional-maximizador dos agentes econômicos. Consequentemente, a economia se encontraria em um estado contínuo de equilíbrio, de curto e longo prazos, em que consumidores e firmas maximizariam, respectivamente, suas funções de utilidade e de lucro. Ou seja, todos os possíveis ganhos de troca teriam sido exauridos e a economia se encontraria em um estado de equilíbrio que é eficiente no sentido de Pareto.

Cabe ressaltar que a concepção segundo a qual a economia está permanentemente em equilíbrio é tautológica. Os agentes racionais, por definição, maximizam a utilização de toda a informação disponível ao formarem suas expectativas. Portanto, somente cometem erros resultantes de choques que (também por definição) não fazem parte do conjunto de informações a eles disponíveis. Dito de outra forma, os erros (expectacionais) possuem média zero e variância mínima e fazem parte, portanto, da mais precisa e eficiente regra de formação de expectativas.

Note-se que a hipótese de equilíbrio contínuo dos mercados é ainda mais controversa do que a de expectativas racionais. Muitas objeções têm sido feitas com relação à plausibilidade da hipótese de plena flexibilidade de preços (e salários) subjacente do equilíbrio contínuo dos mercados. A falta de realismo dessa hipótese se torna mais patente quando aplicada ao mercado de trabalho, uma vez que não é plausível considerar que o salário seja perfeitamente flexível, em função de fatores como a existência de sindicatos, de legislação trabalhista etc.

A combinação das hipóteses da taxa natural de desemprego, das expectativas racionais, dos postulados que explicam o comportamento da oferta agregada e do equilíbrio contínuo dos mercados gera os dois principais resultados do modelo novo-clássico: a proposição de ineficácia da política monetária; e a inconsistência temporal da política monetária e o consequente viés inflacionário.

A proposição da ineficácia da política monetária consiste na argumentação de que esta política é inócua. Acredita-se que qualquer regra de política monetária seria perfeitamente incorporada às expectativas (racionais) dos agentes, tornando-se incapaz de afetar as variáveis reais, mesmo no curto prazo.

Os autores novo-clássicos concluem que o desemprego pode desviar-se de seu nível natural somente por causa de três fatores: uma expansão inesperada do estoque monetário (inflação-surpresa); um choque de demanda; e um choque de oferta. Portanto, os únicos fatores capazes de desviar o desemprego corrente de seu nível natural são choques aleatórios. Isso significa que o nível de desemprego *flutua aleatoriamente* em torno da taxa natural de desemprego.

Ou seja, apenas os desvios inesperados de uma regra sistemática adotada pela autoridade monetária exercem impactos reais (no curto prazo). Na medida em que os agentes racionais incorporam qualquer regra monetária (utilizada sistematicamente) em suas expectativas de inflação, a autoridade monetária não teria a capacidade de afetar os níveis de produto e de emprego, mesmo no curto prazo.

Por sua vez, a inconsistência temporal da política monetária e o consequente viés inflacionário é a conclusão novo-clássica que motiva a tese da independência do Banco Central. Os autores novo-clássicos argumentam que políticas monetárias são temporalmente inconsistentes se determinada decisão de política econômica, que faz parte de um plano considerado ótimo em determinado momento, deixar de ser ótima em uma data futura, mesmo que nenhuma nova informação relevante tenha surgido.

Assim, na medida em que o poder discricionário é utilizado, a política monetária sofreria uma perda de *credibilidade* (diz respeito ao grau de confiança do público em relação à determinada política) e a autoridade monetária sofreria uma perda de *reputação* (se refere ao grau de confiança dos agentes econômicos em relação aos *policymakers*, baseado em seu comportamento pregresso).

O resultado dessa perda de credibilidade e reputação levaria a um *viés inflacionário*: os agentes (racionais) anteciparam o fato de que a autoridade monetária é incentivada a não implementar a política anunciada e produzir um choque monetário, com o intuito de gerar inflação-surpresa em troca de uma redução do nível de desemprego abaixo da taxa natural. Logo, na ausência de mecanismos de incentivo que eliminem o poder discricionário do gestor da política monetária, de forma a impedir que o viés inflacionário seja acionado pela autoridade monetária, o anúncio de uma política monetária compatível com níveis reduzidos de inflação não seria crível.

Para lidar com esse problema, os novo-clássicos apresentam duas alternativas principais: o equilíbrio considerando a reputação das autoridades monetárias, que se fundamenta no interesse de o Banco Central manter a sua reputação a longo prazo; e a tese da independência do Banco Central, que propõe que a condução da política monetária deve ser delegada a um agente independente e comprometido com a estabilidade de preços.

Sobre a primeira alternativa, Barro e Gordon (1983a e 1983b) consideram que o jogo de política monetária é um superjogo com um número infinito de rodadas. Consequentemente, a autoridade monetária enfrenta um *trade-off* entre *ganhos presentes* (decorrentes da redução temporária do desemprego no curto prazo) e *perdas futuras* (relacionadas a uma maior taxa de inflação, sem qualquer redução do desemprego no longo prazo), ambos resultantes do acionamento do viés inflacionário. A preocupação da autoridade monetária com a sua reputação tenderia assim a reduzir sua tentação em acionar o viés inflacionário. Ou seja, políticas monetárias austeras seriam implementadas como forma de sinalizar o comprometimento da autoridade monetária com o controle da inflação.

A tese da independência do Banco Central, por sua vez, consiste na defesa de que a condução da política monetária deve ser *delegada* a um agente independente, de forma a preservar a credibilidade da política monetária e a reputação da autoridade monetária. Essa tese se fundamenta em dois pilares: a aceitação da existência do viés inflacionário na condução da política monetária; e a suposição de que existe uma correlação negativa entre o grau de independência do Banco Central e a inflação.

Rogoff (1985) propôs que o problema da inconsistência temporal pode ser solucionado caso a condução da política monetária seja delegada a um Banco Central independente, comandado por um presidente conservador ou que tenha maior aversão à inflação do que a sociedade; isto é, uma pessoa que confira maior importância à estabilização de preços do que à redução do desemprego. Isso sinalizaria menor propensão ao acionamento do viés inflacionário por parte da autoridade monetária. Rogoff sugere que o Banco Central tenha independência tanto de *objetivos* quanto de *instrumentos*: isto é, o Banco Central definiria as metas finais da política monetária e quais instrumentos serão utilizados para alcançá-las.

Já Walsh (1995) sugere que seja firmado um contrato entre o Banco Central e o governo, por meio do qual se estipule uma *meta de inflação* a ser alcançada, e uma penalização caso a meta não seja cumprida. Acredita-se que isso levaria o presidente do Banco Central a internalizar os efeitos das medidas por ele tomadas (*risco moral*), o que desestimularia o acionamento do viés inflacionário. Nesse formato, o gestor da política monetária teria liberdade apenas para escolher os instrumentos necessários para se alcançar uma meta de inflação previamente estabelecida.

No entanto, diversas críticas foram feitas à tese de independência do Banco Central. Friedman (1987) afirmou ser a política monetária um instrumento demasiadamente poderoso para estar concentrada nas mãos do presidente do Banco Central. Para a maior referência teórica monetarista, em sociedades democráticas a autoridade monetária não deve possuir um poder absoluto e livre de qualquer controle social.

Levy (1995) argumentou na mesma linha, sustentando que a inflação não constitui um problema tão grave, nem a questão do desemprego é tão irrelevante, a ponto de se justificar a ameaça à democracia representada pela supressão da discussão pública desses temas, como tende a ocorrer quando se adota um Banco Central independente.

Carvalho (1995) sublinhou que um Banco Central independente só faz sentido quando se aceita a existência de uma taxa natural de desemprego e, consequentemente, a neutralidade da moeda. Assim, a tese da independência do Banco Central seria muito frágil, pois se baseia em hipótese extremamente restritiva e controversa: "a noção de um Banco Central independente (...) é um resultado muito peculiar de hipóteses muito restritivas" (Carvalho, 1995, p. 173).

Sicsú (1996) alertou para o risco de que a independência do Banco Central comprometa a coordenação entre as políticas fiscal e monetária.

5. Gestão macroeconômica como instrumento de promoção do desenvolvimento

Ao menos desde 1819, quando Sismonde de Sismondi (1827) publicou sua obra *Novos princípios de economia política*, é conhecido o argumento de que a demanda agregada é o que determina o nível de produção. O mesmo argumento foi mencionado na obra *Princípios de economia política*, publicada em 1820 por Thomas Malthus.

Malthus (1983) contestou a Lei de Say ao observar que nem tudo que é poupado se transforma, necessariamente, em investimento. Ao ressaltar que a insuficiência de demanda efetiva pode determinar a ocorrência de crises de superprodução, o economista britânico deu um importante passo para o reconhecimento da importância da função *reserva de valor* desempenhada pela moeda.

Na medida em que se aceita que uma das funções da moeda é ser reserva de valor, consequentemente é preciso reconhecer que os agentes econômicos podem optar por entesourar moeda. Logo, se nem tudo que é poupado se transforma necessariamente em investimento, pode haver insuficiência de demanda efetiva na economia. Isto é, havendo entesouramento, parte do poder de compra potencial (gerado no processo de produção) não se transformará em demanda. Isso significa que nem toda renda criada em um determinado período se transforma em consumo nesse mesmo período, criando-se uma insuficiência de demanda efetiva e, portanto, a possibilidade de ocorrer uma crise de superprodução.

Isso ficou evidente com a crise financeira mundial de 1929 e a Grande Depressão que a seguiu. Em um mundo no qual supostamente só deveria haver desemprego voluntário, como explicar o fato de a taxa de desemprego ter alcançado 25% da força de trabalho dos Estados Unidos em 1933?

Foi observando esse laboratório da vida real que Keynes publicou, em 1936, sua *Teoria geral do emprego do juro e da moeda*. O sucesso desse livro está diretamente ligado ao reconhecimento de que o pensamento econômico convencional não era capaz de explicar – e, portanto, muito menos capaz de reverter – a dramática situação social e econômica enfrentada naquele momento:

> A época em que o livro [*A Teoria Geral*...] foi lançado foi certamente uma das razões do seu sucesso. A Grande Depressão não foi apenas uma catástrofe econômica, mas também um fracasso intelectual [...] Poucos economistas tinham uma explicação coerente para a Depressão, tanto sobre a sua profundidade quanto sobre a sua duração [...] A *Teoria Geral* ofereceu uma interpretação para os eventos, um modelo lógico e uma razão clara para a intervenção do governo na economia (Blanchard, 1997, p. 610).

Keynes aprofundou as reflexões de Sismonde de Sismondi e Thomas Malthus sobre o princípio da demanda efetiva, ressaltando que o gasto realizado precede a renda e a determina. Ou seja, a renda é gerada a partir do gasto: o gasto esperado (*ex ante*) é que define a produção do período e o gasto realizado (*ex post*) define a renda.

O princípio da demanda efetiva dá à identidade contábil entre poupança e investimento uma determinação causal: a decisão de gastar é sempre autônoma e, numa sociedade onde exista crédito, não depende necessariamente de renda prévia. Isto é, o gasto agregado determina a renda, invertendo a causalidade tradicionalmente aceita. Em particular, o gasto autônomo, a partir da ação do multiplicador, é que determina a renda e o nível de emprego da economia.

Keynes alertou que as decisões de investimento dos agentes privados dependem de que as suas expectativas de rendimentos futuros sejam maiores do que os rendimentos proporcionados pelas taxas de juros vigentes. Diante de situações de elevada incerteza, a eficiência marginal do capital cai, a taxa de juros tende a subir (caso não haja ação governamental em sentido contrário) e, com isso, o investimento é inibido e o emprego e a renda da economia deixam de crescer ou mesmo caem.

Quando reconhecemos que o investimento depende fundamentalmente de dois fatores (eficiência marginal do capital > taxa de juros), ambos relacionados à incerteza, fica claro que estamos tratando de uma decisão volátil, o que significa que a produção, a renda e o emprego também são instáveis.

É o que se nota claramente nas recessões econômicas. Quanto menos as pessoas investem e consomem, mais escassas se tornam as oportunidades de vender mercadorias lucrativamente, tornando o investimento privado menos atraente, o que reforça a tendência contracionista. A redução nas rendas das famílias e empresas tende a estimular situações de instabilidade social e política, o que aumenta a imprevisibilidade do ambiente econômico e torna ainda mais valiosa a liquidez da moeda. Como a inversão do ciclo econômico passa pela remobilização da capacidade ociosa formada durante a recessão, a realização de novos investimentos privados acaba sendo adiada.

Por isso Keynes enfatizou a importância de que o Estado atue de forma anticíclica. A política econômica precisa garantir que o emprego e a produção não caiam de forma multiplicada e que, ao contrário, possam crescer, atenuando os problemas de desemprego e multiplicando a produção e a renda a partir da ampliação de gastos públicos que contribuam de forma efetiva para a melhoria das condições de vida da população.

Quando a rentabilidade esperada do capital se encontra muito baixa, indicando pessimismo dos investidores privados, torna-se ainda mais importante a ampliação dos gastos públicos. O Estado pode e deve agir assim, pois não tem o objetivo de lucro da iniciativa privada e, por isso, não precisa comparar a eficiência marginal do capital com a taxa de juros. Afinal, um dos principais objetivos da ação governamental é justamente lidar com problemas que o mercado sozinho não resolve, como o desemprego.

A ampliação dos gastos públicos em economias que estejam operando abaixo do pleno emprego possibilita multiplicar a renda e gerar novos empregos, o que é crucial para mudar o pessimismo dos agentes privados. Com os níveis de renda e de emprego subindo, os investidores privados passam a ter maior expectativa de demanda pelos seus produtos. Isso eleva a rentabilidade esperada dos seus investimentos, que passa a superar a taxa de juros e assim o investimento privado se amplia. O resultado é a retomada do crescimento econômico, ampliando a renda e gerando novos empregos, o que permite inclusive ampliar a arrecadação tributária.

Dois outros autores foram fundamentais para a consolidação dessa abordagem: Michal Kalecki e Abba Lerner.

Kalecki (1943) alertou que o maior obstáculo para que se alcance o pleno emprego é de natureza política. Entre lucrar mais em um regime de pleno emprego, no qual a demissão deixa de desempenhar o papel de medida disciplinar de hierarquização social, ou lucrar menos preservando o *status social* que o poder de demitir proporciona, Kalecki argumentou que muitos empregadores preferem a segunda opção. Consequentemente, se o Estado não agir deliberadamente para promover o pleno emprego da força de trabalho, parcelas expressivas da população seguirão desempregadas.

Lerner (1943, 1947, 1961) foi adiante: usando como referência o princípio da demanda efetiva, passou a discutir a especificidade do gasto público. Lerner identificou que o gasto público é o único gasto verdadeiramente autônomo, e cujo fluxo pode ser planejado e direcionado para o crescimento econômico, já que o investimento privado dito autônomo visa, em última instância, o lucro. Logo, se não há expectativa de lucro, não há investimento privado.

Como observado por Renata Lins,

> (...) na hora em que o governo decide gastar (ou não), tributar/subsidiar (ou não), e também qual será sua política de juros, indica, no mesmo momento, qual vai ser o nível de renda daquela economia, que grupos ou categorias vão ser – direta ou indiretamente – beneficiados ou prejudicados pelos gastos do governo, qual vai ser o nível de emprego.
>
> Foi esse o caminho traçado por Lerner para levar até as últimas consequências o princípio da demanda efetiva de Keynes e Kalecki, a partir do conceito de **finanças funcionais**: se a demanda é que move a oferta, e não o contrário; se o melhor "demandador de última instância" é o governo (já que o investimento traz embutida uma expectativa de lucro futuro, não podendo, pois, ser considerado plenamente autônomo); então, o governo é que tem que ser o "condutor" da economia, através do gasto que impulsiona o crescimento até o pleno emprego.
>
> (...)
>
> Assim, as finanças funcionais consideram que a administração da dívida pública e o orçamento do governo são meios para atingir um fim: o pleno emprego e o crescimento econômico.
>
> O resultado final de déficit ou superávit no ano deveria ser consequência de decisões de política econômica, e não uma meta pré-estabelecida (LINS, 2021, grifo no original).

Essa forma de analisar as relações entre as finanças públicas e privadas permite que se conclua que:

> A ideia de "Estado mínimo" é, pois, uma falácia. Não há a alternativa de "menos Estado"; há formas de atuação do Estado que são diferentes e beneficiam mais ou menos os trabalhadores ou os donos do capital.
>
> A opção do Estado pela redução dos gastos e pelo aumento dos tributos é uma forma específica de atuação do Estado – a busca do equilíbrio das ditas "finanças saudáveis". Na medida em que o Estado reduz seu gasto e deixa de oferecer saúde, educação, transporte público de qualidade, esses setores passam a ser tomados pela iniciativa privada, cuja lógica é sempre, em última instância, a do lucro. Isso não é uma inevitabilidade, mas uma escolha.
>
> Em resumo, ao rejeitar a ideia de "finanças saudáveis" e afirmar a necessidade de um Estado que busque ativamente o pleno emprego, Lerner traz de volta para o centro da ribalta a economia como economia política. Na medida em que se considera que não há necessidade nem motivo para igualar receitas e despesas no setor público, abre-se espaço para o planejamento econômico visando o crescimento, a elevação do emprego e a redução da desigualdade. Assim, é necessário desconstruir o senso comum das "finanças saudáveis" para que seja possível retomar a discussão do papel do Estado no crescimento, na distribuição de renda e no desenvolvimento econômico (LINS, 2021).

Grande parte do desconhecimento sobre as especificidades das finanças públicas decorre de analogias imprecisas com a lógica que preside as finanças privadas. Uma condição necessária para superar esse obstáculo é reconhecermos que um governo monetariamente soberano emite a sua própria moeda[165].

[165] Em uma formulação mais elaborada, pode-se dizer que um governo monetariamente soberano é aquele que dispõe das seguintes prerrogativas legais: i. determinar qual a moeda de conta oficial; ii. exercer o monopólio sobre a emissão do dinheiro emitido na moeda de conta oficial; iii. estabelecer obrigações não recíprocas (principalmente impostos, mas, também, multas, taxas, tarifas dentre outros); e iv. decidir o que entregará para realizar pagamentos e transferências ao setor privado. Não é o caso, por exemplo, dos Estados-membros da União Europeia, que renunciaram à sua soberania monetária em favor do Banco Central Europeu, ou dos entes subnacionais (estados e municípios) brasileiros, que são usuários da moeda emitida pela União (Dalto *et al*., 2020, p.100).

Desde a criação dos bancos centrais, cerca de duzentos anos atrás, o sistema monetário se tornou mais sofisticado, mas seus conceitos básicos seguem os mesmos dos últimos cinco milênios: para que o soberano possa recolher na forma de tributos as moedas que ele mesmo cria, é preciso primeiro colocar essas moedas em circulação adquirindo bens e serviços da população local. Não é possível ocorrer o contrário, pois neste caso as famílias e empresas não teriam como obter a moeda estatal para devolvê-la na forma de tributos ao governo que a criou.

Como Minsky (2013) costumava dizer: qualquer pessoa pode criar moeda; o problema reside em ela ser aceita por outras pessoas. A moeda estatal tem ampla aceitação justamente por ela ser exigida para o pagamento de tributos cobrados pelo governo. Dado que o não pagamento de tributos pode resultar na cobrança de multas, no confisco de bens ou mesmo na prisão do devedor, o fato de muitas pessoas precisarem obter a moeda estatal para pagar tributos proporciona a sua ampla aceitação.

Logo, a principal função dos tributos é criar demanda para a moeda estatal. Não é financiar os gastos públicos, como geralmente se supõe. Ademais, os tributos são importantes para:

- Controlar a inflação, evitando que os preços aumentem em resposta a um aumento de demanda maior do que a capacidade de oferta da economia real;
- Reduzir desigualdades de patrimônio e renda, tributando mais quem tem mais; e
- Estimular determinadas atividades econômicas em detrimento de outras, tributando mais, por exemplo, os bens e serviços nocivos à saúde ou ao meio ambiente, quando consumidos em excesso.

Uma segunda condição necessária para que se entenda as diferenças entre as lógicas que presidem as finanças públicas e privadas é atentar para um princípio básico de contabilidade: todo ativo financeiro corresponde a um passivo financeiro. Em uma economia fechada, isso significa que o superávit obtido pelo setor público corresponde necessariamente a um déficit no setor privado, e vice-versa. Quando se inclui o setor externo na análise, o raciocínio é o mesmo: considerando como "resto do mundo" os governos, as empresas e as famílias dos países com os quais um determinado país possui relação financeira, temos a seguinte identidade: balanço privado doméstico + balanço público doméstico + balanço externo = 0.

Ou seja, ao menos um desses setores precisa apresentar despesas maiores do que receitas para que algum outro setor apresente receitas maiores do que despesas. Como não é possível que esses três setores apresentem receitas maiores do que despesas em um mesmo período, para que haja aumento da riqueza financeira privada (isto é, das famílias e empresas) é preciso que haja um déficit equivalente no setor público (supondo que o balanço externo esteja equilibrado, para simplificar).

É por isso que superávits devem ser evitados no setor público, caso não se pretenda provocar deliberadamente o empobrecimento das famílias e empresas. E é também por isso que o ente responsável pela emissão da moeda aceita para o pagamento de tributos deve ser deficitário, de forma a permitir que o conjunto das famílias e empresas situadas em seu território possam aumentar a sua riqueza financeira.[166]

Isso de forma alguma significa que governos monetariamente soberanos possam ou devam gastar de forma indiscriminada. Para que um gasto público seja funcional, isto é, cumpra adequadamente uma determinada função definida pelo planejamento governamental, ao menos três aspectos precisam ser considerados em cada decisão de gasto: o *custo de oportunidade*, os *possíveis impactos inflacionários* e as *restrições externas*.

O custo de oportunidade se refere aos benefícios que deixam de ser usufruídos quando gastos públicos que não atendam necessidades concretas da população mobilizam recursos reais escassos (força de trabalho, recursos naturais, tecnologias e capacidade de gestão) que eventualmente poderiam ser melhor empregados em outras atividades.

Tendo em vista que a definição sobre como mobilizar esses recursos escassos é necessariamente um assunto de natureza política, instituições são criadas para disciplinar o exercício desse poder. Assim se busca zelar para que as decisões sobre a mobilização da força de trabalho, dos recursos naturais, das tecnologias e da capacidade de gestão disponíveis em uma determinada sociedade sejam objeto de pactuação política entre os representantes eleitos pela população, o que se traduz em leis orçamentárias que definem os limites de gastos que deverão ser observados em cada programa ou ação governamental.

[166] Ver Lerner (1943, 1947), Wray (2003, 2015), Mitchell, Wray e Watts (2019), Dalto *et al*. (2020) e Kelton (2020).

Isso significa que as leis orçamentárias precisam ser tratadas com a devida seriedade, pois as dotações orçamentárias nelas disponibilizadas constituem importantes escolhas sobre o que será (e o que deixará de ser) feito com os recursos reais escassos disponíveis em uma determinada sociedade.

Por isso, a aprovação e a implementação das leis orçamentárias são processos complexos que envolvem diversos atores. Afinal, embora um governo monetariamente soberano sempre possa honrar compromissos financeiros denominados na moeda que ele mesmo emite, é preciso uma autorização do Congresso para que as autoridades fiscal (Tesouro) e monetária (Banco Central) façam os procedimentos operacionais necessários para que os valores correspondentes sejam depositados nas contas bancárias das pessoas físicas e jurídicas ofertantes dos bens e serviços contratados pelo governo para viabilizar a oferta de políticas públicas. Essa autorização do Congresso se dá por meio da aprovação da Lei Orçamentária, estabelecendo limites de gasto para cada programa ou ação governamental.

Para que o gasto público seja funcional, é necessário que a análise do custo de oportunidade considere também os possíveis impactos inflacionários e as restrições externas.

Sobre os impactos inflacionários, é preciso que se tenha clareza que controlar a demanda agregada não é suficiente para controlar a inflação. O lado da oferta é tão ou mais importante que o da demanda quando se trata de controle da inflação, pois abarca os diferentes tipos de inflação de custos: a inflação de salários; a inflação de lucros; a inflação importada; e a inflação de gargalos setoriais de oferta. (Modenesi, 2005; 2008; Modenesi e Pimentel, 2020)

O primeiro tipo se refere a persistentes elevação dos salários nominais. Para que isso ocorra, duas variáveis são centrais: a aspiração salarial dos trabalhadores e o poder de barganha entre trabalhadores e empregadores. A primeira variável diz respeito à remuneração que os trabalhadores consideram justa pelo seu trabalho. A segunda se refere à capacidade deles de obterem o salário desejado. Ciclos de aceleração do crescimento econômico costumam ser acompanhados de alguma elevação de salários, como resultado da combinação entre maior capacidade de pagamento dos empregadores (decorrente do aumento verificado e/ou esperado das suas receitas) e o aumento do poder relativo de barganha dos trabalhadores (que passam a dispor de maior variedade de ofertas de trabalho).

Do ponto de vista da coletividade, esse é um bom problema: afinal, salários mais altos contribuem para maior inclusão social e o fortalecimento do mercado interno, possibilitando a ampliação das escalas de produção com consequente redução do custo unitário dos bens e serviços produzidos. Isso beneficia tanto os trabalhadores assalariados quanto os empregadores privados, pois estes podem ampliar seus lucros e reduzir os custos unitários de produção com a ampliação das suas vendas. Por isso é fundamental a ação governamental visando a promoção do pleno emprego, contrariando quando preciso a parcela dos empregadores privados que eventualmente esteja criando dificuldades para que isso ocorra.

Outro importante tipo de inflação de custos é a inflação de lucros, que está relacionada à estrutura de mercado e ao regime concorrencial. Como a elasticidade preço dos bens transacionados em mercados oligopolizados é menor, os produtores podem repassar choques de custos para os preços com maior liberdade. Ao favorecer a ampliação das margens de lucros, o poder de oligopólio pode gerar pressões inflacionárias. O combate a esse tipo de inflação exige políticas de defesa da concorrência que coíbam práticas anticompetitivas com critérios transparentes de reajustes de preços que preservem o poder aquisitivo dos cidadãos nos casos em que existam monopólios ou oligopólios naturais na oferta de serviços.

O terceiro tipo de inflação de custo a ser combatido é a inflação importada, que está relacionada aos preços dos bens e serviços que cada país importa. Ela depende tanto das estruturas de custos dos bens e serviços importados quanto da taxa de câmbio vigente. Lidar com esse tido de inflação exige planejamento de longo prazo que contemple incentivos para a sofisticação tecnológica dos bens e serviços produzidos, de forma que se possa gradativamente exportar bens e serviços com maior complexidade tecnológica, ao mesmo tempo em que se evita que o crescimento das importações ocorra de forma mais acelerada do que o crescimento das exportações.

O quarto tipo de inflação de custos a ser combatido é a inflação de gargalos setoriais de oferta. É o que ocorre quando há uma insuficiência na oferta de determinados bens e serviços que sejam essenciais para o conjunto da economia. Combater esse tipo de inflação exige administrar estoques reguladores de produtos e serviços estratégicos, como alimentos e energia. Como os processos de crescimento econômico costumam ser acompanhados de desequilíbrios setoriais, sem adequados esforços de planejamento e coordenação governamental é de se esperar que surjam gargalos em setores específicos, o que pode resultar em aumentos de preços com potencial para impactar outros setores da economia.

Sobre as restrições externas, é preciso reconhecer que nem todos os bens e serviços demandados em uma determinada economia podem ser adquiridos com a moeda nacional. Exceto o país emissor da moeda-chave internacional, todos os demais enfrentam algum grau de restrição para contratar bens e serviços que não estejam disponíveis para venda na sua própria moeda.

Fritz, Paula e Prates (2016) argumentam que isso ocorre porque no sistema monetário internacional as moedas são hierarquicamente posicionadas de acordo com o seu grau de liquidez, que decorre da capacidade de desempenhar em âmbito internacional as três funções da moeda: reserva de valor; meio de troca; e unidade de conta e de denominação de contratos. A moeda nacional que desempenha essas três funções em âmbito internacional é considerada a moeda-chave, e por isso está posicionada no topo da hierarquia. As moedas emitidas pelos demais países avançados desempenham parcialmente essas funções: como apresentam um grau de liquidez menor do que a moeda-chave, se encontram em uma posição intermediária na hierarquia de moedas. No nível mais baixo dessa hierarquia estão as moedas emitidas por países periféricos: estas são consideradas moedas não-líquidas, pois não cumprem nenhuma das funções da moeda em âmbito internacional.

Na atual hierarquia de moedas, somente o dólar estadunidense desempenha integralmente em âmbito internacional as três funções da moeda. O dólar é a moeda mais utilizada nas transações monetárias (meio de troca) e financeiras (unidade de denominação dos contratos), bem como é o ativo mais líquido e seguro e, assim, mais desejado pelos agentes como ativo de reserva diante das incertezas econômicas.

Essa assimetria monetária se reflete em diferentes prêmios de risco atribuídos às moedas. Nos níveis mais elevados dessa hierarquia estão os países centrais (com destaque para o emissor da moeda-chave internacional), que desfrutam de ampla autonomia para definir as taxas de juros dos seus títulos públicos de acordo com seus próprios interesses de desenvolvimento. No nível mais baixo estão os países periféricos. Por serem emissores de moedas que possuem baixa liquidez internacional, estes precisam pagar, ao emitirem títulos públicos, taxas de juros superiores às praticadas pelos países centrais. Caso contrário, dificilmente os agentes econômicos terão interesse de manter em seus portfólios títulos públicos emitidos em moedas de baixa procura internacional.

Um país periférico que resolva emitir títulos públicos com taxas de juros iguais ou inferiores às dos títulos estadunidenses enfrentará dificuldades para encontrar compradores, pois a tendência dos agentes econômicos (inclusive os residentes no próprio país periférico) será direcionar parcelas maiores dos seus investimentos para os títulos estadunidenses. Isso tenderá a provocar uma desvalorização da moeda do país periférico em relação ao dólar, com consequências possivelmente indesejáveis em termos de controle da inflação doméstica e manutenção do poder de compra real dos seus residentes.

Em um sistema monetário internacional com tais características, um país que não consiga produzir internamente algo que necessita pode não ser capaz de usar sua própria moeda para pagar pelo bem ou serviço que irá importar. Para tanto, precisará adquirir moedas estrangeiras, que são geralmente obtidas por meio da exportação de outros bens ou serviços. Um país que não produz petróleo, por exemplo, é incapaz de fazê-lo brotar do solo simplesmente criando moeda.

Como a criação de moeda contribui para a ampliação da renda e do emprego, é natural que esse processo seja acompanhado pela ampliação das importações. Para que o país não enfrente dificuldades de obtenção das divisas internacionais necessárias para efetivar esse acréscimo de importações, é desejável que as suas exportações cresçam em velocidade igual ou superior à verificada nas importações. Isso exige políticas públicas com abrangência e duração suficientes para promover a diversificação e a complexificação tecnológica das suas atividades produtivas, elevando o valor agregado dos bens e serviços produzidos naquele país.

Em suma, processos bem estruturados de planejamento governamental são indispensáveis para que as decisões de gastos públicos sejam feitas de forma transparente e tecnicamente consistente, o que inclui analisar o custo de oportunidade, os possíveis impactos inflacionários e as restrições externas relacionadas a cada decisão.

Isso é fundamental inclusive porque são os gastos públicos que direcionam e concretizam as transformações sociais e econômicas pretendidas em cada sociedade. Sobre isso, Keynes costumava usar a metáfora da corda para alertar que os instrumentos tradicionais de política monetária operam de forma assimétrica: a política monetária costuma ser eficiente para puxar a economia para trás (retrair a atividade econômica); porém, sozinha ela é incapaz de empurrar a economia para a frente (estimular a atividade econômica).

Em outras palavras, reduzidas taxas de juros podem contribuir para a decisão de investimento privado, mas essa decisão só tende a ser efetivada quando os investidores observam que existem compradores (públicos e/ou privados) com poder aquisitivo suficiente para adquirirem os novos bens e serviços a serem ofertados.

É por isso que, para estimular a atividade econômica, a política fiscal é mais potente do que a política monetária. Ampliar os gastos públicos em áreas que apresentem demanda reprimida permite o atendimento a necessidades sociais concretas, ao mesmo tempo em que possibilita a elevação do nível de renda das famílias e empresas. Melhor ainda se as compras governamentais, as linhas de crédito público, os editais de financiamento de pesquisas, o sistema tributário e as demais formas de implementação das políticas públicas estimularem a sofisticação tecnológica e a adoção de padrões de produção e consumo que sejam socialmente inclusivos e ambientalmente sustentáveis.

6. Tendência[167]

Considerando as diferentes perspectivas teóricas apresentadas nas seções anteriores, é possível argumentar que no futuro próximo tende a permanecer presente uma tendência típica das dinâmicas sociais contemporâneas:

6.1. Crises financeiras impactando a economia global

Crises financeiras podem ser desencadeadas por fatores como bolhas especulativas, falências bancárias, choques econômicos, crises de dívida soberana e eventos geopolíticos, resultando em pânico, fuga de ativos, queda na produção econômica, interrupção de fluxos de comércio internacional e aumento do desemprego. As crises financeiras muitas vezes têm o potencial de se espalhar e afetar outros países e regiões, quando problemas em um setor ou país se tornam uma ameaça para o sistema financeiro global. Isso pode levar a uma paralisação do crédito e da confiança no sistema financeiro e queda acentuada nos preços das ações, títulos e *commodities*.

O atual sistema monetário internacional tem entre as suas principais características o dólar fiduciário como a moeda-chave no topo da hierarquia de moedas, o predomínio do regime de câmbio flutuante e a livre mobilidade de capitais. Um sistema com tais características é altamente instável, com impactos profundos especialmente sobre as economias dos países periféricos. Afinal, se por um lado os agentes econômicos encontram maior facilidade para diversificar sua carteira de investimentos, mantendo ativos financeiros denominados em diferentes moedas, por outro lado esses mesmos agentes podem retirar com facilidade volumes expressivos de aplicações denominadas na moeda de um país que esteja sob ataque especulativo. E como as moedas emitidas por países periféricos apresentam liquidez menor do que a dos países centrais, são os países periféricos os que mais sofrem com os movimentos abruptos de entrada e saída de capitais, principalmente durante períodos de crise, quando os agentes buscam aumentar a liquidez e reduzir o risco de suas aplicações.

Para lidar com o risco de crises financeiras, é importante que governos, instituições financeiras, reguladores e investidores adotem políticas e práticas que promovam a estabilidade financeira, incluindo o fortalecimento dos sistemas de supervisão e regulamentação, a promoção de uma cultura de gestão de riscos sólida e a implementação de políticas macroeconômicas prudentes. Além disso, a cooperação internacional e a coordenação de políticas entre países são fundamentais para mitigar os efeitos das crises financeiras globais. Mas nada disso substitui a necessidade de que os governos adotam medidas de estímulo econômico, como políticas fiscais e monetárias expansionistas, enquanto suas economias estiverem operando abaixo do nível de pleno emprego.

7. Incertezas

A constatação de que crises financeiras provavelmente seguirão impactando a economia global coloca em evidência a importância de que o planejamento de longo prazo dos agentes públicos e privados considere as seguintes incertezas:

7.1. Brasil preparado para enfrentar grandes crises financeiras mundiais

As principais formas de prevenção em relação a crises financeiras incluem manter reservas cambiais suficientes para enfrentar choques externos, diversificar as reservas para reduzir a dependência de uma única moeda, implementar regulamentações eficazes sobre instituições financeiras, supervisionar e controlar riscos sistêmicos e garantir credibilidade, estabilidade e previsibilidade nas políticas econômicas.

O Brasil está em boa medida preparado para enfrentar crises financeiras mundiais por contar com reservas em torno de US$ 350 bilhões, colocando o país entre os maiores detentores de divisas do mundo e assegurando uma condição melhor em relação às dificuldades enfrentadas no século passado. Isso foi resultado de uma forte acumulação de divisas a partir do aumento das exportações e dos saldos da balança comercial, bem como da entrada de investimentos estrangeiros no país.

[167] A tendência e as incertezas listadas neste capítulo, bem como os textos que as acompanham, foram adaptados do documento *Estratégia Brasil 2050 – texto base*, elaborado por Márcio Gimene, Suripongse Naibert Chimpliganond, Rafael Pereira Torino, Thomaz Fronzaglia e Tarcísio Henke Fortes no âmbito da Subsecretaria de Planejamento de Longo Prazo da Secretaria Nacional de Planejamento do Ministério do Planejamento e Orçamento.

Eventuais crises de liquidez internacional podem ser enfrentadas pelo Brasil com relativa estabilidade financeira, embora possam também deflagrar períodos de recessão, ocasionando impactos na economia real e queda no volume de comércio exterior. Isso pode ter efeitos na economia brasileira, cujo grau de abertura vem aumentando nas últimas décadas.

O Brasil conta com um sistema bancário bem regulado e dotado de mecanismos de garantias de depósitos que conferem segurança para as instituições, as pessoas e as empresas. Além disso, os bancos públicos federais e de alguns entes subnacionais participam de forma significativa no segmento, também contribuindo para reduzir a vulnerabilidade aos movimentos especulativos. Embora o Brasil venha abrindo seu sistema financeiro para novos produtos e para maior participação de capitais e instituições estrangeiras, esse processo tem ocorrido de forma gradual e regulada.

Essas características servem como proteção contra crises financeiras, mas podem ser insuficientes no caso de rupturas mais graves. Para enfrentar essas situações, são ainda mais relevantes a diversificação de reservas e a capacidade de adotar medidas anticíclicas.

7.2. Taxas de juros brasileiras estabilizadas em patamares favoráveis aos investimentos produtivos

O Brasil segue com taxas reais de juros e spreads bancários entre os mais altos do mundo, o que desestimula investimentos produtivos, aumenta os custos de vida e de produção e aumenta as desigualdades de patrimônio e renda.

A existência de diversas interpretações sobre as razões que levam à manutenção de altas taxas de juros, bem como sobre as medidas necessárias para sua redução, geram incertezas sobre o comportamento dessa variável. Uma vertente defende que o controle de gastos combinado com reformas microeconômicas cria um ambiente de expectativas favoráveis para a redução da taxa básica de juros. Outra vertente argumenta que altas taxas de juros constituem a principal causa de incerteza sobre a sustentabilidade fiscal, pois mantêm em patamares elevados as despesas com a rolagem da dívida pública e impactam negativamente no crescimento econômico e na arrecadação tributária.

Para além dessas controvérsias, existem dificuldades adicionais relacionadas à concentração bancária e ao uso da taxa de juros como principal instrumento de controle do nível de preços no âmbito do regime de metas de inflação adotado no Brasil.

7.3. Inflação brasileira mantida abaixo da média mundial

Inflações moderadas (de até 5% ao ano, por exemplo) são um fenômeno recorrente em economias complexas. Os processos inflacionários impactam de forma diferenciada os diversos setores produtivos e segmentos sociais. O que é motivo de maior preocupação, pelos impactos que podem provocar no conjunto da economia, são as situações extremas de deflação e de hiperinflação. Ambas raramente se verificam na realidade, mas o temor de que elas possam vir a acontecer é capaz de impactar as decisões de investimento e consumo dos agentes privados.

A deflação está geralmente associada à tendência dos agentes privados de postergar suas decisões de gasto, para que possam se beneficiar de preços menores no futuro. Além disso, o investimento na produção de bens e serviços se torna menos lucrativo, uma vez que as vendas futuras ocorrerão a preços mais baixos. A persistência da deflação tende a causar recessão e aumentar o desemprego, o que reduz ainda mais a demanda agregada. No outro extremo, quando há uma percepção de que os preços de uma economia irão aumentar de forma acelerada e contínua, isso tende a elevar o grau de incerteza sobre o futuro, o que também leva os agentes econômicos a postergar decisões mais arrojadas de consumo ou de investimento, o que aumenta o desemprego, reduz a demanda agregada e assim por diante. Por isso, é importante que as economias funcionem com patamares moderados de inflação para estimular as decisões de consumo e investimento em ambientes de negócios com alguma previsibilidade.

Desde a vigência do Real como moeda no Brasil, o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) tem oscilado entre 1,7% e 12,5% ao ano, mantendo uma média anual próxima de 6%. A inflação brasileira vem se mostrando estável, embora em alguns períodos fique em taxas um pouco acima das metas fixadas pelo Conselho Monetário Nacional. Nos países da OCDE, a inflação atualmente se encontra em patamar próxi-

mo de 6% ao ano. No mundo, a inflação média ficou em 8,7% em 2022 e 6,9% em 2023. Já no Brasil, a inflação ficou em 5,8% em 2022 e 4,6% em 2023. Não está claro, no entanto, se a inflação brasileira será mantida abaixo da média mundial no futuro próximo.

7.4. Sistema tributário brasileiro menos complexo e com maior previsibilidade e segurança jurídica para o ambiente de negócios

A simplificação do sistema tributário contribui para garantir maior previsibilidade e segurança jurídica ao ambiente de negócios. A redução da complexidade das regras e procedimentos tributários estimula a ampliação de investimentos, o empreendedorismo, a eficiência econômica e o cumprimento das obrigações fiscais. A reforma tributária no Brasil foi impulsionada, em 2023, pela aprovação da Emenda Constitucional (EC) nº 132, que estabelece as bases para que, entre 2026 e 2032, haja a unificação de cinco tributos – ICMS, ISS, IPI, PIS e Cofins – em uma cobrança única, que será dividida entre os níveis federal (CBS: Contribuição sobre Bens e Serviços) e estadual/municipal (IBS: Imposto sobre Bens e Serviços). A EC prevê que impostos serão cobrados no destino final, onde o bem ou serviço será consumido, e não mais na origem, o que evita "guerra fiscal". A conclusão desse processo depende de regulamentações, que devem ocorrer nos próximos meses e anos.

7.5. Sistema tributário brasileiro mais progressivo (maior tributação sobre patrimônio e renda e menor sobre consumo)

O sistema tributário de um país está relacionado ao papel que a sociedade atribui ao Estado. A Constituição brasileira estabelece que são objetivos fundamentais da República a construção de uma sociedade justa, livre e solidária, a promoção do desenvolvimento nacional e a erradicação da pobreza e da marginalização e a redução das desigualdades sociais e regionais. Isso impõe a necessidade de ajustar o sistema tributário para garantir ao Estado os instrumentos necessários e suficientes para o cumprimento destes compromissos.

No entanto, o sistema tributário brasileiro é caracterizado pela regressividade, onerando proporcionalmente mais os mais pobres. A alíquota máxima do Imposto de Renda da Pessoa Física (IRPF), atualmente em 27,5%, é baixa comparada aos países da OCDE. Além disso, as alíquotas efetivas incidentes sobre a totalidade das altas rendas são menores do que as alíquotas efetivas que incidem sobre as rendas mais baixas. Ou seja, proporcionalmente à renda total de cada um, os mais ricos pagam menos imposto de renda do que os mais pobres.

A construção de um sistema tributário progressivo demanda uma realocação da carga tributária, de forma a aumentar a tributação sobre as altas rendas e as grandes riquezas e a reduzir a sua incidência sobre o consumo. Não está claro, no entanto, se haverá apoio político nos parlamentos municipais, estaduais e federal para a aprovação de projetos de lei e atos administrativos com essa orientação.

Referências

BARRO, R.J. & GORDON, D. B. **Rules discretion and reputation in a model of monetary policy**. *Journal of Monetary Economics*, Jun., 1983a.

_____. **A positive theory of monetary policy in a natural-rate model**. *Journal of Political Economy*, v.91(4), Aug., 1983b.

BERNANKE, B. S. & MISHKIN, F. S. **Inflation targeting: a new framework for monetary policy?** *NBER Working Paper*, n.5893, Jan. 1997.

BLANCHARD, O. **Macroeconomics**. Nova Jersey: Prentice Hall, 1997.

BRASIL. **Avaliação de políticas públicas: guia prático de análise *ex ante*, volume 1**. Casa Civil da Presidência da República, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Ipea, 2018.

CARVALHO, F.J.C. **The independence of Central Banks: a critical assessment of the arguments**. *Journal of Post Keynesian Economics*, v.18(2), p.159-75, 1995.

DALTO, F.; GERIONI, E.; OZZIMOLO, J.; DECCACHE, D.; CONCEIÇÃO, D. **Teoria Monetária Moderna – MMT: a chave para uma economia a serviço das pessoas**. Fortaleza: Nova Civilização, 2020.

EDWARDS, S. **Exchange rate regimes, capital flow and crises prevention**. *NBER Working Papers*, n.8529, outubro, 2001.

EDWARDS, S. & SAVASTANO, M. A. **Exchange rates in emerging economies: what do we know? What do we need to know?** *NBER Working Papers*, n.7228, julho, 1999.

FISHER, I. **The Purchasing Power of Money**. American Statistical Association, Vol. 12 (3), pp. 818-829, 1911.

FRIEDMAN, M. **A monetary and fiscal framework for economic stability**. *The American Economic Review*, v.XXXVIII(3), p.245-64, 1948.

_____. **The quantity theory of money – a restatement**. In: FRIEDMAN, M,. (ed) *Studies in the quantity theory of money*. Chicago, Chicago University Press, 1956.

_____. **The demand for money: some theoretical and empirical results**. *Journal of Political Economy*, v.LVII(4), p.327-51, 1959.

_____. **The role of monetary policy**. *The American Economic Review*, VIVINCE), qui 17, 1968.

_____. **Should there be an independent monetary authority?** In: *The essence of Friedman*. Stanford, Hoover Institution Press, 1987.

_____. **Inflação e desemprego: a novidade da dimensão política**. In: *Clássicos de literatura econômica*. Rio de Janeiro, Ipea/Inpes, 1988.

_____. **Quantity theory of money**. In: EATWELL, J.; MILGATE, M. & NEWMAN, P, (eds.). *The new Palgrave: money*. Londres, Norton, 1989.

RIEDMAN, M. & SCHWARTZ, A. J. **Money and business cycles**. *Review of Economics and Statistics*, v.45(1), supplement, Fev., p.32-64, 1963a.

_____. **A monetary history of the United States, 1867-1960**. Princeton, Princeton University Press, 1963b.

FRITZ, B.; PAULA, L.F.; PRATES, D. **Hierarquia de moedas e redução da autonomia de política econômica em economias periféricas emergentes: uma análise keynesiana-estruturalista**. In: FERRARI FILHO, F.; TERRA, F.H.B.T. (Org.). Keynes: Ensaios sobre os 80 Anos da Teoria Geral. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2016, p. 177-202.

GIMENE, M. **Economia de guerra e gasto público**. Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento – RBPO, Brasília, v. 10 (1), 2020a.

_____. **Planejamento e sustentabilidade fiscal**. In: GIMENE, M. (org). Planejamento, orçamento e sustentabilidade fiscal. Brasília: Assecor, 2020b.

HAYEK, F.A. **Individualism and Economic Order**. Chicago: The University of Chicago, 1948.

KALECKI, M. **Political aspects of full employment**. The Political Quaterly, 1943.

KELTON, S. **The deficit myth: Modern Monetary Theory and the birth of the people´s economy**. New York: Public Affairs, 2020.

KEYNES, J. M. **The Treatise on Money, II. The Applied Theory of Money**. The Collected Writings of John Maynard Keynes, vol. VI. Cambridge: Cambridge University Press (edition published in 2013), 1930, pp.189-367.

_____. **The Collected Writings of John Maynard Keynes**. D. Moggridge (Ed). London: Macmillan, 1980.

_____. **Activities 1941-46: Shaping the Post-War World, Bretton Woods and Reparations**. The Collected Writings of John Maynard Keynes, vol. XXVI. Cambridge: Cambridge University Press (edition published in 2013), 1944, pp. 1-238.

_____. **The general theory of employment, interest and money**. London: Harcourt, 1964.

LERNER, A. **Functional Finance and the Federal Debt**. Social Research, no. 10, 1943.

_____. **Money as a Creature of the State**. The American Economic Review, Vol. 37, No. 2, Papers and Proceedings of the Fifty-ninth Annual Meeting of the American Economic Association., pp. 312-317, 1947.

_____. **The Burden of Debt**. *The Review of Economics and Statistics*, p. 139-141, 1961.

LEVY, D. **Does an independent Central Bank violate democracy?** *Journal of Post Keynesian Economics*, v.18(2), p.189-210, 1995.

LINS, R. **Finanças Funcionais: A contribuição de Abba Lerner**. Rede MMT Brasil, 2021.

LUCAS, R. E. & RAPPING, L. A. **Real wages, employment and inflation**. *Journal of Political Economy*, setembro-outubro, 1969.

MALTHUS, T. R. **Princípios de economia política**. Coleção Os Economistas. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

MINSKY, H. **Estabilizando uma economia instável**. Osasco: Novo Século Editora, 2013.

MISHKIN, F. S. **International experiences with different monctary policy regimes**. *NBER Working Paper*, n.7044, Mar. 1999.

MITCHELL, W.; WRAY, L. R.; WATTS, M. **Macroeconomics**. Macmillan/Red Globe Press, 2019.

MODENESI, A. M. Regimes Monetários: teoria e a experiência do real. Barueri: Manole, 2005.
_____. Três ensaios sobre política monetária e cambial. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia, 2008.
MODENESI, A. M.; PIMENTEL, D. **O Banco Central Ideal: meta de emprego e financiamento ao Tesouro**. Texto para Discussão nº 17, 2020.

PRATES, D. **Crises financeiras dos países "emergentes": uma interpretação heterodoxa**. Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Instituto de Economia, 2002.

ROGOFF K. **The optimal degree of commitment to an intermediate monetary target**. *Quartely Journal of Economics*, novembro, p.1169-89, 1985.

SICSU, J. **Uma crítica à tese da independência do Banco Central**. *Nova Economia*, v.6(2), p.133-42, 1996.

_____. **Os keynesianos e o regime de metas de inflação**. *VI Encontro Nacional de Economia Política*, 2001.

_____. **Políticas não-monetárias de controle da inflação: uma proposta pós-keynesiana**. *Análise Econômica*, v.21(39), 2003.

_____. **A Relevância do Orçamento de Capital e do Planejamento no pensamento de Keynes**. *Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento – RBPO*, Brasília, v. 11 (2), 2021.

SISMONDI, S. **Nouvenax principes d'economie politique**. Paris: Delaunay, 1827.

SKIDELSKY, R. **John Maynard Keynes: Fighting for Britain – 1937-1946**. London: Macmillan, v. 3, 2000.

TOBIN, J. **Asset accumulation and economic activity**. Chicago, The University of Chicago Press, 1980.

WALSH, C. **Optimal contracts for Central Bankers**. *The American Economic Review*, v.85(1), p.150-67, 1995.

WRAY, L. R. **Trabalho e moeda hoje: a chave para o pleno emprego e a estabilidade dos preços**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto Editora, 2003.

_____. **Modern Money Theory: a primer on macroeconomics for sovereign monetary**. University of Missouri-Kansas City, 2015.

WRAY, L. R.; DANTAS, F; FULLWILER, S; TCHERNEVA, P; KELTON, S. **Public Service Employment: a path to full employment**. Levy Economics Institute of Bard College, 2018.

Capítulo 22

COMÉRCIO EXTERIOR DO BRASIL ATÉ 2045[168]

22

Jean Santos Lima[169]

1. Introdução

Identificar *sementes do futuro* de natureza econômica para o longo prazo é tarefa complexa. O ritmo das mudanças econômicas tende a ser acelerado, e sofre influências de diversos aspectos políticos, demográficos, culturais, geracionais, tecnológicos que tornam o levantamento de tendências mais incerto. Isso é ainda mais verdadeiro quando se trata da interação de um país com o cenário internacional repleto de atores estatais, não estatais, organizações internacionais e diversos grupos de interesse transnacionais. Forças nacionalistas e internacionalistas se digladiam por espaço de poder e para ditar os rumos de uma nação, apresentando visões distintas para os processos de globalização e migrações internacionais, por exemplo; a prevalência de umas sobre as outras é capaz de mudar consideravelmente as trajetórias de tendências traçadas.

O comércio internacional, enquanto dimensão importante da integração econômica internacional junto às dimensões de finanças e investimentos, tem seu crescimento desafiado por crises como as de 2009 e a pandemia do covid-19, pelo consequente protecionismo de economias desenvolvidas, pelos questionamentos e ataques ao multilateralismo que procurou gerir a "tigela de espaguete"[170] de acordos comerciais, e pela estagnação da Rodada Doha da Organização Mundial do Comércio.

Do ponto de vista estrutural, discute-se que a evolução da economia digital fomentou alterações na própria composição material das trocas comerciais internacionais, de forma a incorporar muito mais serviços que outrora, e novos modelos de produção surgem atrelados a novas tecnologias como impressoras tridimensionais potencializando a simplificação da produção (Lima, 2020).

Neste contexto, o exercício de identificação de tendências de peso e incertezas críticas para o comércio exterior do Brasil torna-se tarefa difícil, mas necessária, a parte da qual poderão ser construídos cenários para a economia brasileira. Só podemos nos preparar para sermos competitivos internacionalmente se soubermos em alguma medida lidar com os desafios do futuro, buscando antecipar eventuais movimentos e sermos atores mais ativos nos processos de integração.

O capítulo está dividido em duas partes, uma voltada para a apresentação das tendências de peso e outra para as incertezas. Consideramos relatórios, estudos especializados, e resultados de oficinas de trabalho realizadas em Brasília utilizando-se a Plataforma SocialPort Enterprise no âmbito do Projeto Brasil 2045[171].

2. Tendências de Peso

Por tendência de peso, entende-se eventos ou fatores cuja direção e significado estão suficientemente estabelecidos e claros, permitindo supor sua continuidade ao longo do período futuro analisado; ainda que

[168] Este capítulo é resultado do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram consolidados e justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[169] Jean Santos Lima é Doutor e Mestre em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília (UnB). Professor no curso de Relações Internacionais da Universidade Católica de Brasília (UCB), atuou no maior projeto de cooperação técnica da União Europeia na América Latina (PAIIPME/ABDI) e no projeto "Brasil 2035: Cenários para o Desenvolvimento" do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Publicou nas revistas Brazilian Political Science Review, Revista Brasileira de Política Internacional e Contexto Internacional, além de ser revisor de periódicos como Third World Quarterly. Editor-Geral da Revista Conexões Internacionais, é membro do Comitê Técnico Científico do Congresso de Defesa Nacional e da Banca de Ensaios do Programa de Qualificação para Exportação (PEIEX). Suas áreas de interesse incluem Economia Política Internacional, Economia Internacional, Desenvolvimento Socioeconômico e Segurança Internacional.

[170] Termo criado pelo economista indiano Jagdish Bhagwati, professor da Columbia University - New York/EUA.

[171] Para mais detalhes sobre o projeto e a metodologia, confira: Marcial, Elaine C. "Tendências e incertezas quanto as dinâmicas populacionais brasileiras até 2045". Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento. Brasília, Volume 14, e2409, 2024, p. 1 – 34.

prováveis, essas tendências podem ser rompidas, a depender das ações tomadas por diferentes atores (Marcial *et al*., 2017). Abordaremos, em síntese, as seguintes tendências: a contínua e forte participação do setor de *commodities* e da indústria extrativa na pauta exportadora; a digitalização e automação das cadeias globais de valor; o crescimento da sustentabilidade e da economia verde vinculada ao comércio; o aumento das trocas de dados e de serviços dentro da corrente comercial; e o crescimento das trocas comerciais voltadas aos novos padrões de consumo e à saúde, em função do envelhecimento populacional.

2.1. Contínua forte participação do setor de *commodities* e indústria extrativa na pauta exportadora

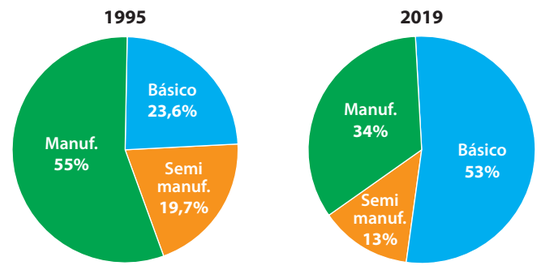
O Brasil é um dos maiores exportadores mundiais de *commodities* como soja, minério de ferro e petróleo, o que configura uma dependência significativa desses setores e uma considerável demanda mundial. Ainda que de economia relativamente diversificada, a *commoditização* das exportações brasileiras é uma característica histórica, com o país desempenhando um papel central nas cadeias de suprimentos globais desses produtos, ainda que em uma posição de baixa agregação de valor.

A combinação da vantagem comparativa do Brasil (resultante também da riqueza de recursos naturais) nestes setores com a esperada contínua demanda global por matérias-primas justificam esta tendência, de forma que a dependência do Brasil em *commodities* provavelmente tenderá a continuar até 2045. A demanda global por alimentos, minerais e energia[172] deve aumentar com o crescimento populacional e desenvolvimento econômico de regiões de renda média e baixa. A China e a Índia, em particular, continuarão a ser grandes consumidores de *commodities* brasileiras.

A crescente demanda por *commodities* para transição energética e segurança alimentar pode manter ou até expandir a participação desses setores no comércio exterior brasileiro, além da demanda por minerais críticos encontrados em solo brasileiro. Contudo, a economia brasileira enfrenta desafios e oportunidades relacionados à demanda global e à volatilidade dos preços. Por meio do conceito da "doença holandesa", entretanto, alerta-se quanto aos efeitos da alta dependência de *commodities*, que pode levar a uma valorização da moeda e ao enfraquecimento de outros setores econômicos. A diversificação econômica é necessária para mitigar riscos associados à dependência excessiva desse setor.

Nota-se pela Figura 1, o grande crescimento dos produtos básicos na composição da pauta exportadora do Brasil, tendo o ano de 2019 o momento em que estes produtos superaram o somatório de bens manufaturados e semimanufaturados.

Figura 1 – Composição da pauta exportadora do Brasil (1995-2019)



Fonte: elaboração própria com base nos dados do MDIC/Secex. A diferença entre o Total Geral e o somatório dos básicos, semimanufaturados e manufaturados refere-se a Operações Especiais.

2.2. Digitalização e automação das cadeias globais de valor

A digitalização e automação das cadeias globais de valor se intensificarão até 2045, tornando-se cruciais para a competitividade internacional, permitindo respostas rápidas a interrupções e mudanças na demanda. Como tendências crescentes no comércio internacional, esses processos transformam as cadeias globais de valor, aumentando eficiência, transparência, rastreabilidade, e reduzindo os custos operacionais.

Há cada vez mais uma integração de tecnologias digitais que incluem IoT (Internet das Coisas), IA (Inteligência Artificial) e Blockchain para otimizar a logística e o gerenciamento de cadeias de valor. A maior utilização de blockchain, por exemplo, ajudará a rastrear a origem e a autenticidade dos produtos exportados, garantindo conformidade com as normas internacionais. Com isso, empresas que adotam essas tecnologias tendem a se beneficiar de processos produtivos mais resilientes e adaptáveis.

[172] Com algumas revoluções, em especial neste último, para uma demanda pró-energia limpa.

Segundo a McKinsey, a digitalização pode reduzir os custos de cadeia de suprimentos em até 30% e melhorar a eficiência geral em até 20% (2018), o que terá impacto significativo na competitividade das empresas brasileiras no cenário internacional, com destaque ao aspecto logístico, sobretudo em razão da distância geográfica do Brasil dos grandes centros produtivos a ser contornada.

2.3. Crescimento da sustentabilidade e economia verde vinculada ao comércio

A pressão por práticas sustentáveis continuará crescendo até 2045, influenciando as políticas comerciais. Ainda que haja diferenças de alarme quanto à emergência climática entre as nações de acordo com o grau de vulnerabilidade, a sustentabilidade e a economia verde estão se tornando prioridades globais, refletidas em políticas e demandas de consumidores e investidores.

A Agenda 2030 das Nações Unidas (ONU, 2015) e os Acordos Climáticos de Paris destacam a sustentabilidade como um objetivo crucial para todas as nações, e empresas e países têm se tornado mais alinhados com práticas ecológicas e certificações. Esta necessidade de combater as mudanças climáticas e preservar o meio ambiente impulsionará a demanda por produtos e práticas sustentáveis.

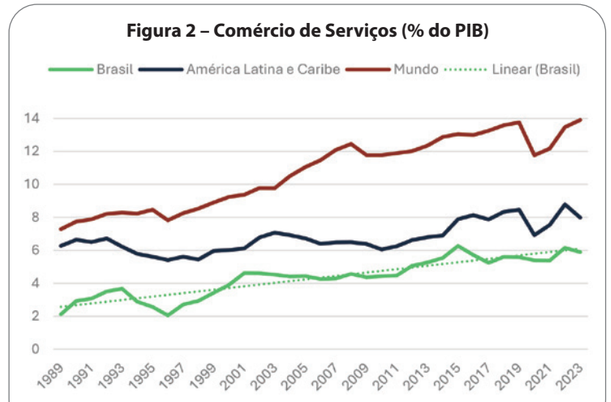
A economia verde sugere que práticas sustentáveis não só atenderão às demandas regulatórias, mas também agregarão valor competitivo aos produtos brasileiros no mercado global. O Brasil, sendo um país com vasta biodiversidade e recursos naturais, terá a oportunidade de se posicionar como um líder na economia verde ao promover produtos e práticas sustentáveis no comércio internacional e se alinhando com as demandas globais por redução ou estabilização das emissões. Este último é um grande desafio brasileiro em virtude do modelo de produção e do desmatamento serem grandes responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa do país.

2.4. Crescimento das trocas de dados e de serviços dentro da corrente comercial

Até 2045, o crescimento das trocas de dados e serviços digitais será uma tendência dominante no comércio exterior (Figura 2). A economia digital integrará serviços tecnológicos e dados como componentes essenciais das cadeias de valor globais, proporcionando ao Brasil novas oportunidades de mercado, impulsionadas pela economia digital, aumentando sua importância relativa na economia global frente a outros elementos nas trocas comerciais.

A economia digital está se expandindo, com o comércio de serviços e dados se tornando uma parte significativa das trocas internacionais e do PIB dos países, como ilustrado no gráfico acima. A digitalização das economias e a crescente demanda por serviços baseados em tecnologia estão impulsionando esse crescimento, com maior integração entre *software* e *hardware*. Ainda há muita margem de crescimento deste setor na economia brasileira em suas relações externas, que apesar do aumento da proporção de comércio de serviço no PIB, é bem inferior à média mundial.

Figura 2 – Comércio de Serviços (% do PIB)



Fonte: elaboração própria com base nos dados do Banco Mundial.

2.5. Crescimento das trocas comerciais voltadas aos novos padrões de consumo e à saúde por conta do envelhecimento populacional

Tendência de caráter demográfico e social, até 2045, o envelhecimento populacional global emergirá como uma das tendências mais significativas também para o comércio internacional, transformando profundamente padrões de consumo e criando novos mercados para produtos e serviços relacionados à saúde e bem-estar. A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que a população global acima de 65 anos dobrará entre 2020 e 2050, alcançando 1,6 bilhão de pessoas (ONU, 2023). Este fenômeno será particularmente pronunciado

em países desenvolvidos e em economias emergentes de rápido crescimento, como a China e o Brasil, onde o aumento da expectativa de vida e a redução das taxas de fertilidade aceleram o processo de envelhecimento.

Este envelhecimento populacional resultará em uma demanda crescente por medicamentos, equipamentos médicos, tecnologias assistivas e serviços especializados, como cuidados de longo prazo e telemedicina. Essa mudança demográfica também estimulará o consumo de produtos voltados ao bem-estar, como suplementos nutricionais, alimentos funcionais, dispositivos de monitoramento de saúde e infraestrutura acessível. Em resposta, os mercados globais terão que adaptar suas cadeias de suprimentos para atender a essas necessidades, criando oportunidades comerciais significativas.

Para o Brasil, essa tendência representa uma oportunidade estratégica. O país já possui um setor farmacêutico e de equipamentos médicos em expansão, bem como uma biodiversidade única que pode ser aproveitada para o desenvolvimento de biofármacos e produtos naturais. A expertise em agricultura também posiciona o Brasil como um potencial fornecedor de alimentos funcionais e suplementos nutricionais para o mercado global. Além disso, a crescente demanda por serviços de saúde pode levar à exportação de know-how em tecnologias de saúde digital e soluções inovadoras de cuidados médicos. Ademais, a integração tecnológica nas áreas de saúde, como a digitalização de serviços médicos, o uso de big data para diagnósticos e a produção de dispositivos conectados, aumentará ainda mais a competitividade dos países nesse setor.

Portanto, o crescimento das trocas comerciais voltadas aos novos padrões de consumo e à saúde por conta do envelhecimento populacional não é apenas uma tendência de peso devido ao aumento significativo da demanda, mas também porque redefine as prioridades econômicas e sociais globais, posicionando a saúde e o bem-estar como alguns dos pilares do comércio exterior nas próximas décadas.

3. Incertezas críticas

Incertezas críticas são elementos ou fatores de desdobramento e resultado imprevisíveis, mas que possuem impacto significativo no futuro, sendo centrais para o desenvolvimento de cenários (Marcial *et al.*, 2017; Schwartz, 1996). Esta seção abordará, em síntese, os seguintes temas atrelados ao comércio internacional: forças protecionistas e liberalizantes; disputas geopolíticas; multilateralismo comercial; e indústria 4.0.

3.1. Predominará no país forças protecionistas ou pró-abertura comercial?

Até 2045, a incerteza sobre se o Brasil seguirá predominantemente políticas protecionistas ou de abertura comercial refletirá a tensão entre diferentes forças políticas e econômicas. A direção das políticas comerciais terá um impacto profundo na posição do Brasil no comércio global e na sua competitividade.
A história econômica do Brasil mostra uma postura mais protecionista que os vizinhos latino-americanos, mas desde os anos 1990 pressões pró-abertura comercial e investimentos estrangeiros aumentaram no país. Contudo, a nova onda de protecionismo por parte dos países desenvolvidos alimenta o movimento de interesses nacionais em buscarem construir condições mais favoráveis internamente para empresas nacionais antes de uma liberalização. A trajetória futura dos fluxos comerciais brasileiros dependerá não só de fatores externos, mas também do equilíbrio entre essas forças.

3.2. Disputas geopolíticas, sobretudo entre EUA e China, romperão drasticamente com o atual padrão de globalização?

A crescente competição tecnológica e econômica entre EUA e China pode se traduzir em blocos comerciais distintos até 2045, com a criação de esferas de influência e fragmentação do comércio global, como observado durante a Guerra Fria. De fato, a competição estratégica entre as grandes potências é de natureza distinta daquela em virtude de a China ter ascendido nesta ordem internacional de maneira integrada aos mercados internacionais. No entanto, isto não tem inibido a atuação dos Estados Unidos de evitar que a China possua o monopólio das indústrias do futuro, escalando guerras comerciais e de domínio tecnológico de impactos globais.

Essa incerteza crítica influenciará significativamente as cadeias de suprimentos globais e a estratégia comercial do Brasil e essas disputas entre EUA e China podem forçar o Brasil a escolher lados, complicando suas relações comerciais e diplomáticas com essas duas potências.

3.3. A América do Sul formará uma plataforma integrada de competitividade internacional?

Até 2045, a possibilidade da América do Sul formar uma plataforma integrada de competitividade internacional dependerá da evolução das iniciativas de integração regional. Ainda que do ponto de vista atual pareça improvável, Iniciativas de integração regional, como o Mercosul, podem evoluir para uma plataforma mais robusta de competitividade internacional, sobretudo quando da efetivação e evolução do Acordo de Associação com a União Europeia e com outros blocos. A cooperação econômica e a integração produtiva em âmbito regional podem fomentar melhorias em infraestrutura e atrair investimentos estrangeiros.

3.4. Qual será a real importância do multilateralismo no comércio internacional em 2045?

A eficácia e relevância das instituições multilaterais, como a Organização Mundial do Comércio (OMC), estão sendo questionadas devido ao aumento do nacionalismo e protecionismo, fomentando uma crise de legitimidade da OMC e a paralisação de suas funções de resolução de disputas. Nesse sentido, a erosão da confiança nessas instituições pode levar a uma fragmentação do sistema comercial global. Além disso, o crescimento de acordos bilaterais e regionais pode enfraquecer o sistema multilateral, criando blocos econômicos distintos, e acordos como a Parceria Transpacífica (CPTPP) estão ganhando relevância, desviando a atenção das negociações multilaterais.

Como informado anteriormente, as tensões comerciais e tecnológicas entre EUA e China criam um ambiente de incerteza que dificulta a manutenção de um sistema multilateral forte. Até mesmo a ausência de lideranças pode levar a uma instabilidade no sistema global.

A incerteza sobre a manutenção do multilateralismo até 2045 afeta diretamente o Brasil, uma vez que um sistema multilateral robusto é essencial para o acesso a mercados globais e a estabilidade comercial. A erosão do multilateralismo pode levar a um ambiente comercial menos previsível e mais protecionista, prejudicando as exportações brasileiras. A fragmentação do comércio global e a rivalidade entre grandes potências podem restringir as oportunidades comerciais do Brasil, aumentar barreiras comerciais e dificultar a integração do país em cadeias de valor globais. A erosão das instituições multilaterais, como a OMC, deixa o Brasil vulnerável a práticas comerciais injustas e instabilidades econômicas.

A formação de blocos econômicos regionais pode marginalizar o Brasil se ele não fizer parte desses acordos. Isso pode limitar suas oportunidades comerciais e diminuir sua competitividade global. A falta de um sistema multilateral robusto para mediar conflitos pode levar a instabilidades econômicas, afetando a confiança dos investidores e o fluxo de comércio.

3.5. O Brasil conseguirá avançar na Indústria 4.0 criando vantagens competitivas em setores que exigem maior qualificação do capital humano e infraestrutura adequada?

A capacidade do Brasil de avançar na Indústria 4.0 dependerá de investimentos coordenados em qualificação do capital humano e infraestrutura adequada até 2045. A falta de profissionais qualificados e as deficiências na infraestrutura tecnológica e física representam desafios significativos. No entanto, políticas públicas eficazes e investimentos privados estratégicos podem mitigar esses obstáculos, permitindo ao Brasil criar vantagens competitivas em setores avançados. A trajetória do país na Indústria 4.0 será um fator crítico para sua competitividade global.

O Brasil enfrenta desafios significativos na educação e treinamento técnico. A falta de mão-de-obra qualificada, como pelo déficit de profissionais qualificados em áreas STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática), pode limitar a adoção eficaz das tecnologias da Indústria 4.0. Investimentos em educação e treinamento são cruciais para o desenvolvimento econômico, e países que priorizam a qualificação de sua força de trabalho tendem a se beneficiar de maior produtividade e inovação.

A infraestrutura tecnológica e física no Brasil é inadequada para suportar a plena implementação das tecnologias da Indústria 4.0, com deficiências significativas em infraestrutura de transporte, energia e telecomunicações. A falta de infraestrutura robusta pode impedir a integração de tecnologias avançadas nas cadeias de produção e distribuição, sendo investimentos em infraestrutura essenciais para apoiar a inovação tecnológica e a competitividade industrial.

A coordenação entre políticas públicas e investimentos privados é necessária para fomentar um ambiente propício à Indústria 4.0. O governo brasileiro tem lançado programas como o "Brasil Mais Produtivo" e incentivos fiscais para inovação, mas a implementação e alcance dessas políticas ainda são limitados.

4. Considerações Finais

O Brasil enfrentará um futuro repleto de desafios e oportunidades no comércio exterior até 2045. As tendências de peso identificadas, como a crescente relevância da economia verde, a digitalização das cadeias produtivas e a demanda por serviços e dados, oferecem possibilidades significativas para diversificação e fortalecimento da competitividade brasileira. Contudo, a prevalência contínua de *commodities* na pauta exportadora, embora consolidada por vantagens comparativas, reforça a necessidade de políticas que incentivem maior valor agregado e diversificação econômica.

O avanço da sustentabilidade representa uma oportunidade única para o Brasil se destacar no cenário internacional. Investir em práticas agrícolas sustentáveis, preservar a biodiversidade e adotar tecnologias verdes não só atenderá às demandas globais por responsabilidade ambiental, mas também poderá potencializar o país como um dos futuros líderes na economia verde. No entanto, esses esforços precisam ser acompanhados por políticas robustas para mitigar os desafios associados ao desmatamento e às emissões de gases de efeito estufa.

As incertezas críticas relacionadas ao protecionismo e à manutenção do multilateralismo destacam a importância de o Brasil atuar de forma ativa em fóruns internacionais, buscando fortalecer as instituições multilaterais e fomentar parcerias estratégicas. A intensificação das disputas geopolíticas entre EUA e China, dentre outros conflitos, pode impactar as cadeias de suprimentos globais, exigindo que o Brasil adote uma postura pragmática para navegar entre interesses concorrentes sem comprometer sua autonomia estratégica.

A digitalização das cadeias de valor e a integração da Indústria 4.0 são áreas-chave para a competitividade futura do Brasil. Entretanto, essas transformações exigem investimentos significativos em educação, infraestrutura tecnológica e capacitação da força de trabalho. Políticas públicas focadas em inovação tecnológica, alinhadas a incentivos privados, podem alavancar o potencial do país em setores de alta tecnologia, promovendo maior inserção nas cadeias globais de valor.

Finalmente, a integração regional na América do Sul continua sendo uma oportunidade subexplorada. Uma plataforma regional robusta poderia atrair investimentos estrangeiros, melhorar a infraestrutura e aumentar a competitividade dos países sul-americanos como um bloco no cenário global. Para tanto, será crucial superar desafios históricos de coordenação política e econômica, construindo um projeto regional que privilegie cooperação e desenvolvimento mútuo.

Em síntese, o futuro do comércio exterior do Brasil dependerá da capacidade do país de equilibrar suas tendências estruturais com respostas eficazes às incertezas globais. A adoção de estratégias integradas, que valorizem sustentabilidade, inovação e diplomacia econômica, será determinante para consolidar a posição do Brasil como um ator relevante no comércio internacional nas próximas décadas.

Referências

Lima, Jean S. **A vantagem competitiva das nações no limiar da 4a revolução industrial: a importância da economia do conhecimento, da sinergia entre indústria e serviços, e da política internacional**. 2020. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) — Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

Marcial, E.C. *et al*. **Brasil 2035**: cenários para o desenvolvimento do Brasil. Brasília: Ipea, 2017.

Marcial, E.C. "Tendências e incertezas quanto às dinâmicas populacionais brasileiras até 2045". Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento. Brasília, Volume 14, e2409, 2024, p. 1 – 34

MDIC/Secex. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/comercio-exterior

Mckinsey & Company. **Digital Manufacturing**: The Revolution will be Virtualized. 2018. Disponível em: https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/digital-manufacturing-the-revolution-will-be-virtualized.

Organização das Nações Unidas. Brasil. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentável. Acesso em: 12 dez. 2024.

Organização das Nações Unidas. **ONU quer mais apoio para população em envelhecimento**. Perspectiva Global Reportagens Humanas. 2023. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2023/01/1807992

Schwartz, P. **The art of long view**: Planning for the future in an uncertain world. New York: Doubleday, 1996.

World Bank data. 2024. Disponível em: https://databank.worldbank.org/

Capítulo 23

INDÚSTRIA BRASILEIRA[173]

23

Rafael Sousa[174]

1. Contexto Histórico da Industrialização Brasileira

Comparada à onda de industrialização que transformou os países europeus a partir do século XVIII, a industrialização brasileira é frequentemente caracterizada como tardia pelos estudiosos no assunto.

A industrialização no Brasil ganhou impulso apenas no século XX, inicialmente caracterizada pelo surgimento de indústrias leves, focadas na produção de bens de consumo, em especial, têxteis, como tecidos e algodão, bem como produtos alimentícios. Anteriormente a 1930, a economia do Brasil era primordialmente baseada nas exportações agrícolas; itens como café, açúcar e borracha figuravam como os esteios comerciais do país.

Já a indústria extrativa mostrava-se presente na exploração de recursos naturais como minério de ferro e borracha. A indústria de bens de capital consistia basicamente em oficinas especializadas na reparação e adaptação de equipamentos importados. As indústrias de base eram praticamente inexistentes.

A crise de 29 trouxe consigo uma queda acentuada nos preços do café, o que serviu de estímulo para uma mudança estratégica na economia brasileira, com foco mais acentuado na industrialização. Políticas de substituição de importações e fortalecimento do mercado interno passaram a ser adotadas, resultando em investimentos ampliados na indústria. Apostas tanto da iniciativa privada quanto do governo brasileiro levaram a avanços significativos, especialmente no setor de transporte, com a construção de ferrovias e rodovias que promoveram maior integração nacional.

Nesse cenário, estabeleceram-se importantes estatais: a Companhia Siderúrgica Nacional foi fundada na década de 1940 para impulsionar a produção de aço, e a Companhia Vale do Rio Doce (hoje Vale S.A.) foi criada, tornando-se uma peça-chave na exploração de minérios.

Em 1953, o Brasil deu um passo significativo no setor energético com a criação da Petrobras, voltada para a exploração e produção de petróleo e gás. Sob a administração do presidente Juscelino Kubitschek, o ambiente econômico se transformou com a implementação do Plano de Metas, cujo objetivo era acelerar a industrialização do país, enfatizando setores-chave como energia, transportes e indústria pesada. Este período de intensa atividade governamental propiciou a diversificação industrial, permitindo o surgimento e o crescimento de setores que produziam automóveis, eletrodomésticos e derivados petroquímicos.

A indústria de transformação no Brasil emergiu de maneira modesta e fragmentada, ganhando maior expressão a partir do século XIX, com um notável foco no estado de São Paulo, sobretudo em sua capital e região metropolitana. Esta concentração industrial atingiu seu auge em 1970, quando quase 60% da produção nacional era oriunda de São Paulo.

No entanto, a conjuntura mudou drasticamente na década de 1980. A crise do petróleo e o crescente endividamento externo levaram ao que ficou conhecido como 'a década perdida', caracterizada por estagflação, que combinava inflação elevada com estagnação econômica. A situação foi intensificada no início dos anos 1990 pela abertura comercial do país e a consequente redução das barreiras às importações, desencadeando um processo prematuro de desindustrialização no Brasil.

[173] Os insumos básicos deste capítulo foram coletados por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram agrupados e justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.
[174] Mestre em Economia aplicada pelo Cedeplar/UFMG, graduado em Ciências Econômicas pela UFJF. Atualmente é Gerente de Estudos e Prospectiva Industrial no Observatório Nacional da Indústria (CNI/SESI/SENAI/IEL), onde efetua análises acerca dos setores industriais brasileiros e a conjuntura econômica do país.

2. Desindustrialização Precoce

Segundo Tregenna (2009), desindustrialização é o processo que se caracteriza pela diminuição contínua da proporção de empregos na indústria em relação ao total de empregos, ou pela queda sustentada da participação da Indústria no Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

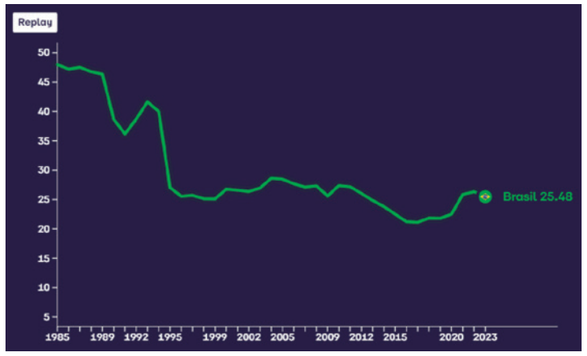
Com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), observa-se que a participação da indústria total saiu e 48,0% do PIB, em 1985 para 25,5%, no ano de 2023. Analisando apenas a Indústria da Transformação, observa-se que a sua participação no PIB atingiu seu ápice em 1985, correspondendo a 35,9%. Porém, em 2023 essa participação recuou para 15,3% do PIB (figuras 1 e 2).

Embora parte significativa dessa queda se deva a características e circunstâncias inerentes à conjuntura da economia brasileira no período, o processo de desindustrialização é considerado, pela literatura econômica, como natural e pode ser observado – em diferentes magnitudes – em grande parte das economias globais.

A maioria dos países atualmente classificados como de alta renda alcançou o desenvolvimento econômico baseando-se em setores industriais fortes, ágeis e eficientes, sobretudo no século XIX e na primeira parte do século XX. O progresso industrial esteve, geralmente, ligado a rendimentos maiores e a saltos significativos na eficiência produtiva, beneficiando-se também de avanços na tecnologia, do crescimento urbano e da movimentação de trabalhadores do campo para as fábricas. No entanto, na segunda metade do século XX, observou-se uma nítida retração na expansão desses complexos industriais, tanto em sua contribuição para o PIB quanto para o mercado de trabalho. A diminuição da importância da indústria foi, em quase todos os casos, balanceada por um crescimento relativo do setor de serviços.

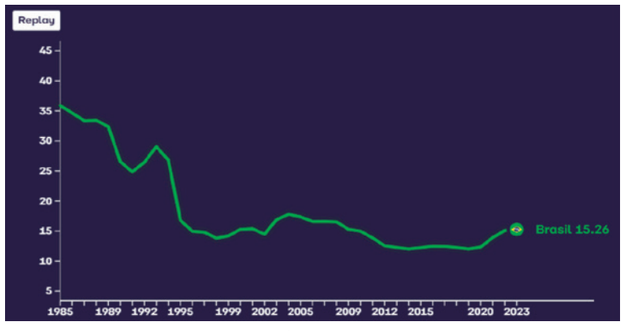
Informações do Banco Mundial indicam que as maiores economias desenvolvidas – incluindo Estados Unidos, Japão e países da União Europeia – seguiram esse caminho. O ápice da contribuição industrial para o PIB destes países ocorreu nas décadas de 1960 e 1970, atingindo cerca de 30%, antes de começarem a declinar. No final da década passada, nos Estados Unidos, somente 11% do valor adicionado vinha da indústria. No mesmo período, na União Europeia, o aporte total desse setor havia decrescido para 15%. A economia japonesa também experimentou uma redução ao longo do tempo, porém ainda mantém uma fatia industrial em torno de 20% do valor adicionado, o que é considerável em relação a outras economias de nível de renda equivalente (Figura 3).

Figura 1 – Participação da Indústria no PIB – Preços Correntes 1985-2023 (%)



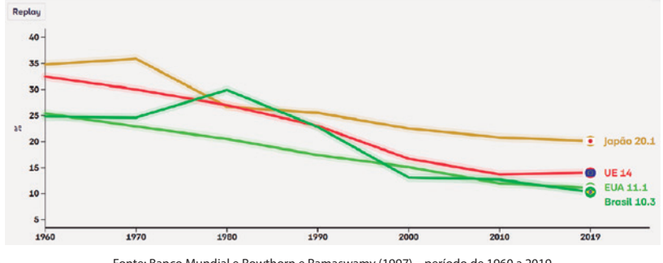
Fonte: Sistema de Contas Nacionais/IBGE.

Figura 2 – Participação da Indústria da Transformação no PIB – Preços Correntes (%)



Fonte: Sistema de Contas Nacionais/IBGE.

Figura 3 – Participação da Indústria da Transformação no PIB – [Países Selecionados] (%)



Fonte: Banco Mundial e Rowthorn e Ramaswamy (1997) – período de 1960 a 2019.

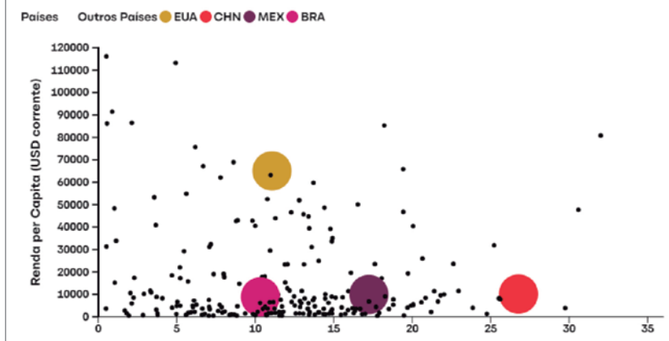
Na literatura econômica, há um intenso debate sobre as razões e efeitos da desindustrialização. Alguns estudiosos, como Rowthorn, Ramaswamy (1997) e Rodrik (2015), notam que o desenvolvimento industrial segue um padrão de "U invertido": um rápido crescimento inicial da indústria que, em um certo nível de desenvolvimento econômico, se estabiliza e posteriormente recua, com uma transferência do foco econômico para o setor de serviços.

As explicações para esse fenômeno divergem. Algumas apontam para mudanças internas nos padrões de consumo, com uma demanda por bens industriais que diminui à medida que a renda per capita aumenta, favorecendo o setor de serviços. Outras enfatizam as diferenças nas taxas de crescimento da produtividade entre indústria e serviços, resultando na migração do emprego para serviços apesar do aumento da produtividade industrial.

A desindustrialização também pode estar atrelada à integração comercial global, com empresas buscando locais de produção mais baratos no exterior, o que impacta especialmente os países avançados. No entanto, a perda de empregos industriais nesses países nem sempre afeta significativamente o valor adicionado pelo setor devido ao ganho de produtividade.

Por outro lado, a desindustrialização **prematura** nos países em desenvolvimento pode ser preocupante, já que ocorre antes que a indústria atinja uma etapa de maturidade, potencialmente limitando o crescimento econômico futuro e a elevação da renda per capita. O Brasil segue esta última tendência, experimentando uma desindustrialização precoce (Figura 4).

Figura 4 – Evidencia a desindustrialização prematura – Renda per capita Vs. Participação da Indústria de transformação no Valor Adicionado [Países Selecionados]



Fonte: Banco Mundial – Observatório Nacional da Indústria – 2019.

Rodrik (2015) destaca que a desindustrialização em países de renda baixa e média pode ser prematura em dois sentidos. Primeiro, ocorre a desindustrialização em níveis de renda per capita mais baixos do que em países avançados, resultando em parques industriais pouco desenvolvidos e com atividades industriais de baixo dinamismo. Segundo o autor, o processo pode afetar negativamente o crescimento econômico a médio e longo prazos, pois a indústria é importante para a inovação tecnológica, para a geração de empregos em vários níveis de especialização e para aumentar a renda, diferentemente dos setores de serviços e agropecuária.

Rodrik (2013) reforça que a indústria é crucial para o crescimento econômico de médio prazo devido à sua natureza transacionável e à rápida transferência de inovações tecnológicas entre países. A indústria permite aos trabalhadores melhorarem sua renda e contribui para a elevação do bem-estar social.

A desindustrialização em economias emergentes vem acompanhada de efeitos negativos como a queda do emprego industrial, redução do valor adicionado e do potencial de crescimento, além de perdas em infraestrutura e na capacidade econômica do país. Já nas economias avançadas, apesar do declínio do emprego industrial, a produtividade e a contribuição ao valor adicionado se mantêm estáveis.

No Brasil, desde os anos 80, a desindustrialização vem provocando estagnação na produtividade e nos salários dos trabalhadores, com impactos negativos ao desenvolvimento nacional. As causas dessa desindustrialização são debatidas, com uns apontando para questões macroeconômicas como taxas de juros e câmbio, e outros atribuindo a fatores como políticas de pesquisa e desenvolvimento inadequadas e a competição do Sudeste Asiático.

A literatura brasileira reconhece que a desindustrialização afeta de maneira heterogênea os diferentes setores industriais, sugerindo que políticas industriais gerais podem ser ineficazes, enquanto políticas verticais correm risco de captura por grupos de interesse. Assim, existe uma grande divergência sobre as políticas públicas que devem ser adotadas para revitalizar a indústria brasileira.

Outro fator preocupante é o fenômeno conhecido como especialização regressiva, caracterizado pela concentração da atividade industrial em segmentos de menor intensidade tecnológica. Uma análise do Valor da Transformação Industrial (VTI) de 2008 a 2020 revela que os setores de baixa tecnologia aumentaram sua participação relativa na Indústria de Transformação, representando 45% do VTI em 2020. Por outro lado, os

segmentos de média tecnologia, que antes detinham 26% do VTI, viram sua presença declinar para 19% no mesmo período (Figura 5).

A predominância da especialização regressiva na Indústria de Transformação brasileira reflete-se não apenas internamente, mas também nas relações comerciais externas do país. Ao nos debruçarmos sobre os dados de Comércio Exterior da indústria brasileira, segregados pela intensidade tecnológica ao longo dos últimos 30 anos, emerge um panorama de mudanças significativas na balança comercial.

Nota-se um incremento progressivo nas importações de produtos manufaturados de média e alta tecnologia, resultando em um déficit crescente para os setores industriais que operam nesse espectro tecnológico. Paralelamente, os segmentos de baixa tecnologia vêm registrando superávits cada vez mais expressivos, com destaque para áreas predominantemente associadas a *commodities* e setores tradicionais, como a produção e processamento de alimentos, papel e celulose, bem como o setor de bebidas (Figura 6).

A mudança na dinâmica da pauta exportadora brasileira torna-se mais evidente quando comparamos os dados entre 1995 e 2020. Nesse período, observou-se um declínio relativo nas exportações de categorias como máquinas e equipamentos e produtos da metalurgia. Por outro lado, houve um incremento na participação de produtos primários, especialmente da agricultura e metais brutos (figuras 7 e 8).

3. A Indústria Brasileira hoje

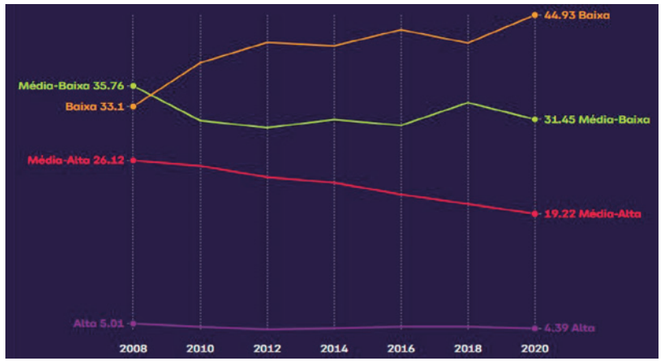
Na contemporaneidade, a indústria brasileira atravessa um panorama complexo, marcado por transformações econômicas, avanços tecnológicos e desafios competitivos. Neste contexto, a composição setorial da indústria reflete tanto as capacidades produtivas quanto as estratégias de desenvolvimento do país. Caracterizada por uma histórica concentração em alguns segmentos, a performance atual da indústria oferece um vislumbre das prioridades comerciais e das tendências de investimento que moldam o perfil industrial do Brasil.

Dentro do espectro da indústria brasileira, alguns setores se destacam por sua relevante participação. A cadeia de extração e produção de petróleo e biocombustíveis lidera com 19,4%, seguida pela construção civil, a extração de minerais não metálicos e a indústria de alimentos. Nota-se que os setores de maior intensidade tecnológica ocupam posições inferiores na lista dos 10 principais setores industriais do Brasil em 2021, explicitando a predominância de atividades menos baseadas em tecnologias de ponta.

A análise da distribuição geográfica da indústria brasileira em 2021 revela uma participação ainda significativa em São Paulo, embora menos acentuada em comparação com décadas anteriores. O estado continua a ser um núcleo vital dentro do polígono industrial expandido abrangendo agora áreas em crescimento como o oeste de Santa Catarina, o Paraná, o leste de Minas Gerais e o sudoeste de Goiás. Além disso, assiste-se a uma crescente industrialização no Nordeste e a um ressurgimento no Rio de Janeiro, impulsionado por projetos de grande porte, como os estaleiros navais, o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) e o Complexo Portuário-Industrial do Açu. No entanto, é importante notar que áreas como a Baixada Fluminense e outras partes do estado do Rio enfrentam desafios de estagnação industrial (Diniz e Mendes, 2021).

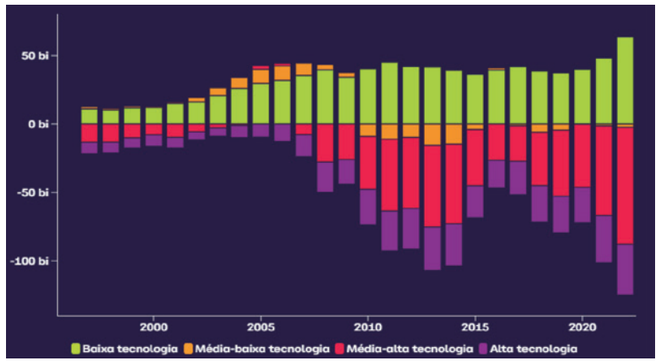
Ao examinar o perfil dos estabelecimentos industriais do Brasil, fica evidente a disparidade de escala dentro do setor. A vasta maioria dos estabelecimentos, correspondendo a 94,2%, classifica-se como micro e pequenas empresas (Figura 11). No entanto, quando se observa a produção industrial em termos de volume, constata-se que as grandes empresas dominam, sendo responsáveis por 78% da produção total da Indústria Geral (Figura 12) (Brasil, 2022; Confederação Nacional da Indústria, 2024).

Figura 5 – Evolução do valor da Transformação Industrial por Nível Tecnológico entre 2008 e 2020 [Brasil]



Fonte: PIA – Valor adicionado em reais correntes.

Figura 6 – Evolução da balança comercial da indústria de Transformação por Nível Tecnológico entre 2008 e 2020 [Brasil]

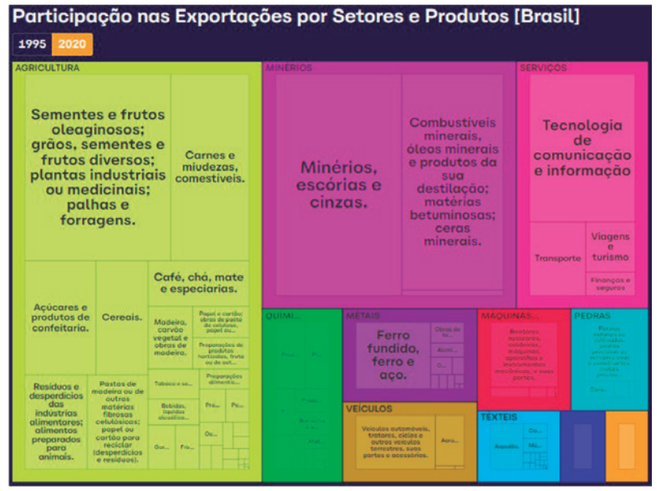


Fonte: COMEX, valores em dólar correntes FOB.

Figura 7 – Participação nas Exportações por Setores e Produtos em 1995. [Brasil]

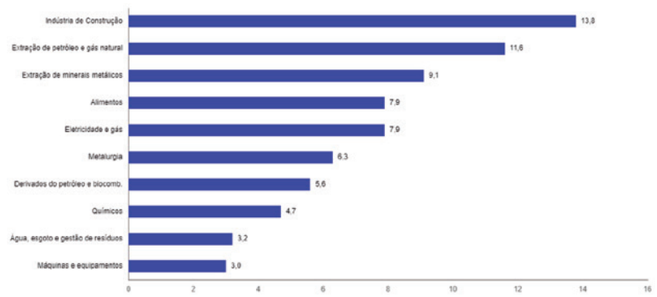
Fonte: CNI (2024).

Figura 8 – Participação nas Exportações por Setores e Produtos em 2020. [Brasil]



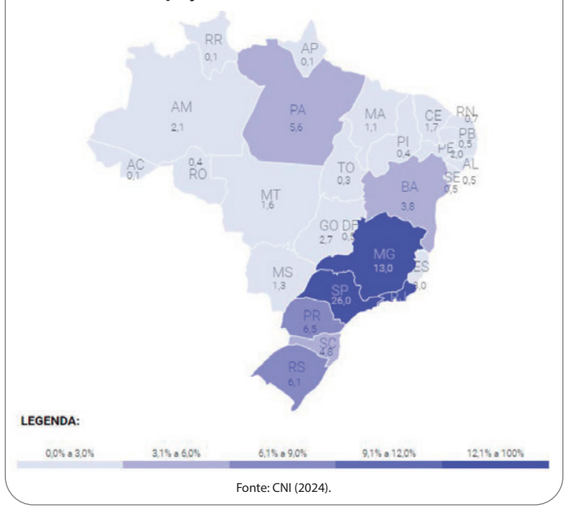
Fonte: CNI (2024).

Figura 9 – Participação no PIB Industrial: Top 10 Principais setores – 2021 [Brasil]



Fonte: CNI (2024).

Figura 10 – Distribuição Geográfica da Indústria Brasileira – Participação no PIB Industrial – 2021 (%)

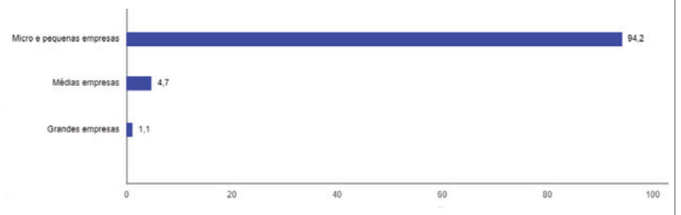


Fonte: CNI (2024).

4. Mercado de Trabalho Industrial

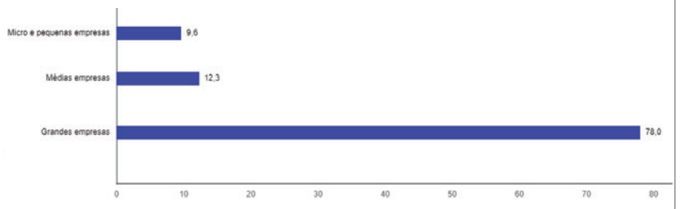
A participação do setor industrial no mercado de trabalho formal segue uma tendência de declínio semelhante à sua contribuição para o PIB, observada ao longo da última década. Em 2010, a indústria era responsável por 24,5% dos empregos formais no Brasil, totalizando 10,7 milhões de vínculos formais (Figura 13). O ápice desse número foi registrado em 2013, com 11,7 milhões de trabalhadores formais no setor (Figura 14). No entanto, a partir de 2014, houve uma queda acentuada no emprego industrial, atingindo um ponto crítico em 2020, durante a pandemia de Covid-19, quando o número de vínculos caiu para 9,6 milhões (Brasil, 2022; Confederação Nacional da Indústria, 2024).

Figura 11 – Distribuição das Empresas Industriais por Porte: Participação no total de estabelecimentos industriais – 2022 (%)



Fonte: CNI (2024).

Figura 12 – Distribuição da Produção Industrial Geral por Porte de Estabelecimento– 2022 (%)



Fonte: CNI (2024).

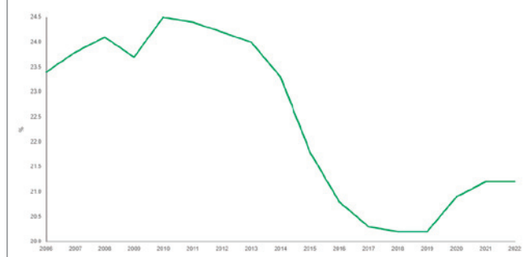
5. Segmentos industriais que mais empregam

Dentro do espectro do emprego industrial, destacam-se os setores com longa tradição no país e que são caracteristicamente intensivos em mão de obra. A construção civil lidera em termos de geração de empregos, seguida de perto pelo setor de alimentos. Outras áreas importantes incluem a confecção de vestuário, e a indústria de borracha e plástico. Além desses, há setores de maior intensidade tecnológica que também contribuem significativamente para o emprego, como os segmentos de produção de minerais não metálicos, de veículos automotores e de máquinas e equipamentos (Figura 15) (Brasil, 2022; Confederação Nacional da Indústria, 2024).

A distribuição geográfica do emprego no setor industrial acompanha, de maneira geral, o padrão da produção industrial ilustrado na Figura 16.

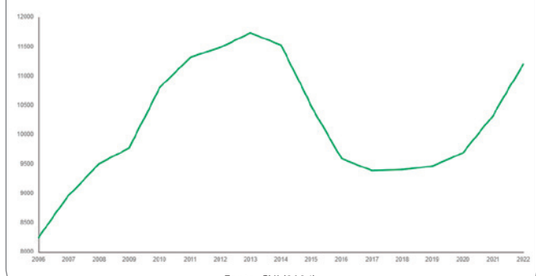
Com relação ao porte, as grandes empresas lideram o número de vínculos formais, mesmo representando apenas 5% dos estabelecimentos formais no país. (Brasil, 2022; Confederação Nacional da Indústria, 2024).

Figura 13 – Participação da Indústria no mercado formal brasileiro – 2006 a 2022 (%)



Fonte: CNI (2024).

Figura 14 – Número de Trabalhadores formais da Indústria (Mil Pessoas) – 2006 a 2022

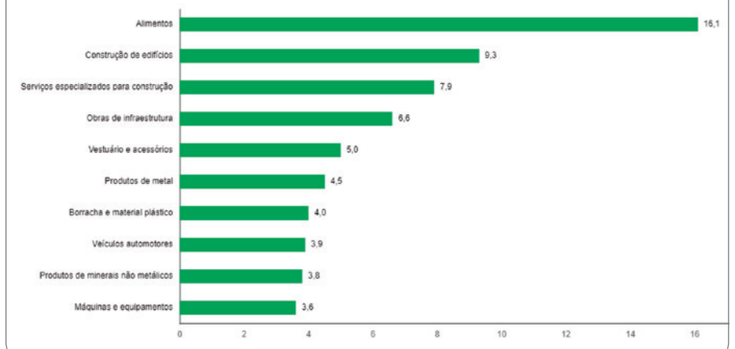


Fonte: CNI (2024).

6. Investimento empresarial em P&D

A indústria é responsável por uma parcela significativa do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Brasil, atingindo 66,8% do total investido pelas empresas. No entanto, ao investigar quais segmentos industriais efetivamente concentram esses investimentos em P&D, identifica-se uma desconexão com os setores de maior produção industrial e empregabilidade. Os setores mais intensivos em tecnologia se sobressaem nos aportes para P&D, apesar de não serem os líderes em produção ou emprego formal (Figura 17). É notável que, dentro do âmbito industrial, a Indústria da Transformação é a principal fonte de investimento em P&D, respondendo por 62,4% do investimento empresarial total no país. (Confederação Nacional da Indústria, 2024).

Figura 15 – Participação no Emprego Industrial – Top 10 Setores da Indústria – 2022 (%)



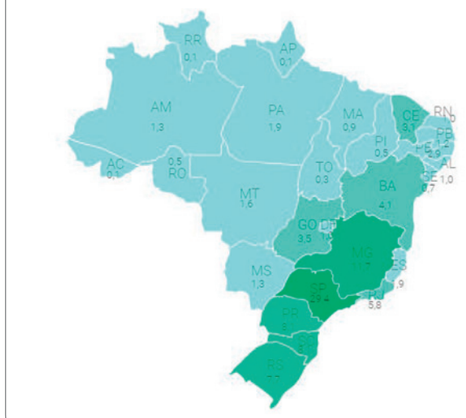
Fonte: CNI (2024).

7. Indústria Mundial

Assim como a participação no PIB, a indústria brasileira vem caindo em relação à produção industrial mundial. Em 1995, o país era responsável por 2,3% da produção industrial global, uma participação que diminuiu para 1,5%, rebaixando o Brasil à posição de décima terceira maior indústria do mundo.

Frente ao desafio imposto pelo processo de desindustrialização precoce e pela especialização regressiva, o início de 2024 viu o lançamento do programa 'Nova Indústria Brasil' (NIB). Este programa ambiciona incrementar a fatia da indústria brasileira no PIB e estimular o crescimento de segmentos de maior intensidade tecnológica.

Figura 16 – Distribuição Geográfica do Emprego formal na Indústria (2022): Participação no emprego formal da indústria – 2022 (%)



Fonte: CNI (2024).

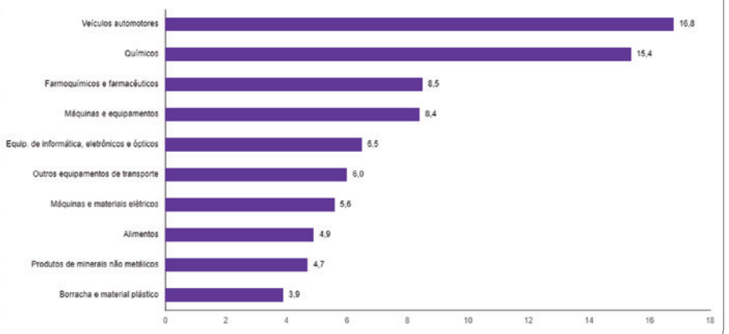
8. Neoindustrialização – Nova Indústria Brasil

O programa Nova Indústria Brasil (NIB) é uma política de neoindustrialização delineada para ser implementada pelo governo federal do Brasil nos próximos dez anos, mas com plano de ação delineado para o período de 2024 a 2026.

Trata-se de um plano de longo prazo, embasado em um conjunto de instrumentos públicos de apoio ao setor produtivo, que visa estimular o progresso técnico, aumentar a produtividade e a competitividade nacional, gerar empregos de qualidade, e posicionar o Brasil de maneira mais forte no comércio internacional (BRASIL, 2024).

Os principais segmentos industriais impactados pelas seis missões da NIB incluem:

Figura 17 – Participação no Investimento Empresarial em P&D da Indústria Brasileira (2021): 10 principais setores da indústria – 2021(%)



Fonte: CNI (2024).

• Cadeias agroindustriais sustentáveis: Foco em garantir segurança alimentar, nutricional e energética por meio de processos digitais e sustentáveis.

• Complexo econômico-industrial da saúde: Reduzir as vulnerabilidades do Sistema Único de Saúde (SUS) e ampliar o acesso à saúde.

• Infraestrutura urbana sustentável: Integrar produtividade e bem-estar nas cidades com projetos de saneamento, moradia e mobilidade.

• Transformação digital: Ampliar a produtividade industrial por meio da digitalização.

• Bioeconomia e transição energética: Descarbonização e segurança energética para preservar recursos para futuras gerações.

• Tecnologias de defesa nacional: Desenvolver tecnologias críticas para a soberania e defesa do país.

A NIB aplica uma abordagem sistêmica, incorporando princípios como inclusão socioeconômica, equidade, promoção do trabalho digno, desenvolvimento produtivo e tecnológico, sustentabilidade, e competitividade internacional. Além disso, o plano envolve melhorias no ambiente de negócios, uso estratégico de compras públicas para alavancar o desenvolvimento, e um foco especial no apoio financeiro para áreas cruciais como inovação, infraestrutura e exportações, contando com a participação de diversos atores estatais e privados.

Portanto, o programa Nova Indústria Brasil será suportado tanto por ferramentas financeiras quanto não financeiras, coordenadas sob a égide do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI). Estes instrumentos têm o objetivo de viabilizar a implementação e a execução das diversas missões do plano, contemplando a obtenção de recursos e a redução de custos de financiamento para o desenvolvimento da infraestrutura e da indústria, incluindo projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

9. Síntese das sementes de futuro levantadas para o setor industrial e de serviços

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das 76 sementes de futuro levantadas no âmbito do setor industrial com suas respectivas classificações. Destaca-se que foram identificadas 32 tendências, 23 sinais que poderão mudar o rumo do setor industrial no Brasil, 8 eventos disruptivos, 13 incertezas associadas à indústria brasileira.

Tendências de impacto para a indústria brasileira

Transição Tecnológica

1. Avanço contínuo das tecnologias de Inteligência Artificial (IA) e de aprendizado de máquina: O avanço contínuo das tecnologias de IA e de aprendizado de máquina tem revolucionado os processos em todos os setores, desde análises preditivas até sistemas autônomos.

2. Adoção acelerada da internet das coisas (IoT), permitindo que dispositivos interconectados coletem e troquem dados, levando a maior automação, eficiência e tomada de decisões em setores como manufatura, saúde e logística.

3. Intensificação das inovações na ciência dos materiais, incluindo nanotecnologia, biomateriais e compósitos, permitindo o desenvolvimento de materiais mais leves, mais fortes e mais sustentáveis para diversas aplicações industriais, incluindo aeroespacial, automóvel e construção.

4. Ampliação das aplicações das tecnologias de realidade ampliada (AR) e realidade virtual (VR) em setores como treinamento, educação, colaboração remota e experiências do cliente, transformando a forma como as pessoas interagem com o conteúdo digital e o mundo físico.

5. Desenvolvimento contínuo da robótica e automação avançadas, incluindo robôs colaborativos (*cobots*) e exoesqueletos, melhorando as capacidades de automação da produção, logística e cuidados de saúde.

6. Crescimento do *edge computing*: Refere-se ao processamento e armazenamento de dados próximo ao seu ponto de origem. Os dados não são transferidos para um data center externo, mas um servidor localizado, por exemplo, próximo a uma estação base, cuidará do manuseio e armazenamento. Isto reduz a latência, melhora a segurança dos dados e possivelmente também reduz os custos.

7. Fortalecimento do uso da tecnologia *blockchain* e *distributed ledger* (DLT): A adoção de *blockchain* e DLT impulsionará a transparência, segurança e eficiência em vários setores, incluindo gestão da cadeia de suprimentos, finanças e saúde, por meio de manutenção de registros descentralizados e à prova de falsificação.

8. Crescimento do uso de veículos subaquáticos autônomos (AUVs): AUVs são veículos robóticos capazes de operar debaixo d'água sem intervenção humana. Embora sejam atualmente utilizados principalmente para fins de investigação e exploração, apresentam um forte potencial para aplicações comerciais em áreas como inspeções subaquáticas, exploração de recursos marinhos e manutenção de infraestruturas *offshore*.

9. Crescimento da implementação de soluções de manutenção preditiva: Soluções de manutenção preditiva alimentadas por sensores IoT, IA e algoritmos de aprendizado de máquina permitirão a manutenção proativa de equipamentos, reduzindo o tempo de inatividade e otimizando o desempenho dos ativos.

10. Crescimento do uso de robôs móveis autônomos (AMRs) para logística: Robôs móveis autônomos equipados com sensores avançados e sistemas de navegação têm o potencial de revolucionar as operações logísticas ao transportar mercadorias de forma autônoma dentro de armazéns, fábricas e centros de distribuição. Embora ainda se encontrem nas fases iniciais de implantação, os AMRs apresentam um forte potencial para reduzir os custos laborais, melhorar o rendimento e aumentar a flexibilidade nos setores industrial e de serviços.

11. Impressão 3D de metais: Graças aos recentes avanços em materiais e tecnologia de impressão, o mercado de impressão 3D de metais está prestes a entrar em expansão. Espera-se que o tamanho do mercado global atinja até 5,51 bilhões de dólares até 2027. O uso crescente de impressão 3D de metais nas indústrias automotiva, da aviação e médica é um fator chave que impulsiona o crescimento deste mercado. A capacidade de produzir peças altamente personalizáveis e imprimir equipamentos mais baratos com prazos de entrega reduzidos aumentará a demanda em diversos setores.

12. Crescimento do conceito de *design* generativo: Algoritmos de *design* generativo utilizam inteligência artificial e técnicas de modelagem computacional para explorar amplas possibilidades de design e gerar automaticamente soluções otimizadas com base em restrições e objetivos específicos. Embora ainda esteja nos estágios iniciais de adoção, o design generativo é promissor para acelerar a inovação, reduzir o desperdício de materiais e melhorar o desempenho dos produtos nos setores industrial e de serviços.

13. Intensificação da colaboração com *startups* e ecossistemas de inovação: Para se manterem à frente e impulsionar a inovação, as empresas industriais e de serviços intensificarão as parcerias com *startups*, aceleradoras e centros de inovação. Esta colaboração pode facilitar o acesso a tecnologias emergentes, novos modelos de negócio e talentos empreendedores, ajudando as organizações a se adaptarem às perturbações do mercado e a capitalizarem as oportunidades de crescimento.

14. Regulamentação das tecnologias emergentes: Os governos lutarão para regulamentar as tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, a biotecnologia e os veículos autônomos, equilibrando a inovação com considerações éticas, preocupações de segurança e impactos sociais.

15. Aumento da competição e soberania tecnológica: A competição geopolítica pela tecnologia, incluindo inteligência artificial, semicondutores e segurança cibernética, moldará as relações econômicas globais e os cenários industriais, impactando o acesso das empresas a tecnologias e mercados críticos.

16. Crescimento de legislações mais restritas sobre privacidade de dados, direitos digitais e segurança cibernética: A proliferação de tecnologias digitais tem levado os governos a estabelecerem regulações que regem a privacidade dos dados, a segurança cibernética e a governança digital, afetando a forma como as empresas lidam com os dados e conduzem atividades *on-line*. A promulgação de legislação sobre privacidade de dados e direitos digitais poderá impactar as indústrias baseadas em dados e os prestadores de serviços *on-line* nos setores industriais e de serviços.

Transição Verde

17. Intensificação do processo de transição energética: impulsionada pelos avanços no armazenamento de energia, na integração da rede e nas melhorias de eficiência, remodelando o panorama energético global.

18. Crescimento do uso de materiais de coleta de energia: Os materiais de coleta de energia são projetados para capturar e converter a energia ambiente em energia elétrica para diversas aplicações. Embora atualmente limitados a aplicações específicas, os esforços contínuos de investigação e desenvolvimento visam expandir as capacidades e a escalabilidade destes materiais para alimentar sensores, dispositivos sem fios e dispositivos eletrônicos vestíveis nos setores industriais e de serviços.

19. Fortalecimento das políticas e regulamentações sobre mudanças climáticas: Espera-se que os governos de todo o mundo implementem regulações e políticas mais rigorosas para lidar com as mudanças climáticas, incluindo mecanismos de precificação de carbono, esquemas de comércio de emissões e metas de energia renovável, impactando as práticas e operações ambientais das indústrias.

20. Crescimento das iniciativas de sustentabilidade e dos modelos de economia circular: Empresas de todos os setores estão adotando cada vez mais práticas sustentáveis em suas operações, cadeias de suprimentos e ofertas de produtos. Nos setores industrial e de serviços, esta tendência tem se manifestado em esforços para reduzir as emissões de carbono, promover o abastecimento ético e apoiar iniciativas de responsabilidade social. A transição para modelos de economia circular, que visam minimizar os resíduos e maximizar a reutilização, reciclagem e reaproveitamento de recursos, está ganhando impulso como resposta às preocupações ambientais e à escassez de recursos. Embora ainda esteja nas fases iniciais de adoção, a mudança para os princípios da economia circular poderá impulsionar inovações na conceção de produtos, nos processos de fabrico e nos modelos de negócio, com impacto nos setores industrial e de serviços a nível mundial.

21. Expansão do financiamento verde e sustentável: O financiamento verde e sustentável continuará crescendo, impulsionado pela procura de investidores pelos requisitos regulamentares e pela necessidade de financiar projetos e iniciativas amigos do ambiente, influenciando as decisões de investimento e a alocação de capital.

Modernização Organizacional

22. Aumento das estruturas organizacionais ágeis e flexíveis: As organizações adotarão cada vez mais metodologias ágeis e estruturas organizacionais flexíveis para responder rapidamente às mudanças na dinâmica do mercado, promovendo a inovação, a colaboração e a adaptabilidade num ambiente de negócios em ritmo acelerado.

23. Aumento do foco na sustentabilidade e na responsabilidade social corporativa: Haverá uma ênfase crescente na sustentabilidade e nas práticas de responsabilidade social corporativa (RSE), impulsionada pela procura dos consumidores, pelos requisitos das regulamentações, e pela pressão dos investidores, influenciando as estratégias e operações empresariais.

24. Maior foco na adoção de ações de diversidade, equidade e inclusão (DEI): As organizações industriais e de serviços intensificarão as iniciativas de diversidade, equidade e inclusão para criar locais de trabalho mais inclusivos, promover perspectivas diversas e atrair e reter os melhores talentos de diversas origens.

25. Aumento dos processos de tomada de decisão baseada em dados: A análise de dados e a inteligência empresarial desempenharão um papel central nos processos de tomada de decisão organizacional, permitindo que as empresas obtenham insights acionáveis a partir de grandes volumes.

26. Aumento dos processos de tomada de decisão descentralizados: As organizações avançarão para processos de tomada de decisão descentralizados, permitindo aos funcionários, em todos os níveis, tomar decisões informadas e contribuir para iniciativas estratégicas, promovendo uma cultura de autonomia e responsabilidade.

27. Crescimento de programas de requalificação e melhoria de competências: A natureza mutável do trabalho exigirá o estabelecimento de processos de aprendizagem contínua e desenvolvimento de novas competências para a mão de obra. As organizações têm buscado investir em programas de requalificação e melhoria de competências para garantir que a sua força de trabalho permaneça adaptável e competente face aos avanços tecnológicos.

28. Crescimento do conceito de design organizacional ágil: Os princípios do design organizacional ágil enfatizam flexibilidade, adaptabilidade e colaboração para responder rapidamente às mudanças nas condições do mercado e nas necessidades dos clientes. Embora estejam atualmente ganhando força em determinados setores industriais, as metodologias ágeis apresentam um forte potencial para remodelar estruturas hierárquicas tradicionais, promover a inovação e melhorar a capacidade de resposta nos setores industrial e de serviços.

Economia e Política

29. Crescimento de programas de apoio à força de trabalho envelhecida na indústria: Com as mudanças demográficas que levam ao envelhecimento da força de trabalho em muitos países, há um reconhecimento crescente da necessidade de apoiar os trabalhadores mais velhos com formação, requalificação e regimes de trabalho flexíveis para lhes permitir permanecer ativos e produtivos nos setores industrial e de serviços. Embora ainda se encontrem nas fases iniciais de desenvolvimento e implementação, as iniciativas para promover a aprendizagem ao longo da vida, locais de trabalho amigáveis e a colaboração intergeracional estão ganhando atenção como estratégias para enfrentar os desafios e oportunidades de uma força de trabalho envelhecida.

30. Crescimento do comércio eletrônico *on-line*: O crescimento do comércio eletrônico *on-line* persistirá, alimentado pela mudança do comportamento do consumidor, pelos avanços tecnológicos e pelo aumento da penetração da Internet, conduzindo a uma mudança nos hábitos de compra e no panorama do varejo.

31. Crescimento da *gig economy*: A *gig economy* continuará a crescer, com mais pessoas optando por regimes de trabalho freelance, contratual ou temporário, facilitados por plataformas digitais, conduzindo a uma maior flexibilidade no emprego e nas oportunidades de trabalho.

32. Aumento dos riscos geopolíticos e da resiliência das cadeias de abastecimento: O aumento dos riscos geopolíticos, incluindo conflitos, terrorismo e rivalidades geopolíticas, levará as empresas a diversificarem as suas cadeias de abastecimento, aumentar a resiliência e reavaliar os fatores de risco geopolítico no seu planejamento estratégico e operações.

Sinais que poderão impactar a indústria brasileira

1. Indústria 5.0: A próxima onda da revolução industrial, a Indústria 5.0, terá como foco a humanidade. Será uma revolução onde os robôs ajudarão os humanos a trabalharem melhor, mais rápido e mais seguro, aproveitando o poder da computação cognitiva. Ao contrário da automação acelerada e da desumanização observadas na revolução industrial anterior, a Indústria 5.0 visa gerar os maiores benefícios de uma melhor colaboração entre máquinas e humanos.

2. Desenvolvimento e difusão de tecnologias avançadas: para armazenamento de energia para superar a intermitência de fontes como a energia solar e eólica. Tecnologias emergentes, como baterias de estado sólido, baterias de fluxo e sistemas de armazenamento de hidrogênio, mostram-se promissoras para permitir a adoção generalizada de energias renováveis e de veículos elétricos.

3. Crescimento da biologia sintética e da biofabricação: por meio de projetos e engenharia de sistemas biológicos para diversas aplicações, incluindo biofabricação, biocombustíveis e biorremediação.

4. Avanços na computação quântica: Embora ainda esteja em seus estágios iniciais, a computação quântica mostra um grande potencial para revolucionar as indústrias, resolvendo problemas complexos em velocidades muito superiores às que os computadores clássicos podem alcançar. À medida que os avanços continuam, a computação quântica poderá se tornar uma tecnologia transformadora para vários setores, incluindo finanças, saúde e logística.

5. Avanços na eletrônica Biodegradável: O desenvolvimento da eletrônica biodegradável representa um forte sinal para a inovação futura nos setores industrial e de serviços. Esses componentes eletrônicos são projetados para se degradarem sem causar danos após o uso, reduzindo o desperdício eletrônico e o impacto ambiental. Embora ainda estejam em fase conceitual, eles têm o potencial de revolucionar setores como eletrônicos de consumo, saúde e monitoramento ambiental.

6. Avanços na computação neuromórfica: As arquiteturas de computação neuromórfica imitam a estrutura e a função do cérebro humano, permitindo o processamento eficiente de padrões de dados complexos e o aprendizado em tempo real. Embora ainda esteja nos estágios iniciais de desenvolvimento, a computação neuromórfica é promissora para aplicações em áreas como reconhecimento de padrões, processamento de linguagem natural e sistemas autônomos nos setores industrial e de serviços.

7. Avanços no desenvolvimento de interfaces cérebro-computador (BCIs): As BCIs representam uma convergência de neurociência e tecnologia, permitindo a comunicação direta entre o cérebro e dispositivos externos. Embora ainda estejam nos estágios iniciais de desenvolvimento, os BCIs têm o potencial de revolucionar a interação humano-computador, próteses e aplicações de saúde, como neurorreabilitação e aprimoramento cognitivo.

8. Avanços no desenvolvimento de redes de rádio cognitivas: As redes de rádio cognitivas utilizam algoritmos de inteligência artificial para se adaptarem dinamicamente às mudanças nas condições de comunicação sem fio, otimizar o uso do espectro e melhorar a eficiência da rede. Embora ainda na fase conceitual, esta tecnologia poderá revolucionar as telecomunicações e a conectividade nos setores industrial e de serviços, permitindo sistemas de comunicação sem fios mais fiáveis e eficientes.

9. Avanço da Robótica de Enxame: A robótica de enxame envolve a coordenação de muitos agentes robóticos simples para executar tarefas de forma coletiva, imitando o comportamento de enxames na natureza. Embora ainda esteja nos estágios iniciais de desenvolvimento, este conceito é promissor para aplicações em áreas como fabricação autônoma, operações de busca e salvamento e monitoramento ambiental.

10. Análise avançada de dados e *insights* orientados por IA: Ferramentas avançadas de análise de dados e insights orientados por IA capacitarão as organizações a extraírem *insights* acionáveis de grandes quantidades de dados, permitindo a tomada de decisões orientada por dados e a otimização de processos.

11. Crescimento dos Sistemas de Execução de Fabricação (MES) baseados em nuvem: As soluções MES baseadas em nuvem fornecerão visibilidade e controle em tempo real sobre as operações de fabricação, facilitando o monitoramento remoto, a colaboração e a agilidade em resposta às mudanças do mercado.

12. Crescimento dos processos de gestão digital da força de trabalho: As ferramentas digitais de gestão da força de trabalho otimizarão o agendamento da força de trabalho, o acompanhamento do desempenho e o desenvolvimento de competências, aproveitando a IA, a análise e a automação para aumentar a produtividade e o envolvimento dos funcionários.

13. Crescimento das plataformas de fábrica inteligentes: Plataformas de fábrica inteligentes que integram IoT, análise de dados e automação permitirão a digitização e otimização dos processos de fabricação, levando ao aumento da produtividade, qualidade e agilidade.

14. Uso da tecnologia *blockchain* para gerenciamento da cadeia de suprimentos: A tecnologia Blockchain oferece um sistema de contabilidade descentralizado e imutável que pode transformar o gerenciamento da cadeia de suprimentos, fornecendo transparência, rastreabilidade e segurança para transações e trocas de dados. Embora ainda se encontrem nas fases iniciais de adoção, as soluções da cadeia de abastecimento baseadas em blockchain apresentam um forte potencial para agilizar processos, reduzir a fraude e melhorar a confiança entre as partes interessadas nos setores industrial e de serviços.

15. Avanços no desenvolvimento da automação cognitiva: A automação cognitiva combina inteligência artificial, aprendizado de máquina e tecnologias de processamento de linguagem natural para automatizar tarefas cognitivas que tradicionalmente exigem inteligência humana, como tomada de decisões, resolução de problemas e compreensão de linguagem. Embora esteja atualmente na fase conceitual, a automação cognitiva apresenta um forte potencial para melhorar a eficiência, a precisão e a escalabilidade em processos intensivos em conhecimento nos setores industriais e de serviços.

16. Avanços na Inteligência de enxame para otimização industrial: inspirando-se no comportamento coletivo observado em sistemas naturais, os algoritmos de inteligência de enxame oferecem abordagens inovadoras para otimizar processos industriais, como programação de produção, alocação de recursos e gestão logística. Embora estejam atualmente em fase conceitual, as técnicas de inteligência de enxame mostram-se promissoras para melhorar a eficiência, a resiliência e a adaptabilidade em sistemas industriais complexos.

17. Uso da realidade aumentada (AR) para treinamento industrial: A tecnologia de realidade aumentada tem o potencial de revolucionar o treinamento industrial, fornecendo experiências imersivas e interativas que simulam cenários do mundo real. Embora ainda na fase conceitual, os programas de formação baseados em AR mostram-se promissores para melhorar os resultados de aprendizagem dos funcionários, reduzir os custos de formação e melhorar a segurança nos setores industrial e de serviços.

18. Imposto global sobre o carbono: Um imposto global sobre o carbono é um mecanismo político proposto para internalizar os custos sociais das emissões de carbono e incentivar as empresas a reduzirem a sua pegada de carbono. Embora ainda esteja numa fase inicial de discussão, a implementação de um imposto global sobre o carbono poderia impulsionar a adopção de tecnologias e práticas mais limpas nos sectores industriais e de serviços em todo o mundo.

19. Diplomacia Ambiental: A cooperação geopolítica e a competição sobre a mitigação das alterações climáticas e a sustentabilidade ambiental poderão moldar as políticas e regulamentações globais com impacto nas indústrias e nos sectores de serviços. Acordos e disputas geopolíticas relacionadas com as alterações climáticas, as energias renováveis e a proteção ambiental poderão influenciar as estratégias empresariais, a gestão da cadeia de abastecimento e as oportunidades de mercado em sectores ambientalmente sensíveis.

20. Taxas ambientais e Pigouvianas: As alterações climáticas, os recursos naturais limitados e a poluição estão forçando as sociedades a encontrarem formas de orientar a produção e o consumo numa direção sustentável. As taxas ambientais e Pigouvianas, por exemplo, são ferramentas essenciais para

desencorajar ações que prejudicam o ambiente. Contudo, estas taxas são de difícil medição. Embora as taxas Pigouvianas sejam, atualmente, aplicadas apenas a um número limitado de setores econômicos, um número crescente de países poderá implementar alguma forma de taxa Pigouviana para orientar mais inovação e investimentos para tecnologias verdes.

21. Imposição de práticas de responsabilidade social empresarial (RSE): Os governos estão considerando criar legislações para impor práticas de responsabilidade social empresarial (RSE), exigindo que as empresas demonstrem o seu compromisso com a sustentabilidade ambiental, a equidade social e a conduta ética nos negócios. Embora ainda numa fase inicial de discussão, os mandatos de RSE poderão levar as empresas dos setores industrial e de serviços a adotarem, de forma compulsória, práticas mais responsáveis e sustentáveis.

22. Ressurgimento da regionalização e de novos blocos econômicos: O ressurgimento da regionalização e a formação de blocos econômicos poderão alterar a dinâmica do comércio e do investimento globais, afetando as indústrias e os setores de serviços com operações globais. Mudanças geopolíticas no sentido da integração econômica regional, tais como a formação de novas alianças econômicas ou o fortalecimento das existentes, poderão levar a mudanças no acesso ao mercado, nos quadros regulamentares e nas relações comerciais para as empresas. A regionalização permite que os países aprofundem a integração económica, harmonizem os regulamentos e reforcem a cooperação em áreas como o desenvolvimento de infraestruturas, o investimento e a inovação. A formação de blocos comerciais regionais como a União Europeia, a ASEAN e o Mercosul refletem esta tendência. Para as empresas dos setores industrial e de serviços, os acordos comerciais regionais oferecem oportunidades de expansão do mercado, optimização da cadeia de abastecimento e acesso a acordos comerciais preferenciais.

23. Plataformas de comércio digital: Os conceitos emergentes de plataformas de comércio digital, facilitados pela tecnologia blockchain e contratos inteligentes, poderão revolucionar o comércio internacional ao simplificar a documentação, reduzir os custos de transação e aumentar a transparência. Projetos-piloto e iniciativas experimentais que exploram plataformas comerciais digitais poderão indicar uma mudança para práticas comerciais globais mais eficientes e seguras, com impacto nas cadeias de abastecimento e na logística nos setores industrial e de serviços.

Eventos Disruptivos que poderão impactar o setor industrial brasileiro

1. Robôs Industriais Táteis: Uma universidade de Singapura desenvolveu com sucesso um software de robô tátil chamado Dynamis, que pode substituir as mãos humanas na fabricação de delicadas lentes de vidro e outros pequenos componentes eletrônicos. O robô poderá executar perfeitamente tarefas industriais sem erros e fornecer fabricação de alta precisão. Essa robótica industrial tátil avançada pode melhorar a tele operação, mitigar os perigos ou lesões dos trabalhadores humanos nas linhas de produção e, potencialmente, redefinir muitas profissões e o conceito de arte e design nos próximos anos.

2. Xenobots: Uma equipe de pesquisadores da Universidade de Vermont e da Universidade Tufts criou os primeiros robôs vivos reaproveitando células vivas de sapos. Ao contrário dos robôs convencionais, eles são capazes de se biodegradar, autocurar e até mesmo se autorreplicar. A nossa avaliação indica que esta tecnologia viva inteiramente nova poderá ajudar a resolver vários problemas ambientais emergentes, como os microplásticos e os resíduos tóxicos, e poderá desempenhar um papel significativo no campo da medicina no futuro.

3. Robôs autocuráveis: Pesquisadores estão desenvolvendo robôs que podem detectar danos ou defeitos e resolver a situação sem assistência humana. Espera-se que os robôs com autocura economizem tempo e dinheiro à medida que a robótica se torne mais comum em ambientes industriais, residências e para uso em condições extremas. Diferentes métodos usados para desenvolver a capacidade de autocura dos robôs incluem a utilização de materiais que podem se autocurar, equipar robôs com impressoras 3D e construir enxames de robôs compostos por múltiplas partes.

4. Retorno da Indústria Pesada: É possível que o mundo ocidental experimente o regresso da indústria pesada. Suponhamos que os serviços digitais e imateriais diminuíssem de importância. Nesse caso, poderá levar o capital a regressar à indústria transformadora, que sofrerá saltos de produtividade através da automação, da robótica de IA e, por exemplo, da impressão 3D. Os atuais países produtores de baixo custo poderão, no futuro, experimentar mudanças que poderão reduzir fundamentalmente a sua competitividade em relação à produção, que tem lugar perto dos mercados consumidores.

5. Combustíveis sintéticos extraídos do Ar: Os cientistas descobriram maneiras de produzir combustível a partir da luz solar e do ar. As pressões para reduzir as emissões de CO2 e o consumo de combustíveis fósseis aumentarão, sendo necessária uma variedade de soluções isentas de emissões. Se os desafios de escalabilidade forem resolvidos e os custos de produção diminuírem, os combustíveis sintéticos extraídos do ar poderão revolucionar os mercados energéticos.

6. Sem baterias: A procura de eletricidade fora da rede e durante as horas de pico está aumentando. Embora as baterias tenham um enorme potencial de mercado, correm o risco de se tornarem um grande evento disruptor caso algumas das suas matérias-primas, como o lítio, o cobalto e o níquel, se tornem demasiado raras e caras. Sem um crescimento maciço do armazenamento de energia, uma nova crise energética poderia tornar-se uma possibilidade.

7. Países e cidades com emissão zero: À medida que a pressão global para mitigar as alterações climáticas continua aumentando, um número crescente de países tem se comprometido a atingir zero emissões líquidas nas próximas décadas. Além disso, certas cidades em todo o mundo estão levando a cabo, voluntariamente, medidas mais ambiciosas para alcançar também a neutralidade carbônica. No entanto, embora as alterações climáticas sejam uma questão científica, alcançar a neutralidade de carbono tem implicações políticas definidas, tanto no campo internacional como na política interna.

8. Implementação de Renda Básica Universal (UBI): A renda básica universal é um conceito que propõe proporcionar a todos os indivíduos um pagamento periódico e incondicional em dinheiro para cobrir suas necessidades básicas, independentemente da situação profissional. Embora ainda na fase conceptual, o RBU ganhou atenção como uma solução potencial para resolver a desigualdade de rendimentos, o desemprego devido à automação e a pobreza nos setores industrial e de serviços.

Incertezas que deverão ser respondidas

1. Até 2045, os setores industrial e de serviços brasileiros conseguirão enfrentar as mudanças geopolíticas e novas dinâmicas comerciais em uma economia global cada vez mais interconectada?

2. Até 2045, a indústria brasileira conseguirá abordar eficazmente as preocupações de sustentabilidade ambiental e se adaptar aos quadros regulamentares em evolução destinados a mitigar as alterações climáticas?

3. Até 2045 haverá políticas de desenvolvimento produtivo capazes de reverter os processos de desindustrialização e reprimarização da pauta exportadora brasileira?

4. Até 2045 o Brasil conseguirá ampliar sua capacidade de desenvolver tecnologias estratégicas para a segurança nacional?

5. Até 2045 as empresas industriais brasileiras conseguirão se adaptar às mudanças na dinâmica da cadeia de suprimentos, incluindo mudanças no fornecimento, na logística e nos canais de distribuição, para permanecerem competitivas no mercado global?

6. Até 2045 os avanços da indústria 4.0 serão compartilhados com a sociedade ou aumentarão a desigualdade social?

7. Até 2045 as transformações associadas à indústria 4.0 se disseminarão na estrutura produtiva brasileira?

8. Até 2045 haverá maior interação entre empresas, universidades e institutos de ciência e tecnologia?

9. Até 2045 as empresas industriais brasileiras conseguirão incorporar as mudanças do comportamento do consumidor, incluindo preferências por sustentabilidade, fornecimento ético e consumo responsável, no design de produtos, estratégias de marketing e reputação da marca?

10. Até 2045 o Brasil conseguirá aumentar o valor agregado da sua produção industrial?

11. Até 2045 os interesses econômicos associados aos avanços tecnológicos irão se sobrepor aos valores éticos e sociais, no País?

12. Até 2045 as limitações técnicas e educacionais da mão de obra e das empresas brasileiras continuarão restringindo a utilização das novas tecnologias?

13. Até 2045 a indústria brasileira conseguirá avançar nos processos de transições verde e digital?

Referências

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Nova Indústria Brasil: Plano de Ação 2024-2026. Brasília, DF, 2024 Disponível em: < https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi/plano-de-acao/nova-industria-brasil-plano-de-acao.pdf>. Acesso em: 15 jun.2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) 2022. Acesso em: 15 jun.2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Perfil da Indústria Brasileira. Disponível em: <https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/>. Acesso em: 15 jun.2024.

DINIZ, Clélio Campolina; MENDES, Philipe Scherrer. Tendências regionais da indústria brasileira no século XXI. Texto para Discussão (TD) 2640. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2021. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10556>. Acesso em: 18 jun.2024.

IBGE. Sistema de Contas Nacionais: Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html>. Acesso em: 15 jun. 2024.

RODRIK, D. Premature deindustrialization. National Bureau of Economic Research, Working Paper 20938, 2015.

RODRIK, D. Premature deindustrialization. Journal of Economic Growth, Vol. 21, nº 1, 2016.

RODRIK, D. Unconditional convergence in manufacturing. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 128, nº 1, pp. 165 – 204, 2013.

ROWTHORN, R.; RAMASWAMY, R. Deindustrialization: Causes and Implications. IMF Working Paper, Fundo Monetário Internacional, Working Paper 97/42, 1997.

ROWTHORN, R.; RAMASWAMY, R. Growth, Trade and Deindustrialization. Fundo Monetário Internacional, IMF Staff Papers, Vol. 46, nº 1, 1999.

TREGENNA, F. Characterising deindustrialisation: An analysis of changes in manufacturing employment and output internationally. Cambridge Journal of Economics, Vol. 33, nº3, pp. 433 – 466, 2009.

TICS E SUAS TRANSFORMAÇÕES ATÉ 2045[175]

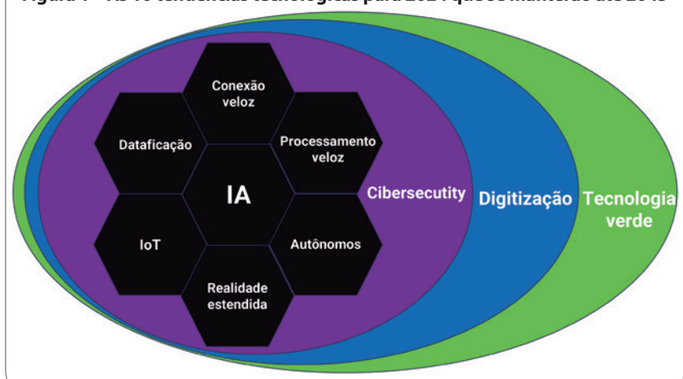
24

Elaine C. Marcial[176]
João Tribouillet M. Menezes[177]

1. Introdução

Conforme debatido no âmbito do Brasil 2035 (Marcial *et al.*, 2017), o termo "Tecnologias de informação e comunicações (TICs)" é abrangente, contemplando tanto as tecnologias da informação (TI), quanto às tecnologias de comunicação. Nas últimas duas décadas, segundo Marcial e Menezes (2023), as mudanças foram significativas nesta área e impactarão as próximas décadas. Destaques foram dados para os avanços em inteligência artificial, internet das coisas[178] (IoT), datificação[179], incluindo *big data*[180] conexão e processamento cada vez mais veloz, realidade estendida e os autônomos. Essas áreas evoluem em um ambiente que demandará cada vez mais transmissão de dados e voz seguras, em uma sociedade digitizada[181], e envolta em um esforço de tornar as tecnologias cada vez mais verdes e que possibilitarão o surgimento de cidades inteligentes[182], dos veículos autônomos e da ubiquidade[183]. Essa visão está sintetizada na Figura 1.

Figura 1 – As 10 tendências tecnológicas para 2024 que se manterão até 2045



Fonte: Marcial e Menezes (2023).

[175] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Telecomunicações" realizada baseada no levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados no dia 6 de agosto de 2022, em Brasília, nas dependências da ENAP. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.
[176] Elaine C. Marcial. Sócia fundadora da SocialPort, é doutora em Ciência da Informação pela UnB. Coordenadora da Linha de Pesquisa Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). É autora de livros e artigos na área de estudos de futuro. Atua na área de *foresight* desde 1996 e foi agraciada com as medalhas Honra ao Mérito de Defesa, Ordem do Mérito Militar no grau de Cavaleiro e Medalha Exército Brasileiro.
[177] João Menezes é engenheiro de Redes de Comunicação pela UnB. Autor de artigos científicos e de capítulos de livros na área de estudos de futuro. Já apoiou a condução de projetos, no campo de estudos de futuro, como: Inovaelétrica 2040 (ANEEL); Brasil +25 (APEX-Brasil); Projeto Brasil 2045 (NEP-UCB e ASSECOR); Megatendências Mundiais 2040 (NEP-UCB). Apoio à linha de pesquisa de Guerra do Futuro da Escola de Guerra Naval. Ministrou como utilizar a plataforma SocialPort Enterprise para estudos de futuro e facilitou seu uso junto aos alunos de capacitações ocorridas para servidores do Ministério da Defesa, Governo de Sergipe, Superior Tribunal de Justiça e Escola de Guerra Naval. Analista de sistemas no Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO) em equipe de parcelamento de dívidas do FGTS.
[178] A Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things - IoT*) é uma evolução tecnológica que busca conectar dispositivos eletrônicos utilizados no dia a dia (como aparelhos eletrodomésticos, eletroportáteis, máquinas industriais, meios de transporte etc.) à Internet, cujo desenvolvimento depende da inovação técnica dinâmica em campos tão importantes como os sensores wireless, a inteligência artificial e a nanotecnologia.
[179] Datificação: refere-se ao processo de converter várias formas de informações, como comportamento humano, objetos físicos ou processos de negócios, em dados digitais que podem ser analisados e usados para diversos fins.
[180] *Big Data* é o termo que descreve o imenso volume de dados, estruturados ou não, que empresas, mas não apenas, têm utilizado para extraírem informações estratégicas.
[181] O Glossário do Gartner oferece esta definição: "Digitização é o processo de passar da forma analógica para a digital, também conhecida como capacitação digital. Em outras palavras, a digitização transforma um processo analógico em uma forma digital sem nenhuma mudança no tipo do processo em si."
[182] Cidades inteligentes são projetos nos quais um determinado espaço urbano é palco de experiências de uso intensivo de tecnologias de comunicação e informação sensíveis ao contexto (IoT), de gestão urbana e ação social dirigidos por dados (*Data-Driven Urbanism*).
[183] Ubiquidade significa estar presente ao mesmo tempo em todos os lugares. O termo é muito utilizado no meio tecnológico pois diz-se que a tecnologia pode, no futuro, viabilizar esse conceito.

A evolução tecnológica transforma o ambiente da computação e das comunicações, caminhamos em direção a *um mundo mais conectado, inteligente e eficiente, proporcionando uma melhor experiência a quem se utiliza dessas tecnologias do mundo digital*. Entretanto, os desafios para o Brasil até 2045 serão grandes. Superar infraestruturas ainda precárias e ineficientes, tanto no país quanto em muitas organizações, e garantir um ambiente digital e de comunicação seguros de ataques cibernéticos tornam-se críticos (Marcial e Menezes, 2023). Além disso, o Brasil ainda terá que superar os parcos investimentos em ciência, tecnologia e inovação (C&TI) e a falta de profissionais competentes para atuarem nesses segmentos. Nesse contexto, não é possível saber se *até 2045, o Brasil irá dispor de uma infraestrutura de comunicações eficientes e de alta velocidade, bem como distribuída por todo território nacional, incluindo as áreas rurais.*

Outros pontos emergem, que também necessitam de mais atenção, como as crescentes preocupações com a governança, com os impactos no meio ambiente e na sociedade. Esses *drivers* de mudança impõem questões desafiadoras para as organizações públicas e privadas, exigindo até *novas regulamentações que deverão se manter em evolução até 2045 para adequarem-se aos seus avanços*. Os impactos no mercado de trabalho também serão enormes até 2045. Eles vão desde a redução de vários postos de trabalho, ao crescimento da demanda por novas profissões que o mercado ainda não está preparando para atender, deixando muitos postos de trabalho em aberto.

Cabe lembrar que as tecnologias de informação e comunicação (TIC) são de crucial importância para o desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento. Seus impactos são sentidos hoje em dia e se amplificarão até 2045 em quase todos os aspectos da vida econômica, educação, comunicação, viagens, trabalho, lazer, saúde, religião etc., conforme apontado no estudo do Brasil 2035.

Conforme exposto pela pandemia da COVID-19, as TICs eliminaram muitas barreiras geográficas, linguísticas e culturais, além de possibilitar a disseminação de informações a uma velocidade jamais vista anteriormente. Permitiram que famílias não ficassem tão isoladas com o *lockdown*, e a economia não parece completamente. Mesmo no caso da educação, em que houve uma baixa considerável do aprendizado, esta não foi pior graças às TICs.

Esse grande evento fez com que as TICs sofressem um grande salto, diversas soluções foram aprimoradas, tornando a sociedade mais conectada e mais eficiente. Houve um grande avanço da economia digital conectando diretamente produtor ou prestador de serviço ao consumidor ou cliente final. Entretanto, o desafio de tornar essa revolução cada vez mais inclusiva e sustentável permanece. A falta de inclusão digital e letramento informacional na sociedade brasileira ainda é muito alta, não sendo possível saber se *até 2045, haverá a inclusão e o letramento informacional da maior parte da população brasileira.*

O impacto das TICs na sociedade e na economia são percebidos há anos. No final do século passado, Akpore (1999) já afirmava que entre as mudanças tecnológicas em andamento, as que mais influenciaram a sociedade mundial naqueles últimos anos, foram as tecnologias da informação e comunicação, apresentando o maior impacto. Segundo o Brasil 2035 (Marcial *et al*., 2017), esse movimento continuará pelo menos até o final da primeira metade do século XXI, quando *outros grandes avanços tecnológicos nas áreas de novos materiais, biotecnologia, nanotecnologia e energia, poderão proporcionar estilos de vida inteiramente novos*.

A sociedade da informação nunca esteve tão *presente em nossas vidas e seus produtos e serviços, intensivos em informação permanecerão influenciando a sociedade até 2045*, além de se *multiplicarem em novas versões*, pois possuem a propriedade de auto-acelerarem o próprio desenvolvimento (Stewart Brand, 2000). Conforme também abordado no Brasil 2035, permanece a *tendência de os produtos, serviços e soluções desenvolvidos no âmbito das TICs serem cada vez melhores e inovadores*, e de *também permitirem o desenvolvimento de novos em menor espaço de tempo*. Por exemplo, novos chips de computador são imediatamente utilizados para desenvolver a próxima geração de chips ainda mais rapidamente.

As TICs influenciam direta e indiretamente o desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento e setores da economia, bem como influenciam como utilizamos nossas horas de lazer e nos comunicamos. Elas possuem a capacidade de revolucionar setores tradicionais, como produção agrícola, ou auxiliarem a expansão da barreira do conhecimento, como a construção de nanoturbinas de elétrons. Por ser uma área transversal e com impactos também transversais na sociedade e em diversos setores da economia, as TICs permanecerão como uma das *dimensões mais estratégicas para o desenvolvimento nacional*, conforme abordada no Brasil 2035 (Marcial *et al*., 2017).

Nesse contexto, outra grande tendência aglutinadora de todos esses temas e que engloba outros refere-se à *aceleração do desenvolvimento tecnológico, aumentando o gap existente entre os países desenvolvidos e os subdesenvolvidos*.

2. Aumento da demanda por conexão de alta velocidade

O *aumento da demanda por conexão de alta velocidade* foi uma tendência identificada no estudo do Brasil 2035 e que se manterá até 2045. Atualmente, a mais popular tecnologia de conexão à internet via banda larga é a xDSL (*Digital Subscriber Line*), que compreende a tecnologia ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*). Quando o foco é internet banda larga fixa, as conexões por fibra óptica são as mais populares e seu alcance cresce a cada ano. Chegou-se ao final de 2023 com 4.283 municípios com cobertura de *backhaul* de fibra óptica (Anatel, 2024).

Segundo dados da Anatel (2024), 91,5% dos domicílios brasileiros (68,9 milhões) possuíam acesso à Banda Larga em 2022. Em 2023, atingiu a marca de 341,7 milhões de acessos aos principais serviços de telecomunicações, representando um aumento de 0,9% em relação a 2022, que teve 338,5 milhões de acessos. Chegamos a 2023 com uma cobertura de 5.541 municípios com cobertura de tecnologia 3G, 5.567 municípios com acesso à tecnologia 4G e 329 municípios com acesso à tecnologia 5G. Houve ampliação da cobertura 4G nas áreas urbanas, de 98,4% no final de 2022 para 99,62% em junho de 2023, bem como para as áreas rurais de 46,05% em 2022 para 53,50% em 2023. Nesse contexto, destaca-se a tendência de disseminação da internet de alta velocidade. Por outro lado, permanece como incerteza se *haverá um ambiente regulatório favorável ao desenvolvimento das TICs até 2045?*

Quanto a *telefonia móvel, esta apresenta crescimento desde 2019*, configurando-se como o principal meio de comunicação no país (Tabela 1). Segundo dados da Anatel (2019), o número de acessos da telefonia móvel, em 2018, era mais de 30 vezes superior ao de 1998 (vinte anos depois), mostrando um movimento de crescimento robusto.

Ainda segundo dados da Anatel (2024, 2023, 2019), ao final de 2023, o Brasil contava com 235,5 milhões de acessos de Banda Larga Móvel, significando um aumento de 4,1% em relação ao ano anterior. Somente a região Nordeste apresentou uma queda, mas somente no período de 2023, em relação a 2022. Esses acessos estavam distribuídos nas seguintes tecnologias: 4G (82,5%), 3G (8,8%), 5G (8,7%). Em 2022, esses acessos estavam distribuídos nas seguintes tecnologias: 4G (86,6%), 3G (10,8%), 5G *Non Stand Alone* (1,2%); e 5G *Stand Alone* (1,4%). Destaca-se que a banda larga móvel representa a principal plataforma de acesso à internet no País, desde 2018.

Espera-se a *manutenção do crescimento da demanda e da oferta de serviços de banda larga até 2045*. A evolução da tecnologia 5G, que chegou ao Brasil em 2022, será capaz de revolucionar a conectividade por meio de altas taxas de transmissão de dados e do baixo tempo de resposta (baixa latência). Essa revolução não se restringirá apenas ao aumento da velocidade de navegação na internet; ela abrirá a possibilidade, nos próximos anos, ao acesso à conectividade avançada, provocando uma transformação fundamental na maneira como nos conectamos e interagimos com o mundo ao nosso redor (Marcial e Menezes, 2023).

A comunicação avançada entre dispositivos proporcionada pela 5G, estimulará o desenvolvimento de soluções interconectadas e aprimoramento da experiência do usuário. A capacidade do 5G de proporcionar conexões mais rápidas e confiáveis abrirá caminho para o desenvolvimento de novas aplicações que demandam alta largura de banda e baixa latência como por exemplo da Internet das Coisas (IoT), das cidades inteligentes, da Inteligência Artificial e do *big data*. Setores críticos, como saúde e educação, colherão benefícios significativos com a rápida transferência de dados, permitindo diagnósticos remotos, a realização de cirurgias remotas e o fortalecimento do aprendizado virtual (Marcial e Menezes, 2023).

Essa revolução tecnológica também *fornecerá a espinha dorsal para o impulsionamento de tecnologias de ponta em diversas áreas, como a de realidade aumentada e virtual, automação industrial, criação de redes inteligentes e do varejo inteligente, carros autônomos, aprimoramento da segurança e do controle de tráfego* (Marcial e Menezes, 2023).

Empresas líderes em telecomunicações, como Verizon, T-Mobile, Apple, Nokia Corp e Qualcomm, concentram esforços no desenvolvimento de aplicativos

Tabela 1 – Evolução dos acessos da Telefonia Móvel por região – em milhões (2018-2022)

Região	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Diferença 2022-2023
Brasil	229,2	226,7	234,07	254,70	251,99	256,30	1,71%
Centro-Oeste	18,79	18,36	17,96	19,01	19,55	19,90	1,79%
Nordeste	52,66	48,84	50,93	57,53	56,51	54,80	-3,03%
Norte	16,09	15,54	16,47	17,35	17,38	17,60	1,27%
Sudeste	107,8	111,1	115,30	125,35	123,19	127,40	3,42%
Sul	33,79	32,81	33,40	35,46	35,37	36,50	3,20%

Fonte: Elaboração dos autores com base em Anatel (2019, 2020, 2022, 2023, 2024).

em 5G[184], que requerem alta largura de banda e baixa latência. Segundo estimativas da Ericsson[185], as assinaturas de rede 5G devem atingir a marca de 2,2 bilhões ainda em 2024, podendo chegar a 5,3 bilhões até o final de 2029, consolidando-se como uma tendência tecnológica emergente que demanda atenção e preparação.

Ela também abre caminho para a *rápida evolução das novas gerações de telefonia*. Se observarmos a evolução das gerações em telefonia celular, verifica-se que a 1G chegou ao Brasil no início dos anos 1980, a 2G no início dos anos 1990, a 3G em 2007, a 4G em 2012 e a 5G em 2021. Essa evolução sinaliza que a cada década observamos uma nova geração em telefonia. Sendo assim, é *possível que até 2045 estejamos na 7ª geração se uma ruptura não ocorrer*, permitindo avanços muito maiores do que os observados hoje em dia, como por exemplo comunicação direta com a Lua ou Marte.

Apesar de o leilão do 5G, realizado pela Anatel em novembro de 2021, ter tanto autorizado o uso de radiofrequências para as redes de quinta geração quanto estabelecido diversas obrigações de atendimento com serviços de telecomunicações para as operadoras vencedoras do certame, há preocupações quanto a desigualdades sociais e regionais que a nova tecnologia poderá causar (Anatel, 2023). A Anatel (2022, 2023) lista alguns dos desafios que se colocam com a disponibilização dessa tecnologia como: promover a redução das desigualdades sociais e regionais de acesso e uso do 5G; avançar na fiscalização e monitoramento da limpeza da banda C-estendida (3.625-3.700 MHz), assegurando que o espectro esteja disponível e otimizado para o 5G; e preservar o equilíbrio econômico das outorgas de uso das radiofrequências associadas ao 5G, garantindo um ambiente de competição justa e incentivos adequados para a manutenção dos investimentos nos níveis requeridos. Nesse contexto, permanece a incerteza se o *Brasil será capaz de superar esses desafios até 2045*.

Outra questão relevante trata do equilíbrio entre a oferta e a demanda pela nova tecnologia. A oferta pode ser restringida pela infraestrutura e a demanda, por barreiras associadas ao conhecimento digital, por exemplo. Por fim, é preciso garantir o acesso aos insumos necessários para a operacionalização da tecnologia 5G no país, levando-se em conta que esses insumos não são produzidos no Brasil, e dependem do fornecimento por outros países. Nesse contexto, levanta-se a questão de que *até 2045, o Brasil desenvolverá essa tecnologia e será produtor desses insumos para a telefonia?*

No final de 2020, a Anatel e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) assinaram um Acordo de Cooperação Técnica para a realização de testes do uso empresarial de redes privadas de tecnologia 5G. O objetivo foi desenvolver projetos-piloto para experimentação e validação de faixas de frequências, larguras de faixas necessárias, requisitos de taxas de transmissão e demais KPI (*Key Performance Indicators*) para aplicação de tecnologia IMT[186] – como o 5G – em ambientes selecionados (Anatel, 2021).

Pela proposta da Anatel, será possível atender, de maneira mais abrangente, as demandas apresentadas pelas empresas e indústrias do setor de telecomunicações, destacando-se as das *Prestadoras de Pequeno Porte (PPP), que poderão fazer parte do desenvolvimento dessa nova tecnologia*. Objetiva-se, assim, ampliar a infraestrutura que dá suporte ao tráfego de dados nas redes, favorecendo os serviços de banda larga fixa e móvel e o acesso aos serviços móveis de voz e dados em áreas de menor interesse comercial, conforme delineado pelo Plano Estrutural de Redes de Telecomunicações (Pert) (Anatel, 2021). Entretanto, não é possível saber se *haverá acesso aos serviços de banda larga fixa e móvel e o acesso aos serviços móveis de voz e dados em áreas de menor interesse comercial no Brasil até 20245.*

Também segundo a Anatel (2024, 2023), o mercado nacional terminou o ano de 2023 dividido, predominantemente, entre as três principais operadoras: Vivo (38,6%), Claro (33,9%) e Tim (23,9%). Este *ranking* foi mantido em relação ao ano de 2022, mesmo após a venda Oi Móvel em 2020. O mercado nacional terminou o ano de 2022 com o seguinte *ranking*: Vivo (38,9%), Claro (33,0%) e Tim (24,8%).

Tabela 2 – Evolução dos acessos da Banda Larga Fixa por região – em milhões (2018/2023)

Região	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Diferença 2022-2023
Brasil	31,23	32,91	35,99	41,66	45,30	48,20	6,40%
Centro-Oeste	2,56	2,58	2,80	3,21	3,50	3,90	11,43%
Nordeste	4,03	4,47	5,19	6,47	7,20	7,60	5,56%
Norte	1,14	1,26	1,47	1,81	2,10	2,30	9,52%
Sudeste	17,64	18,33	19,44	22,01	23,70	24,90	5,00%
Sul	5,86	6,28	7,10	8,15	8,90	9,50	6,74%

Fonte: Elaboração dos autores com base em Anatel (2019, 2020, 2022, 2023, 2024).

[184] Principais tendências tecnológicas para 2024. Disponível em: https://www.impacta.com.br/blog/tendencias-tecnologicas-para-2024/.
[185] 5G mobile subscriptions to exceed 5.3 billion in 2029. Disponível em: https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-subscriptions-outlook.
[186] IMT – International Mobile Telecommunications.

Quanto à *Banda Larga Fixa, ela também apresentou crescimento no período* de 2018 a 2023 (Tabela 2) com indicação de manutenção de seu crescimento, inclusive em todas as regiões do Brasil. Segundo a Anatel (2024, 2023), o serviço de Banda Larga Fixa seguiu a tendência de crescimento registrada nos últimos anos, atingindo a marca de 48,2 milhões de acessos em dezembro de 2023, apresentando um incremento de 6,3% nos últimos 12 meses. Em 2022, esse valor foi de 44,9 milhões em dezembro de 2022, representando um incremento de 7,8%.

Em relação à tecnologia de acesso à banda larga fixa, a FTTH (*Fiber–to-the-Home*)[187] foi a única a crescer, com aumento de 46,57% em 2019 e 39,0%, em 2021 (Anatel, 2020, 2021). Segundo André Kriger, CEO da FiBrasil, "o futuro da fibra está nas redes neutras" segundo declarou no "Painel Telebrasil Summit 2023". Também afirmou que, a exemplo do que ocorreu com as torres de telefonia, a *transformação das redes em commodity deve estimular ainda mais o seu crescimento*[188].

Em 2022, as concessionárias de telefonia fixa foram obrigadas a instalarem *backhaul* de fibra óptica em sedes de municípios, vilas, áreas urbanas isoladas e aglomerados rurais que ainda não dispunham dessa infraestrutura. Essa medida impulsionou a popularização dessa tecnologia. Em 2023, as *Prestadoras de Pequeno Porte (PPPs) – principais responsáveis pela ampliação da infraestrutura de fibra óptica – foram as que mais contribuíram* para o atingimento do número de 4.283 municípios com cobertura de *backhaul* de fibra óptica ao final de 2023. São as PPPs as maiores responsáveis pela expansão do acesso com qualidade à banda larga fixa, inclusive em regiões com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), PIB e população. As PPP – por suas características peculiares e grande capilaridade – cresceram 11,5%, alcançando 25,9 milhões de acessos – o que representa 53,7% do total dos acessos em serviço no País. No final do ano de 2023, 89,9% dos acessos das PPPs eram realizados por fibra óptica, enquanto nas Prestadoras de Grande Porte, esse percentual era de 56,7% (Anatel, 2024).

O mesmo movimento ocorreu em 2022, momento em que as PPPs cresceram 16,5%, alcançando a marca de 22,8 milhões de acessos. Além disso, essas prestadoras têm contribuído para a expansão do acesso com qualidade desde 2017 (Anatel, 2019, 2020, 2022, 2023, 2024).

As Prestadoras de Pequeno Porte (PPPs) têm contribuído para a expansão do acesso à Banda Larga Fixa, inclusive em regiões menos atrativas em termos do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), do Produto Interno Bruto (PIB) e da população. Em 2023, as (PPPs) cresceram 11,5%, alcançando 25,9 milhões de acessos (53,7% do total dos acessos em serviço no País). Essas prestadoras contribuem para a expansão de acesso com qualidade. Em 2023, 89,9% dos acessos das PPPs eram realizados por fibra óptica, enquanto nas prestadoras de grande porte, esse percentual era de 56,7% (Anatel, 2024).

Outro movimento importante realizado pelo Estado de popularização ao acesso à conexão de alta velocidade foi o Programa Banda Larga nas Escolas que levou ao aumento da velocidade de conexão em 2.540 escolas atendidas pelo programa, em 2023. Dessas, 1.043 escolas passaram a ser atendidas pela tecnologia de fibra óptica, o que possibilitou o atendimento com velocidade de conexão acima de 300 Mbps, sendo diversas atendidas com velocidade de 600 Mbps no Brasil (Anatel, 2023).

A velocidade das mudanças sociais e tecnológicas exige agilidade por parte do Estado para se ajustar à realidade de um ambiente em constante mutação. O Estado brasileiro, atualmente, é caracterizado pela *morosidade e lentidão regulatória se comparada à velocidade das mudanças no ambiente*. Em decorrência do fenômeno de convergência tecnológica[189] pode ser que a forma e a *estrutura de regulação atualmente utilizadas venham a se tornar obsoletas ou mesmo desnecessárias em 20 anos*.

Os serviços de telefonia, TV, rádio e dados serão disponibilizados via internet e, como tal, não estarão sujeitos às mesmas regras utilizadas hoje. Não é possível afirmar como será a regulação das TICs ao final nesse período. Entretanto, *as mudanças sociais continuarão ocorrendo em ritmo acelerado, demandando mudanças no ambiente regulatório*. Espera-se que haja demanda regulatória pelo menos para o mercado. Isso porque, espera-se a *manutenção da função do Estado de proteção do direito da sociedade frente a eventuais abusos econômicos de empresas fornecedoras de TICs* nos próximos 20 anos. *Questões como neutralidade de rede*[190], *formas de tarifação de aplicativos (p. ex.: Uber), cobrança de impostos decorrente de autônomos virtuais (p. ex.: youtubers) continuarão a demandar regulação*.

[187] O FTTX (*Fiber to the X*) é um nome genérico dado a quaisquer arquiteturas de rede baseadas parcial ou totalmente em conexões de fibra óptica. Conexões desse tipo são capazes de transmitir uma taxa de dados maior e a longas distâncias, o que justifica o crescente interesse em sua utilização. Disponível em: https://www.targetso.com/2018/12/28/fiber-to-the-home/. Acesso em: 19/07/2024.
[188] Mercado aposta nas redes neutras de FTTH, diz FiBrasil. Disponível em: https://teletime.com.br/13/09/2023/mercado-aposta-nas-redes-neutras-de-ftth-diz-fibrasil/. Acesso em: 10/07/2024.
[189] Tendência de convergência das redes de voz, imagens e dados em uma só, e a transmissão feita por meio da internet.
[190] A neutralidade da rede é um princípio de arquitetura de rede que endereça aos provedores de acesso o dever de tratar os pacotes de dados que trafegam em suas redes de forma isonômica, não os discriminando em razão de seu conteúdo ou origem.

Assegurar a autonomia administrativa, financeira e decisória dos órgãos de regulamentação e controle também faz parte da solução para a construção de um ambiente normativo eficaz e eficiente. A questão regulatória é muito importante para o desenvolvimento das TICs, mas ao mesmo tempo caracteriza-se por ser altamente incerta para um período de duas décadas. A existência de pressão social (acesso à serviços de qualidade cada vez mais baratos), pressão econômica (maximização dos lucros) frente ao poder político (suscetível às demandas e ameaças de ambos os setores) caracterizam essa questão como uma pergunta sem resposta.

Apesar de todos os avanços apresentados, há também diversos desafios a serem superados sendo assim não é possível saber se até 2045, *teremos serviços de comunicações com qualidade e preço adequados disponíveis para todos e em todas as regiões do Brasil, nem se haverá internet de alta velocidade ao alcance de todos os brasileiros, inclusive nas áreas rurais*.

3. Aumento da oferta e do uso de serviços digitais fortalecendo o setor de TICs na economia

O *aumento da oferta e do uso de serviços digitais fortalecendo o setor de TICs na economia* é outra tendência destacada no Brasil 2035 que se fortalecerá até 2045. As facilidades e as oportunidades que as TICs oferecem a jovens empreendedores e as empresas que estão voltadas para a *inovação favorecem o desenvolvimento de novas soluções baseadas em TICs*. Esse movimento é tão forte que se observa o *crescimento de uma gama de serviços digitais ofertados*.

Os serviços de streaming são um deles. Observa-se, inclusive, uma migração das provedoras de informação das TVs por assinatura para o *streaming*. Dados da Anatel mostram inclusive a queda constante no número de assinaturas nos últimos anos e em todas as regiões do Brasil. Este serviço apresenta um viés de queda desde 2021, que deve se acentuar nas próximas décadas (Tabela 3), em função do avanço da oferta e da adesão aos serviços de *streaming*, o que exigirá, cada vez mais, maior amplitude de banda.

Em dezembro de 2023, existiam 11,7 milhões de acessos de TV por Assinatura no Brasil, redução de 2,4 milhões de acessos em relação a 2022, quando existiam 14,1 milhões de acessos de TV por assinatura no Brasil. A evolução dos acessos por região, nos últimos 12 meses, é mostrada na Tabela 3. Também contribuíram para a queda dos acessos da TV por assinatura o fim das transmissões analógicas da TV aberta no Brasil, em 2018, e o avanço das TV Digitais, amplamente popularizadas hoje em dia. Com maior capacidade de transporte de informações e garantia de melhor qualidade de som e imagens e conexão à internet proporcionada pelas Smart TV, fez com que a TV Digitais se tornasse um dos principais canais de serviços de *streaming* para filmes. Muitos dos canais que antes somente se tinha acesso pela TV por assinatura, hoje estão disponíveis em *streaming* a um preço mais acessível. Além disso, tais TVs permitem acesso a *podcast*, canais de notícias e outros serviços de *streaming*.

Observa-se também o *crescimento da oferta de cursos on-line*, inclusive com uma pegada de gamificação, a exemplo do Duolingo. Com eles, cresce também a oferta cada vez maior de *e-books* e *audiobooks*. Prolifera-se também a oferta de *workshops*, palestras, *podcasts* e *webinars*, tanto nacionais quanto internacionais. A oferta de arte digital é outro tipo de serviço, incluindo a oferta de Smart TV que simulam quadros quando não estão em uso, nas quais seus donos podem contratar serviços de imagens de quadros de pintores famosos.

Com a evolução das telecomunicações, surgiram diversos serviços que podem ser oferecidos pelas operadoras aos usuários. Há alguns anos, as redes de telecomunicações se aperfeiçoam de modo a poderem transmitir informações e serviços (voz, dados e mídias) encapsulando-os em pacotes, semelhante ao tráfego de dados da Internet. Com isso, conseguem aumentar a oferta de serviços e aplicação dessa rede comum, mais conhecida como NGN (Next Generation Networks ou Redes de Próxima Geração). O NGN é uma rede baseada em pacotes de dados que fornece serviços como internet banda larga, telefonia fixa e móvel de forma integrada e aplicando o QoS (*Quality of Services*). *Essa rede será capaz de transportar todas as informações (voz, dados e vídeo) encapsulados em pacotes IP, semelhantes aos usados na internet*. Dado a possibilidade de oferecer uma ampla quantidade de serviços de comunicação, espera-se que causem uma revolução no mercado de telecomunicações tradicional.

Tabela 3 – Evolução dos acessos de TV por Assinatura por região – em milhões (2018/2023)

Região	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Diferença 2022-2023
Brasil	17,51	15,68	14,86	16,09	14,06	11,70	-16,78%
Centro-Oeste	1,25	1,09	0,97	0,87	0,74	0,85	14,86%
Nordeste	2,06	1,82	2,01	3,13	2,81	2,24	-20,28%
Norte	0,80	0,71	0,67	0,65	0,60	0,48	-20,0%
Sudeste	10,67	9,64	8,99	9,02	8,00	6,84	-14,50%
Sul	2,74	2,42	2,21	2,43	1,91	1,55	-18,85%

Fonte: Elaboração dos autores com base em Anatel (2019, 2020, 2022, 2023, 2024).

Essas redes são mais avançadas e oferecem melhor desempenho, confiabilidade e escalabilidade e já vêm sendo utilizadas por empresas no Brasil. Nelas, todas as informações transportadas utilizam uma única estrutura de *backbone* e apenas um protocolo básico para transmitir as informações na rede. As NGNs incorporam uma variedade de tecnologias avançadas, incluindo redes definidas por software (SDN), virtualização de funções de rede (NFV) e VXLAN. No entanto, também utilizam tecnologias que já existem há algum tempo, mas que ainda são essenciais para facilitar as redes da próxima geração, o que as caracterizam como redes híbridas até que todos os serviços sejam convergidos para as novas tecnologias.

Esse movimento fortalece a tendência de *convergência de rede e plataformas de serviços de comunicação, inclusive over-the-top (OTT)*[191]. Para o setor de telecomunicações, esse fenômeno de serviços que rodam sobre a rede de banda larga, conhecidos como OTT, como Netflix e WhatsApp, estão em plena expansão, em especial no mercado de varejo. Além disso, os OTT podem representar uma ameaça para as operadoras de rede uma vez que o conteúdo, seja de áudio, vídeo, voz, mídia e outros, é transmitido muitas vezes sem o envolvimento, responsabilidade, controle, distribuição, direito autoral, visualizações delas. Os aplicativos *over-the-top* apresentam papel importante na competição com os serviços de telecomunicações tradicionais, sejam os relacionados à voz ou a distribuição de conteúdo audiovisual, e devem continuar impactando a atuação e o resultado das operadoras de telecomunicações.

Nos próximos anos, espera-se a manutenção da tendência de *crescimento acelerado dos serviços de acesso e distribuição de conteúdo pela internet*. Os desafios trazidos pela importância cada vez maior das OTTs e pelo impacto dessas tecnologias no setor de telecomunicações estão, em geral, associados aos temas regulação e tributação dos serviços de telecomunicações e das OTTs.

Cabe também destacar que os serviços de telecomunicações estão sujeitos a uma carga tributária maior que as OTTs, o que pode gerar desincentivo ao investimento em infraestrutura. No final de 2022, essas discussões sobre regulação e tributação estavam em estágio inicial. Já sob a ótica da regulação torna-se necessários avanços que garantam os investimentos necessários por parte das operadoras de telecomunicações. Nesse contexto, questiona-se se até 2045, *haverá redução da carga tributária que incide nos serviços de telecomunicação e se haverá avanços positivos na regulação que garantam os investimentos necessários por parte das operadoras de telecomunicações*.

Segundo a Anatel (2023), em geral, as empresas provedoras de OTTs são grandes usuárias da infraestrutura de telecomunicações ofertadas pelas empresas tradicionais de telecomunicações. Entretanto, têm apresentado melhores indicadores financeiros que as empresas tradicionais de telecomunicações, responsáveis pela maior parte dos investimentos em infraestrutura do setor. *A expectativa em médio prazo é que esse resultado, somado à crescente demanda por dados, pode gerar desequilíbrios, uma vez que pode não haver incentivos suficientes para que o investimento em infraestrutura acompanhe o crescimento da demanda*. De qualquer forma, observa-se um movimento das *operadoras de telecomunicações no sentido de passarem também a atuar no mercado de OTTs, incluindo esses serviços em suas ofertas de serviços de telecomunicações como forma de equilibrar os seus investimentos*.

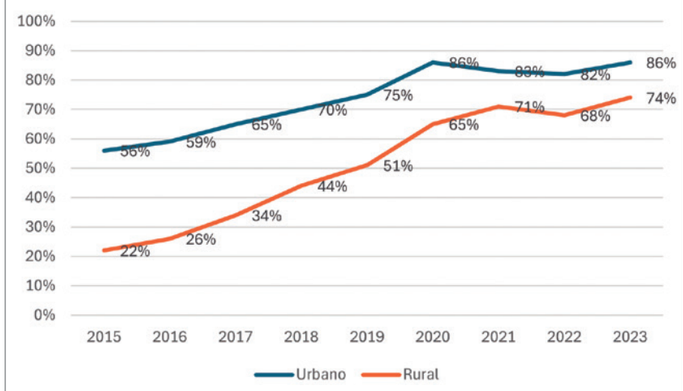
4. Crescimento da quantidade de dispositivos conectados e da datificação

Segundo dados da 35ª Edição da Pesquisa do Uso da TI, conduzido pela FGV, em maio de 2024, o Brasil possuía cerca de 1,2 *smartphone* para cada habitante, representando um total de 258 milhões de aparelhos em uso. Se for computar o número de dispositivos portáteis, incluindo além dos *smartphones*, os *tablets* e *notebooks*, esses números cresceram para 1,8 para cada habitante, totalizando cerca de 384 milhões de unidades[192]. Cabe aqui destacar que, segundo os dados apresentados no projeto Brasil 2035, o primeiro *smartphone* foi lançado em 2007, e em 2016 existiam cerca de 168 milhões de *smartphones* em uso, representando um crescimento de 9% em relação a 2015.

[191] *Over the Top* (OTTs): aplicações acessadas ou entregues na rede pública que podem substituir de forma direta ou funcional os serviços de telecomunicações tradicionais (Fonte: UIT).
[192] Disponível em: https://www.tudocelular.com/mercado/noticias/n223130/brasil-tem-mais-smartphone-que-pessoas-pesquisa.html#:~:text=O%20Brasil%20tem%20cerca%20de,levantados%20em%20maio%20de%202024. Acesso em 11/07/2024.

Paralelamente ao aumento dos equipamentos computacionais observou-se, no Brasil, um significativo aumento de acesso à Internet na última década. *A sociedade brasileira tem se tornado cada vez mais conectada*. Segundo a pesquisa de TICs domicílios 2023[193], cerca de 86% dos domicílios urbanos acessam a internet e 74% dos rurais no Brasil. Esses números apresentam uma tendência de crescimento, visto que em 2019, 75% dos domicílios urbanos acessa a internet e 51% dos rurais no Brasil[194] (Figura 2).

Figura 2 – Domicílios Brasileiros com acesso à internet (Urbano e Rural)



Fonte: Elaboração dos autores, base de dados da Pesquisa TICs Domicílios da CETIC de 2015 a 2023.

Outro movimento que contribuirá para o *aumento significativo da quantidade de dispositivos conectados é a Internet das Coisas (IoT)*. A IoT é muito mais do que conexão de coisas, envolve a capacidade de elas conectarem e processarem dados, possibilitando a tomada de decisão. A *IoT emerge como mais uma revolução tecnológica com impacto significativo em nossas vidas e nas operações das empresas, sendo capaz de provocar uma evolução que promete moldar ainda mais o futuro da conectividade e da automação nas próximas décadas* (Marcial e Menezes, 2023). Isso porque, suas aplicações são inúmeras, no campo, nas cidades, passando pela indústria e varejo. Pode também contribuir com a área de saúde, com roupas e outros *wearables* que podem fornecer ao médico indicadores sobre a saúde de um paciente, bem como viabilizam os veículos autônomos.

Experimentando uma rápida expansão, espera-se que até 2045 a IoT esteja completamente interligada, possibilitando a existência de um ecossistema digital. Como resultado, *espera-se maior eficiência energética, gerenciamento aprimorado de recursos e uma experiência personalizada em todos os aspectos da vida*.

No Brasil, a IoT foi regulamentada em 2019, por meio do Plano Nacional de Internet das Coisas[195], que indica como prioritários os ambientes de saúde, de cidades, de indústrias e rural (Anatel 2019). De lá para cá essa tecnologia cresceu no país, em especial pelos avanços dos investimentos em transformação digital feitos por organizações tanto públicas quanto privadas.

Em 2020, a Lei nº 14.108/2020, *suprimiu a incidência do Fistel sobre dispositivos IoT*, o que permitiu ganhos de escala no processo de transformação digital no Brasil. No mesmo ano, foram aprovadas alterações regulamentares para a redução de barreiras regulatórias à expansão das aplicações de Internet das Coisas (IoT) e as comunicações Máquina-a-Máquina (M2M) (Resolução nº 735/2020).

Esse esforço de racionalização e redução de barreiras à difusão de novos serviços resultou na *expansão das aplicações de Internet das Coisas e de comunicações Máquina a Máquina*, essenciais para o desenvolvimento de diversos setores da economia, resultando, em 2022, em investimentos de cerca de R$ 8,5 bilhões em IoT pelas empresas que atuam no Brasil, segundo levantamento da International Data Corporation (IDC)[196]. Esse investimento foi 17,6% acima do registrado em 2021. É *esperado que, com o avanço da tecnologia 5G, o volume desses investimentos cresça ainda mais*.

Apesar de ainda ser considerada uma tecnologia em sua fase inicial, de acordo com dados da IoT Analytics[197], é esperado que, até 2027, existam cerca de 29,7 bilhões de dispositivos conectados, criando uma enorme rede interligada que abrange tudo, desde smartphones a utensílios de cozinha (Marcial e Menezes, 2023). A conectividade WiFi pavimentou o caminho para a proliferação da IoT, mas o 5G será um divisor de águas. Com velocidades de transmissão ultrarrápidas e latência mínima, o *5G proporcionará uma base robusta para dispositivos IoT* (Marcial e Menezes, 2023).

[193] Disponível em: https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2023/domicilios/A4/. Acesso em 11/07/2024.
[194] Disponível em: https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2019/domicilios/A4/. Acesso em: 11/07/2024.
[195] A Internet das Coisas (IoT) é uma infraestrutura que habilita serviços avançados por meio da interconexão entre coisas (físicas e virtuais), com base nas tecnologias de informação e comunicação. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/internet-das-coisas . Acesso em: 11/07/2024.
[196] Disponível em: https://www.green4t.com/arquivos/13304#:~:text=Segundo%20levantamento%20da%20International%20Data,do%20volume%20registrado%20em%202021. Acesso em 11/07/2024.
[197] State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally. Disponível em: https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/.

Entretanto, seu avanço também depende da *interoperabilidade entre dispositivos IoT de diferentes fabricantes, o que ainda não se sabe em quanto tempo isso acontecerá apesar dos esforços em andamento*. Também se espera um movimento em direção à *integração vertical, onde os dispositivos e sistemas serão projetados para colaborar em ecossistemas interconectados*. Isso permitirá uma experiência mais fluida para os consumidores e a otimização das operações empresariais (Marcial e Menezes, 2023).

Para as próximas décadas, espera-se o *crescimento dos investimentos em Internet Industrial das Coisas (IIoT) no Brasil*, proporcionando melhoria na segurança, eficiência e tomada de decisões para as empresas, à medida que os dados são coletados e analisados. Também permitirá a melhoria no atendimento ao cliente e oferta de benefícios que ainda nem se imagina (Marcial e Menezes, 2023).

Apesar do avanço, a Associação Brasileira de Internet das Coisas (Abinc)[198] aponta que o Brasil se encontra atrasado em relação ao restante do mundo por alguns motivos: carga tributária, barreiras regulatórias, alfandegárias e tarifárias. Há falta de equipamentos nacionais obrigando a quem quer investir na tecnologia ter que importar. Sendo assim permanecesse como incerteza se *até 2045 haver redução da carga tributária que permitam os avanços em IoT, se barreiras regulatórias serão eliminadas, e se questões alfandegárias e tarifárias serão resolvidas. Também não é possível saber se o Brasil passará a produzir os componentes necessários para o investimento em IoT*.

Outro desafio para a consolidação da IoT no Brasil como uma força transformadora será a colaboração entre a comunidade científica, as empresas e os consumidores para a definição de padrões e para a implementação de políticas de segurança robustas, que garantam a proteção dos dados sensíveis e a integridade dos dispositivos IoT. Soluções avançadas de criptografia e autenticação biométrica serão imperativos para mitigar ameaças cibernéticas, aprimoramento da capacidade de processar grandes volumes de dados gerados pela IoT. Outro desafio a ser enfrentado para o pleno funcionamento da IoT será a *edge computing* (Marcial e Menezes, 2023).

No Brasil, há espaço de crescimento do IoT com o avanço das cidades inteligentes e de áreas como telecomunicações, agronegócios, medicina e logística, além da indústria 4.0. Sua integração com outras tecnologias, como *edge computing*, CLOUD *computing* e inteligência artificial, possibilitará a análise mais precisa dos dados coletados por esses dispositivos digitais. Além disso, as soluções de IoT podem se tornar na próxima década viabilizadores de iniciativas de ESG[199].

De qualquer forma, é esperado que, até 2045, tudo estará conectado pela Internet das Coisas, destacando o avanço da Internet Industrial das Coisas no Brasil.

Todos esses avanços levam à *queda de acessos à telefonia fixa*. A Tabela 4 mostra essa queda consecutiva deste 2018 e em todas as regiões do Brasil. A expectativa é de manutenção desse comportamento em função da popularização da internet e do *smartphone*.

Destaca-se que até 2025, os cerca de 213 mil orelhões ainda existentes no país terão de ser mantidos, momento em que se iniciará sua retirada[200]. Segundo a nova regulamentação, *não haverá a obrigação de manutenção de uma única linha telefônica fixa nos municípios*.

Outro ponto que merece destaque é o fato de que até 2025, os contratos de concessão de telefonia fixa serão mantidos, a partir de então, as operadoras poderão *converter a outorga para o modelo de autorização*, não tendo mais que cumprir critérios de cobertura e podem fornecer serviço de telefonia fixa onde preferirem. Sendo assim, elas poderão disponibilizar o serviço apenas para quem o deseja consumir, como é o caso das empresas que possuem serviços de atendimento ao cliente cujo custo de manutenção de uma linha fixa é mais em conta do que a da te-

Tabela 4 – Evolução dos acessos da Telefonia Fixa por região – em milhões (2018/2023))

Região	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Diferença 2022-2023
Brasil	37,48	33,51	30,23	28,72	27,10	25,46	-6,05%
Centro-Oeste	3,00	2,66	2,43	2,29	2,16	1,99	-7,87%
Nordeste	3,98	2,53	3,08	3,13	2,89	2,62	-9,34%
Norte	1,08	1,02	1,04	1,09	1,10	1,08	-1,81%
Sudeste	22,82	20,53	18,17	17,2	16,22	15,14	-6,66%
Sul	6,60	5,77	5,50	5,02	4,74	4,63	-2,32%

Fonte: Elaboração dos autores com base em Anatel (2019, 2020, 2022, 2023, 2024).

[198] Disponível em: https://www.manufaturadigital.com/desenvolvimento-da-iot-no-brasil/. Acesso em: 11/07/2024.
[199] ESG – Governança ambiental, social e corporativa.
[200] Anatel publica regras para a adaptação de concessão para autorização da telefonia fixa. Disponível em: https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-publica-regras-para-a-adaptacao-de-concessao-para-autorizacao-da-telefonia-fixa#:~:text=A%20adapta%C3%A7%C3%A3o%20do%20instrumento%20de,termo%20de%20autoriza%C3%A7%C3%A3o%20de%20servi%C3%A7o%2C . Acesso em 15/07/2024.

lefonia móvel. Sendo assim, apesar de se ter uma expectativa de redução do número de assinaturas, não é esperado o fim da oferta desse tipo de serviço para os próximos anos até que uma nova forma de comunicação barata dê lugar a ele.

Com o *crescimento da proliferação de dispositivos conectados*, em especial com o avanço da IoT, a datificação[201] se apresenta como uma tendência tecnológica que também moldará significativamente o futuro. O *crescimento dos investimentos em datificação por parte das empresas nas próximas décadas* já é esperado, tornando-se tema de debate inclusive em nível executivo nas organizações. Se hoje, as organizações já gerenciam uma grande quantidade de dados, com o avanço da *IA generativa e da Internet das Coisas esse movimento será intensificado gerando uma explosão de dados. Tudo girará em torno de dados* (Marcial e Menezes, 2023). *Espera-se que o volume de dados a serem armazenados deve duplicar a cada três anos*.

Segundo Luciano Ramos[202], da International Data Corporation (IDC) para o Brasil, 41% das companhias entrevistadas pela IDC disseram que tecnologias como inteligência artificial, inteligência artificial generativa e *analytics* são essenciais para atingir os objetivos do negócio. Todas essas tecnologias são intensivas em dados. A previsão da IDC é que as soluções de dados na nuvem, parte do chamado PaaS (ou plataforma como serviço), somem US$ 1,5 bilhão no Brasil só em 2024 e seguirão em uma trajetória acelerada.

A *expectativa é que dados em tempo real se tornem o padrão, alimentando aplicações e criação de soluções dinâmicas e adaptativas, baseadas em IA em tempo real*. Para impulsionar experiências produtivas, gerar insights, apoiar a tomada de decisões e responder, instantaneamente, à dinâmica do mercado será necessário um volume cada vez maior de dados que serão coletados diariamente. Para tanto, as organizações terão que garantir essa grande quantidade de dados permanentemente atualizados e confiáveis para alimentar os modelos. Também *é esperado mudanças significativas na arquitetura de dados, com a criação de ecossistemas unificados. O gerenciamento dessa grande quantidade de dados se tornará crucial para as organizações* (Marcial e Menezes, 2023).

Além disso, a análise de dados será cada vez mais central e relevante, para que as organizações públicas e privadas possam extrair informação e conhecimentos valiosos desses dados coletados para a tomada de decisões estratégicas. Para tanto, *algoritmos cada vez mais sofisticados e avançados serão desenvolvidos para processar e entender esses dados, podendo proporcionar um aumento generalizado na produtividade e na inovação*.

Em função do *avanço dos ataques cibernéticos* e da Inteligência artificial, espera-se o *surgimento e a evolução da proteção adaptativa de dados baseada na IA*. As ferramentas de IA serão capazes de monitorar constantemente mudanças nos padrões de comportamento para ver se os usuários podem ter sido comprometidos. Além disso, o Gartner[203] prevê que 75% da população mundial terá seus dados pessoais cobertos por regulamentações de privacidade até o final de 2040 (Marcial e Menezes, 2023). Isso porque se por um lado esse volume de dados oferece diversas vantagens, por outro apresenta um grande desafio quanto a manutenção da privacidade dos indivíduos. Sendo assim, *não é possível saber se a privacidade dos brasileiros será mantida até 2045*.

Para a sua evolução, a datificação apresentará uma *crescente demanda por profissionais especializados em dados, engenheiros de big data, engenheiros de robótica, arquitetos de TI, analistas de inteligência de negócios e cientistas de dados*. Crescerá também as certificações nessas categorias (Marcial e Menezes, 2023).

5. Participação crescente das TICs no mercado de trabalho

A *participação crescente das TICs no mercado de trabalho* é outra tendência identificada no Brasil 2035 que se manterá até 2045. Um dos usos que mais *cresce no Brasil é o home-office*. Atividade em teste antes da pandemia, o *home-office* foi a saída para a manutenção da maioria dos serviços durante a pandemia. Em 2023, o Governo Federal define as regras do teletrabalho para funcionários públicos, crescendo também o modelo híbrido. Os *serviços de delivery e o comércio eletrônico*, intensificados durante a pandemia, também aumentaram sua atuação em relação aos números antes da pandemia e graças ao avanço das TICs *tendem a se manter em crescimento*.

Se por um lado o avanço das TICs destroi empregos tradicionais, em especial aqueles que exigem baixa qualificação, por outro tem criado novos postos de trabalho. Um exemplo está associado à *uberização da economia*, o modelo da Uber se espalhou por outras modalidades, como para entregas. Blogueiros, youtubers, *influencers* crescem em quantidade e seguidores a cada dia, criando uma proliferação de canais de conteúdos distintos. Plataformas como TikTok e Instagram, também crescem de usuários. Ou seja, *novas modalidades de trabalho não tradicionais surgem a cada dia e a tendência é de que esse movimento continue se expandindo baseado na criatividade de jovens empreendedores, que podem se tornar jovens milionários*. Quanto maior a conectividade do brasileiro, com acesso inclusive a banda larga, crescem as chances desse fenômeno se proliferar, até porque estão conectados ao mundo.

Outro ponto que merece destaque são novas profissões que surgem em função do avanço das TICs, como por exemplo o profissional de *marketing* digital, o gestor de mídias sociais, o analista de *inbound marketing*, analista de conteúdo, *front end*, *designer de web*, cientista de dados, engenheiro de *cloud*, *game designer*, engenheiro de *machine learning*, engenheiro de IA, para citar alguns.

Entretanto, conforme destacado no Brasil 2035, esse novo modelo de sociedade pode favorecer mais uma parcela da sociedade que tem acesso a uma educação de qualidade e, em geral, já provida de melhores recursos. *A falta de uma educação de qualidade e de letramento informacional e digital no Brasil reduz a possibilidade de inclusão de parte da população a esse movimento*. Tal preocupação fez com que, em janeiro de 2023, o Governo Federal instituísse a *Política Nacional de Educação Digital*[204], parceria entre o Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação e o Ministério da Educação.

Outro ponto que leva ao aumento do impacto das TICs no mercado de trabalho é o fato de que quanto mais as empresas investem em TICs, maior é o aumento da eficiência e da produtividade. Nesse contexto, também cresce o investimento em TICs pelas organizações públicas e privadas, seguida de aumento da eficiência e da produtividade do trabalho.

Ao mesmo tempo, a transformação ao nível do emprego e dos mercados de trabalho irão acentuar a geração de empregos relacionados com os dados e com as tecnologias, exigindo uma atualização constante das competências dos profissionais e a disponibilidade para a constituição de novas zonas de capacitação.

Sendo assim, com base em todos os pontos levantados, espera-se *alterações profundas ao mercado de trabalho com a obsolescência de certas funções e emergência do surgimento de novas profissões*. Configura-se, então, como tendência uma *crescente importância de competências digitais e comportamentais, incluindo para o campo da cibersegurança*.

6. TIC continuarão influenciando mudanças no comportamento humano

Nas duas últimas décadas o Brasil, e o mundo, tem experimentado uma verdadeira revolução impulsionada principalmente pelas TICs. A massificação de equipamentos eletrônicos no dia a dia da maioria da população brasileira, principalmente a partir da última década, é prova disso. A sociedade brasileira está entre as que mais utilizam redes sociais como Facebook, Instagram, LinkedIn, X (Twitter), Youtube, Snapchat, Whatsapp e Tik-Tok do mundo. Além das redes sociais, compras *on-line*, aplicativos de localização, relacionamento, lazer, trabalho, transporte, entretenimento, finanças são apenas alguns exemplos de como as TICs estão presentes no dia a dia dos brasileiros.

Segundo o Digital 2024: Global Overiew Report[205], os brasileiros ocupam o segundo lugar em tempo *on-line* diário. Os internautas brasileiros gastam, em média, 9 horas e 13 minutos por dia usando a internet. Em janeiro de 2024[206], havia 189,9 milhões de usuários de internet e 144,0 milhões de usuários de mídias sociais. Destaca-se que os usuários de mídias sociais no Brasil aumentaram 2,0 milhões (+1,4%) entre o início de 2023 e o início de 2024. O Estudo também mostra que as redes sociais lideram as preferências dos brasileiros no uso da internet, passando, em média, 3 horas e 37 min por dia. A rede social mais utilizada pelos brasileiros é o Instagram (35,9%), seguido pelo WhatsApp (33,6%), TikTok (8%) e Facebook (7,7%).

Entretanto, apesar da sensação de uso das TICs como *lazer, o seu uso excessivo tem levado ao desenvolvimento de transtornos no comportamento humano*, como a depressão e a ansiedade, além da maior expressão de pessoas que apresentam Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), em especial em crianças e adolescentes[207].

[201] Datificação representa a transformação de todos os aspectos da vida em *insights* baseados em dados, influenciando a tomada de decisões em contextos empresariais e pessoais. Está intrinsecamente ligada à quantificação do comportamento humano.
[202] Disponível em: https://www.convergenciadigital.com.br/Cloud-Computing/Mercado-de-dados-na-nuvem-vai-superar-R%24-7%2C5-bilhoes-no-Brasil-65257.html?UserActiveTemplate=mobile. Acesso em: 16/07/2024.
[203] Gartner Identifies Top Five Trends in Privacy Through 2024. Disponível em: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-05-31-gartner-identifies-top-five-trends-in-privacy-through-2024?utm_medium=social&utm_source=linkedin&utm_campaign=SM_GB_YOY_GTR_SOC_SF1_SM-PR&utm_content=&sf256873576=1.
[204] Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm. Acesso em: 17/07/2024.
[205] Disponível em: https://datareportal.com/reports/digital-2024-global-overview-report. Acesso em: 12/07/2024.
[206] Disponível em: https://datareportal.com/reports/digital-2024-brazil. Acesso em: 12/07/2024.
[207] Essas informações podem ser encontradas nos links a seguir. Disponível em: https://www.businessinsider.com/smartphones-dangerous-to-health-technostress-2018-2. Acesso em 13/07/2024. Disponível em: https://penntoday.upenn.edu/news/social-media-use-increases-depression-and-loneliness. Acesso em 13/07/2024.

A exposição constante às TICs pode prejudicar o sono, causar estresse e ansiedade. Pode também levar ao desenvolvimento do isolamento social ou do sentimento de solidão. Também gera a criação de uma dependência da tecnologia e pode levar ao desenvolvimento de baixa autoestima e a inveja. O *cyberbullying* também é uma prática agressiva de intimidação e perseguição virtual, que cresce e pode levar ao desenvolvimento de diversos transtornos, em especial nos jovens[208].

Esses resultados mostram o quanto as TICs têm influenciado o comportamento dos brasileiros e como dispõem de suas horas de lazer, a forma como nos comunicamos, trabalhamos e nos relacionamos. Seu uso reduz as distâncias físicas e geográficas possibilitando que os brasileiros se conectem com o mundo em tempo real, podendo inclusive participar de eventos internacionais, às vezes até sem custos além dos da conexão. O acesso à internet e aos dispositivos móveis amplia a possibilidade de acesso à informação e a educação além do entretenimento. Entretanto, se não utilizado com parcimônia poderá levar ao desenvolvimento de diversos transtornos psicológicos e comportamentais. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de letramento informacional e digital para que se possa usufruir adequadamente dessas tecnologias da informação e comunicação. Entretanto, *não há uma percepção de que haverá avanços na área de letramento informacional e digital* pela falta de investimento e até mesmo de debate quanto a essa temática.

Com o avanço das redes sociais e de diversos serviços oferecidos *on-line*, espera-se uma *intensificação do uso de redes sociais até 2045*.

7. Crescimento da automação de processos e serviços de forma inteligente

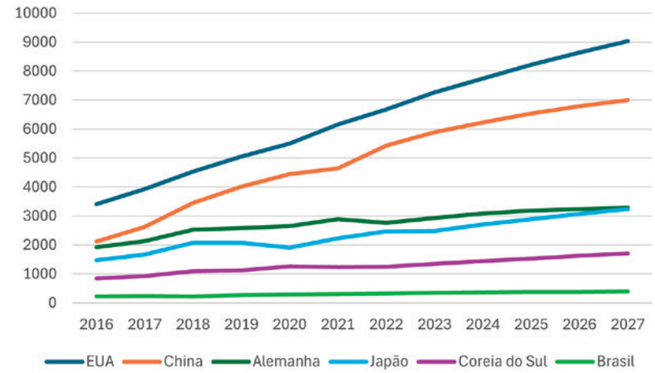
A automação já é parte do dia a dia de grande parte da população brasileira. Com a massificação de equipamentos eletrônicos no mercado brasileiro, a automação vem ganhando espaço cada vez mais significativo. Na indústria, a automação é uma prática antiga e tem sido utilizada para aumentar a eficiência, a qualidade, a velocidade de produção e, principalmente, a redução de custos. A automação industrial, para o senso comum, é bem vinculada à robótica, mas não se restringe apenas a isso. Também incluem, entre outras coisas, sistemas computacionais, sensoriamento e atuação, *software* de produção e desenvolvimento que são controlados ou executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos que são controlados e executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos (ex: CAD, CAE, CAM[209]).

A automação que antes era vista como um investimento industrial, principalmente quando o foco estava associado à robótica, foi também absorvida pelo setor de serviços e tem apresentado significativo crescimento. Destaca-se que os investimentos sempre foram mais centrados em *software* do que em *hardware*, tais como: bancos *on-line*, sistemas controle de estoques, contas a pagar e receber, folha de pagamentos, identificação de mercadorias, leitores de códigos de barras, etiquetas (RFID[210]), cartões de segurança etc. Entretanto, o uso de robôs também tem sido testado na área de serviço em várias partes do mundo, como por exemplo os robôs para hotéis, hospitais, restaurantes, aeroportos e bibliotecas. Essa tecnologia chegou ao Brasil em final de 2023, pela empresa brasileira Quality System[211], em parceria com a empresa chinesa Keenon, maior fabricante do mundo neste segmento. Ela vai oferecer robôs descritos como "concierge" e "garçom" para hoteis e restaurantes no Brasil.

Nesse contexto, outro ramo que avança é a automação residencial. Destaca-se os investimentos em controle de acesso (biometria, senha, catraca eletrônica), porteiro e portões eletrônicos, circuitos fechados de televisão, controle de luminosidade de ambientes (sensores de presença), controle de umidade, temperatura e ar-condicionado (HVAC) etc. Verifica-se também, no Brasil, o crescimento da venda de robôs que aspiram a casa e passam pano no chão e que podem ser controlados a distância. Esse mercado de 2019 para 2020 cresceu, no Brasil, cerca de 800%, segundo reportagem publicada no Tecnoblog[212].

De uma forma geral, o *mercado de robôs no Brasil cresce, entretanto, de forma ainda lenta*, quando comparado com países como o EUA, China, Alemanha, Japão e Coreia do Sul (Figura 3). Se hoje os robôs já estão mais próximos de nós, dentro até das nossas casas, é esperado que *teremos robôs em todo lugar até 2045*. *Entretanto, não se pode saber o quanto isso será uma realidade no Brasil*.

Figura 3 – Mercado global de robótica por país (em milhões de dólares)



Fonte: Statista.
Disponível em: https://www.insper.edu.br/noticias/emprego-de-robos-cresce-tanto-na-industria-quanto-nos-servicos/.

É esperado que até 2030 o mercado de robôs no mundo deve crescer 10 vezes mais. Também se espera um crescimento muito maior do mercado de robôs voltados para o setor de serviços[213]. Entretanto, o país possui condições de avançar nesse mercado dado a sua expertise em produção de veículos automotores e peças automotivas, só não é possível saber se o país investirá nesse campo.

Destaca-se que boa parte desses robôs estão conectados, em alta velocidade, a dispositivos digitais, podendo ser controlados à distância e contribuirão com o avanço da IoT no Brasil e no mundo. Muitos também serão munidos de inteligência artificial (IA), outro ramo da automação que avança rápido no Brasil e no mundo.

7.1. Avanço da inteligência artificial (IA), caracterizando-se como movimento transformador, com destaque para a IA generativa e o machine learning

Em 2024, observa-se que a maior parte do avanço da inteligência artificial (IA) se dá em duas áreas: IA generativa e *machine learning*. A evolução da *machine learning* para as próximas décadas estará focada no aprendizado acelerado a partir de dados, e a IA generativa, na geração de conteúdo novo. Esses avanços se caracterizarão como forças revolucionárias, impactando o avanço de outras tecnologias e todos os setores da economia (Marcial e Menezes, 2023).

IA generativa e *machine learning* também constam na lista dos principais investimentos das organizações para 2024, que buscarão o desenvolvimento de aplicações cada vez mais sofisticadas para as próximas décadas. Para um avanço mais rápido da IA no Brasil, os desafios devem ser superados pelas organizações até 2045, como: preencher as lacunas de talento, nas infraestruturas, nos dados, na governança e na cultura (Marcial e Menezes, 2023). Outro movimento esperado até *2045 associado à IA será o avanço em sua regulamentação que iniba a ocorrência de fraude, violações de direitos autorais e outros crimes cibernéticos, em especial em torno da IA generativa*. Questões *éticas associadas à IA também entrarão fortemente na pausa até 2045* (Marcial e Menezes, 2023).

De acordo com o relatório da consultoria International Data Corporation (IDC), o Brasil tem a maior taxa de aplicações de tecnologias de IA da América Latina. As estatísticas mostram que 63% das empresas brasileiras usam aplicações relacionadas à IA superando em muito a média latino-americana (47%). A consultoria revela ainda que 70% das empresas brasileiras usam tecnologias de IA para melhorar a análise de históricos de dados e aprimorar processos decisórios. Isso indica que a transformação digital é o novo meio para melhorar a competitividade do mercado, prever situações econômicas futuras e criar oportunidades de negócios.

Já à *IA Generativa*[214] *é uma tendência tecnológica considerada transformadora e que dominará os investimentos e revolucionará alguns setores da economia nos próximos anos*, permitindo a criação de conteúdos originais e cativantes com uma eficiência sem precedentes. Apresentou progresso significativo em 2023 e tende a acelerar a partir de 2024. Segundo o Gartner, até 2024, prevê-se que 40% das empresas ao redor do mundo utilizarão esta tecnologia, contra menos de 5% em 2020. Segundo as previsões do Gartner, até 2026, mais de 80% das empresas terão incorporado APIs e modelos de IA generativa, ou implementado aplicativos habilitados para IA generativa, em ambientes de produção. Espera-se o crescimento de plataformas que fornecerão ferra-

[208] Essas informações podem ser encontradas nos links a seguir. "Smartphones are becoming so dangerous to health - new field of study called technostress", disponível em: https://www.businessinsider.com/smartphones-dangerous-to-health-technostress-2018-2. Acesso em 13/07/2024. "Social media use increases depression and loneliness", disponível em: https://penntoday.upenn.edu/news/social-media-use-increases-depression-and-loneliness. Acesso em 13/07/2024.

[209] CAD: Computer-Aided Design; CAE: Computer-Aided Engineering; CAM: Computer-Aided Manufacturing.

[210] RFID: Radio-Frequency IDentification. Ex: etiquetas que acionam alarmes na entrada e saída das lojas; Pedágios pós-pagos nas rodovias nacionais; Cartão de ponto eletrônico.

[211] Disponível em: https://gq.globo.com/tecnologia/blog/2023/10/robos-entregam-comida-pegam-elevador-sozinhos-chegam-brasil.ghtml. Acesso em: 19/07/2024.

[212] Disponível em: https://tecnoblog.net/especiais/a-vez-dos-aspiradores-robos-no-brasil/. Acesso em 19/07/2024.

[213] Disponível em: https://febrabantech.febraban.org.br/blog/mercado-de-robos-deve-crescer-10-vezes-ate-2030-e-faturar-us-260-bi . Acesso em 19/07/2024.

[214] Esta tecnologia aproveita o aprendizado de máquina para criar conteúdos, desde imagens realistas até música e até código, desde geração de texto até síntese de imagens e até composição musical – IA que pode gerar conteúdo original, como textos, imagens, vídeos a partir de dados e instruções. Como aprendem com o tempo são capazes de criar algo original baseado nesse histórico. Chat GPT, Google Bard, Microsonf Bing, Midjourney, servem para otimizar a tomada de decisão quanto para democratizar o conhecimento e as competências dentro das empresas.

mentas para as empresas aproveitarem a IA generativa sem a necessidade de conhecimentos técnicos internos profundos[215] (Marcial e Menezes, 2023). *Resta saber se a IA Generativa irá realmente fornecer às organizações brasileiras os retornos esperados, em especial em eficiência e geração de novos produtos. Também não é possível saber se o Brasil se tornará um grande provedor de soluções nacionais no âmbito da IA Generativa*.

Outro campo da IA em grande *expansão* é o do uso de *machine learning*. É esperado que o machine learning proporcione experiências mais personalizadas aos clientes, a partir do entendimento de seu comportamento, por meio da coleta e análise de grandes volumes de dados (*big data e data science*), fornecendo *insights* que antes eram inatingíveis. Também se espera *avanços nas áreas de cibersegurança e preditivas*, tornando as decisões mais autônomas e levando a ganhos de eficiência em vários setores. Um dos principais gargalos a serem superados serão a gestão do volume de dados, que crescerá com maior velocidade, e a *disponibilidade suficiente de profissionais com conhecimento para atuar na área*, em especial em *data analytics*, *data science*, automação e curadores de conteúdo (Marcial e Menezes, 2023).

De acordo com o relatório da consultoria IDC, 90% das empresas investem em ferramentas de análise de dados para melhor identificar as situações atuais do mercado e os padrões de comportamento do consumidor. Afirma que 84% dos executivos usam essas ferramentas para aumentar a confiabilidade e a segurança de suas atividades. Esses dados mostram que o Brasil avança em um componente-chave da nova infraestrutura digital que é o fortalecimento da construção de bancos de dados nacionais e centros de computação, com parcerias que incluem empresas, universidades e instituições governamentais. Essa infraestrutura deve aumentar a soberania nacional de dados e a segurança[216].

Relatório recente da Deloitte, feito para o Ministério da Economia, mostra que os setores de agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura devem gerar uma demanda por soluções de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), inteligência artificial e em CLOUD estimada em R$ 19,0 bilhões até 2031[217]. Esses resultados fazem muito sentido, pois referem-se a atividades econômicas as quais representam *core competences* brasileiras. A popularização dessas tecnologias teve início em 2023, segundo a pesquisa da ICD e o avanço da IA estará associado a capacidade de obtenção e gestão dos dados coletados bem como de sua capacidade analítica[218].

Segundo levantamento realizado pela McKinsey (2018, p. 33), o Brasil encontrava-se abaixo da média mundial em relação ao nível de adoção e absorção da IA para a obtenção de impacto econômico, destacando a falta de profissionais qualificados, de um mercado de trabalho estruturado e da capacidade de aumento da produtividade com automação. O Brasil encontra-se classificado no 4º Grupo, atrás da China (líder dessa avaliação), Chile, Índia e África do Sul. O relatório também mostra que a expectativa de receita mundial é de US$ 13,0 trilhões, até 2030 com o crescimento das aplicações de IA em diversos setores.

É esperado que até 2040, os usos e aplicações da IA se tornem generalizados, integrando-se a várias áreas de nossas vidas e setores econômicos. A IA se tornará uma presença onipresente desde seu uso em assistentes virtuais pessoais altamente inteligentes até em sistemas de tomada de decisão complexa em setores como saúde, finanças e transporte[219].

Apesar de observa-se um crescimento exponencial da IA generativa no Brasil, contando, inclusive, com o Projetos de Lei (PL 2338), de 2023, em tramitação no Senado Federal, que dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial, sinalizando a busco por um avanço em suas regulamentações, o país se posiciona muito aquém do restante do mundo. Segundo o Estudo da McKency, o país apresenta um crescimento mediano e abaixo da média mundial. Além disso, não é possível afirmar que *essa regulamentação da IA, que avança no país, será capaz de impedir seu uso de forma criminosa, não resguardando a privacidade das pessoas, direitos autorais, dentre outros*.

Segundo artigo produzido pela Goldman Sachs[220], o impacto da IA ainda é incerto, mas há uma grande expectativa em relação ao retorno dos investimentos realizados pelas organizações. Entretanto, é esperado que o investimento em IA generativa pode levar ao crescimento do PIB global em 7% nos próximos 10 anos. Cabe destacar o impacto nos postos de trabalho do uso da IA nas próximas décadas. Espera-se que dois terços das ocupações existentes atualmente possam ser automatizadas pela IA nas próximas décadas, por outro lado, espera-se o surgimento de uma quantidade ainda maior de novas profissões. O artigo ressalta, como exemplo, o fato de que em 1940, 60% das profissões existentes hoje em dia, não existiam naquela época. Entretanto, essas novas

[215] Gartner. Top Strategic Technology Trends 2024. 2023. Disponível em: https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2024. Acesso em 17 dez. 2023.
[216] Disponível em: https://exame.com/inteligencia-artificial/os-fatores-que-colocam-o-brasil-como-o-centro-da-ia-na-america-latina/. Acesso em 19/07/2024.
[217] Disponível em: https://www.gov.br/gestao/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/relatorios/outros-relatorios/onu-5br-produto-5-poliiticas-publicas-v09.pdf. Acesso em: 19/07/2024.
[218] Disponível em: https://telesintese.com.br/gastos-com-ia-generativa-devem-mais-do-que-dobrar-no-brasil-em-2024/. Acesso em 19/07/2024.
[219] Disponível em: https://www.bloomberglinea.com.br/2022/02/25/inteligencia-artificial-e-uma-revolucao-onipresente/ . Acesso em 18/08/2024.
[220] Generative AI couuld raise Global GDP by 7%, april 2023. Disponível em: https://www.goldmansachs.com/insights/articles/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent. Acesso em 18/08/2024.

profissões que irão surgir demandarão profissionais com maior nível de conhecimento, mas *não é possível saber quais serão as competências que serão demandadas para o exercício de tais profissões*.

O Brasil tem investido em centros de pesquisa em IA. Há centros em Fortaleza, Natal, Recife, Campina Grande, Salvador, Brasília, Goiânia, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Campinas, São Carlos, Curitiba e Porto Alegre. Em 2023, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) anunciou o lançamento de mais quatro centros de pesquisa em IA. Em 2021, haviam sido lançado seis novos centros[221]. Apesar de o foco desses centros ser a realização de pesquisa aplicada, *não é possível afirmar que o Brasil se tornará um grande provedor de soluções no campo da IA, ou se vamos nos manter como consumidores de soluções internacionais*.

7.2. Processamento veloz com os avanços da computação quântica e do *edge computing*

O ano de 2024 é marcado pelos avanços significativos tanto na computação quântica quanto na ascensão da computação na borda (*edge computing*). Enquanto os computadores quânticos prometem revolucionar a computação convencional, a *edge computing* emerge como uma mudança revolucionária no gerenciamento de dados e na eficiência operacional, especialmente em um contexto de crescente volume de informações e uso intensivo de inteligência artificial (IA), tornando o processamento mais rápido (Marcial e Menezes, 2023).

Espera-se que, em 2025, teremos computadores quânticos com 4.158-qubits ampliando o acesso e a escala aos benefícios reais dessa tecnologia, resultado dos significativos investimentos que tem recebido e que se ampliarão[222]. A tecnologia, ainda em estágio inicial, promete impactar fortemente áreas como o desenvolvimento de *software*, criptografia, otimização de algoritmos e simulações complexas em análise de dados industriais, gerenciamento de risco, em especial no setor financeiro, otimização da cadeia de abastecimento e logística, por exemplo (Marcial e Menezes, 2023). Destaca-se os investimentos e experimentos realizados pela IBM, desde 2022 quando lança o Oprey[223]; a Intel, que lançou a versão 1.0 do kit de desenvolvimento de software quântico em 2022[224]; e o Google, que investe desde 2019 em 2023 afirmou ter atingido a supremacia quântica[225] em seus experimentos. Em 2023, o SENAI-SP recebeu o primeiro computador quântico educacional. Na Bahia, foi lançado o QuIIN (Quantum Industrial Innovation), primeiro centro de desenvolvimento de competência em tecnologias quânticas do Brasil[226].

Em maio de 2024, foi criada a primeira rede física de comunicação quântica, que liga instituições parceiras, a Rede Rio Quântica. A ligação por fibra óptica conecta PUC-Rio, CBPF, UFRJ e IME, no RJ, enquanto a UFF, em Niterói, se conecta ao CBPF por laser. Logo em seguida, em junho de 2024, o Instituto Venturus inaugurou o Centro de Excelência em Computação Quântica (CDE) na cidade de Campinas (SP). Projetado para ser um núcleo de inovação aberta, o novo centro visa colocar o Brasil na vanguarda da computação quântica na América Latina. Esses são eventos que mostram os investimentos em computação quântica no Brasil.

Segundo estimativa de Kai-Fu Lee (2022), por volta de 2040 essa tecnologia estará em pleno funcionamento. Como o computador quântico tornará obsoleto sistemas de criptografia críticos existentes, pois demandará uma criptografia quântica, espera-se que, em 2024, ocorra a emissão do padrão para "criptografia pós-quântica" pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST)[227] americano, visto que seu projeto já foi iniciado em 2023.

A busca por maior controle sobre dados *impulsionará a ascensão do CLOUD computing soberana já em 2025*. A *CLOUD computing* soberano é uma resposta às crescentes regulamentações sobre o uso e localização de dados em suas jurisdições, especialmente em setores sensíveis como serviços financeiros.

Além disso, até 2027, de acordo com o Gartner[228], *espera-se a adoção generalizada de Plataformas em CLOUD da Indústria (ICPs)*. Essas plataformas personalizadas atenderão às necessidades específicas de setores como finanças, saúde e manufatura, proporcionando soluções digitais especializadas. Segundo o Gartner, é

[221] Disponível em: https://bv.fapesp.br/linha-do-tempo/2408/centros-de-pesquisas-aplicadas-em-inteligencia-artificial/. Acesso em 19/07/2024.
[222] Expanding the IBM quantum roadmap to anticipate the future of quantum-centric supercomputing. Disponível em: https://www.ibm.com/quantum/blog/ibm-quantum-roadmap-2025. Acesso em: 19/07/2024.
[223] Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/ibm-lanca-seu-mais-poderoso-computador-quantico-com-433-qubits/#:~:text=A%20IBM%20lan%C3%A7ou%20nesta%20quarta,%E2%80%9CEagle%E2%80%9D%20anunciada%20ano%20passado. Acesso em: 18/08/2024.
[224] Disponível em: https://www.intel.com.br/content/www/br/pt/newsroom/news/intel-releases-quantum-sdk.html#:~:text=O%20que%20h%C3%A1%20de%20novo,Intel%C2%AE%20Quantum%20(SDK). Acesso em 18/08/2024.
[225] Disponível em: https://tecnoblog.net/noticias/google-atinge-supremacia-quantica/. Acesso em 18/08/2024.
[226] Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/08/cientistas-apresentam-possibilidades-para-desenvolver-a-computacao-e-internet-quantica-no-brasil. Acesso em 18/08/2024.
[227] NIST divulgou hoje 24 de agosto, projetos de padrões para criptografia pós-quântica. Disponível em: https://cryptoid.com.br/criptografia-identificacao-digital-id-biometria/nist-divulgou-hoje-24-de-agosto-projetos-de-padroes-para-criptografia-pos-quantica/.
[228] Gartner. Top Strategic Technology Trends 2024. 2023. Disponível em: https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2024. Acesso em 17 dez. 2023.

esperado que mais de 70% das empresas adotem ICPs até 2027, com o objetivo de impulsionar suas iniciativas de negócios. *Em 2027, mais de 50% das empresas usarão plataformas em CLOUD para acelerar os negócios, destacando a necessidade crescente de soluções digitais específicas para diferentes setores da economia*. O surgimento de uma *nova geração de provedores especializados em serviços específicos de IA, como GPU*[229] *de alto desempenho do Google CLOUD, promete transformar o mercado até 2045*.

À medida em que haja um *aumento exponencial da quantidade de dispositivos IoT*[230], a necessidade de processamento de dados eficiente torna-se crucial. Espera-se para a próxima década a *adoção generalizada de edge computing*, permitindo o processamento de dados próximo à fonte, reduzindo a carga nas redes e melhorando a eficiência global. Tal adoção representará uma mudança paradigmática na forma como dados são processados e gerenciados e será vital para aplicações críticas, como sistemas de saúde e cidades inteligentes. Em 2024, a computação na borda já atua como mini datacenters, capacitando organizações a processar dados localmente, próximo à sua origem. Isso é particularmente valioso em locais remotos com conectividade limitada, onde a infraestrutura distribuída reduz a dependência de data centers centralizados (Marcial e Menezes, 2023).

A integração entre CLOUD computing e edge computing redefinirá a IA tornando-a mais acessível e prática para uma variedade de aplicações. O processamento descentralizado abrirá caminho para a utilização mais eficaz da IA na borda (mais próximo do usuário final), contribuindo para um avanço significativo em várias áreas, como saúde, logística e automação industrial. A capacidade de unir o poder computacional da CLOUD com o processamento em tempo real na borda resultará em aplicações mais rápidas, responsivas e sensíveis ao contexto. *A computação em borda facilitará o processamento e a tomada de decisões em tempo real, reduzindo a latência e aprimorando o desempenho das aplicações de IA* (Marcial e Menezes, 2023).

Uma das tendências que fortalecerão o uso do *edge computing* é o fato do *crescimento da demanda por computação em tempo real*. A adoção do *edge computing* também proporciona a realização de análises complexas sem esperar pela CLOUD computing, e fornece resultados em tempo real. A adoção do edge computing será crucial para viabilizar aplicações como carros autônomos, realidade aumentada e automação industrial. Destaca-se também que o 5G será um grande viabilizador, facilitando a transferência rápida de dados entre dispositivos. Também é esperado a integração do edge computing, IA e IoT, proporcionando o processamento da informação coletada pelos dispositivos de IoT. Entretanto, essas aplicações também apresentam o desafio de otimização do consumo de energia e redução da pegada de carbono, viabilizando soluções verdes.

Segundo a IDC[231], esses serviços no Brasil, considerando um curto espaço de tempo, até 2025, deverão capitanear investimentos de cerca de US$ 4,0 bilhões, em especial pelas áreas de óleo e gás, manufatura e mineração.

Enquanto a computação na borda e outras tendências mencionadas prometem avanços extraordinários, desafios como infraestrutura e complexidade de ambientes em CLOUD, bem como os custos associados exigirão uma consolidação cuidadosa de fornecedores e plataformas, não sendo possível saber se até 2045, *o Brasil irá dispor de infraestrutura que permita a utilização plena do edge computing*.

Todo esse movimento fortalecerá a virtualização de infraestrutura, produtos e serviços por meio das TICs, conforme identificado no Brasil 2035 e que se manterá como tendências até 2045.

Espera-se um crescimento da substituição da aquisição de produtos de TICs por serviços no modelo "*everything as a service* – XaaS". Antes para se ter acesso a um pacote qualquer de *software* era necessário a sua aquisição. Hoje em dia é possível alugar seu uso, tendo acesso à todas as atualizações, assistência técnica ou ainda por pacotes adicionais de serviços sem o pagamento de um valor adicional durante a vigência do contrato. Mesmo no caso de aquisição da licença de um software, o cliente pode optar pela contratação de serviço de manutenção, assistência técnica e atualização do produto adquirido.

Ou seja, o mercado se molda às necessidades do cliente por meio da oferta de serviços atrelados aos software. A *CLOUD computing*[232] é um exemplo já citado que se enquadra no modelo XaaS. O uso do armazeFnamento de arquivos digitais em CLOUD só cresce, a exemplo do Google Drive, Onedrive, iCloud e Dropbox. Outros exemplos do modelo XaaS são Netflix, Disney+, Amazon Prime, Spotify, Youtube, Game Pass, ChatGPT, Office 365 etc. tornou-se boa parte do que utilizamos no virtual, intensificando a tendências de virtualização da economia.

[229] GPU – Unidade de Processamento Gráfico.
[230] IoT – Internet das Coisas.
[231] Disponível em: https://www.abranet.org.br/publicacoes/noticias/4885. Acesso em 18/08/2024.
[232] O conceito de computação em nuvem (em inglês, cloud computing) refere-se à utilização da memória e da capacidade de armazenamento e cálculo de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da Internet, seguindo o princípio da computação em grade.

8. Crescimento da utilização da realidade virtual, realidade aumentada e realidade estendida, mesclando realidades

A Realidade Virtual (VR) e a Realidade Aumentada (AR) já estão transformando as indústrias de entretenimento, educação e comunicação. *Espera-se, para a próxima década, uma fusão cada vez mais profunda dos domínios físico e digital*. Os avanços dos aplicativos em realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR) devem se tornar mais integrados às nossas vidas, provocando uma revolução e confundindo os limites entre o físico e o virtual e redefinindo a interação com o ambiente (Marcial e Menezes, 2023).

Também é esperado que, até 2050, *essas tecnologias atingirão um nível sem precedentes de imersão e realismo*. As interações digitais se tornarão praticamente indistinguíveis das experiências do mundo real, permitindo a exploração de mundos virtuais, criação de ambientes simulados tanto para facilitar o treinamento profissional quanto aprimorar nossa interação social[233].

Para as próximas décadas, *espera-se o uso crescente da realidade virtual e realidade aumentada na transformação de experiências do consumidor, no marketing, na educação e treinamento, na saúde além do seu conhecido uso no campo do entretenimento* (Marcial e Menezes, 2023).

A força de trabalho conectada aumentada (ACWF), termo cunhado pelo Gartner[234]*, caracteriza-se como outra expectativa para a próxima década, que otimizará o valor dos trabalhadores humanos em ambientes cada vez mais digitais*. Espera-se que até 2027, 25% dos CIOs[235] utilizem iniciativas ACWF para reduzir pela metade o tempo necessário para adquirir competências essenciais em funções-chave, além de influenciar positivamente a satisfação e o engajamento dos colaboradores (Marcial e Menezes, 2023).

Ainda neste campo, *o uso da realidade estendida (XR)*[236] *crescerá na próxima década*. Além de sua presença crescente no cotidiano, a XR expandirá ainda mais os limites das experiências digitais, se integrará de maneira mais profunda em setores como varejo, imobiliário e educação, fornecendo experiências imersivas mais refinadas e envolventes, transcendendo os limites entre os mundos físico e virtual. À medida que essa tecnologia se tornar mais acessível, *antecipa-se que ela desempenhe um papel central na inovação e na transformação de diversas áreas*. Esse novo mercado também demandará novos profissionais como: Arquiteto de Realidade Estendida; Engenheiro Líder Frontal; Engenheiros de suporte AR/VR; e Diretores Criativos (Marcial e Menezes, 2023).

Verifica-se, no Brasil, investimentos em realidade virtual, como por exemplo o uso pela Roca Brasil Cerâmica e Incepa para apresentar novos revestimentos a clientes. Lançado em 2023, com o uso de óculos VR, os participantes puderam caminhar por um espaço físico pré-determinado, para visualizar, em primeira mão, os novos revestimentos das marcas Incepa e Roca Cerâmica[237]. No início de 2024, a cidade de Olímpia, no Estado de São Paulo, inaugurou o primeiro parque de diversão temático de realidade virtual da América Latina: o Orionverso. Em Curitiba, a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) inaugurou, em 2023, o primeiro centro de realidade estendida no Brasil[238]. Esse espaço, que conta com mais de três mil metros quadrados, está equipado para o desenvolvimento de projetos de realidade virtual, aumentada e 3D.

Apesar de os investimentos no mundo nas áreas de AR/VR estarem iniciando, espera-se que, até 2045, deverão estar disponíveis, tanto para uso na indústria quanto no varejo, além da área de entretenimento. Resta saber se *o Brasil será consumidor ou também desenvolvedor dessas tecnologias até 2045*.

9. Crescimento do uso dos dispositivos autônomos

O ano de 2024 se revela como um marco na ascensão dos dispositivos autônomos, transformando radicalmente a forma como interagimos com a tecnologia e com o mundo ao nosso redor. Os dispositivos autônomos estarão mais presentes nas próximas décadas e se consolidarão como protagonistas de mais uma revolução tecnológica. *Drones, carros autônomos, robôs avançados e outras inovações tecnológicas estão redefinindo a logística, o transporte pessoal e diversos setores da economia*. Entretanto, também trarão desafios éticos e regulatórios (Marcial e Menezes, 2023).

[233] Disponível em: https://maniacosdatecnologia.com.br/2050-esta-logo-ali/. Acesso em: 18/08/2024.
[234] Gartner. Top Strategic Technology Trends 2024. 2023. Disponível em: https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2024. Acesso em 17 dez. 2023.
[235] CIO – *Chief Information Officer* (Chefe ou Diretor de Tecnologia da Informação).
[236] A Realidade Estendida (XR), abrangendo realidade virtual (VR), realidade aumentada (AR) e realidade mista (MR).
[237] Disponível em: https://mercadoeconsumo.com.br/01/03/2023/tecnologia/roca-brasil-ceramica-investe-na-realidade-virtual-para-apresentar-novos-revestimentos-e-resultar-em-grandes-negocios/?cn-reloaded=1. Acesso em: 18/08/2024.
[238] Disponível em: https://www.pucpr.br/noticias/pucpr-e-primeira-universidade-do-brasil-ter-um-centro-de-realidade-estendida/. Acesso em: 18/08/2024.

A mobilidade elétrica e os veículos autônomos deverão emergir nos próximos anos como protagonistas na transformação do transporte, visando não apenas a redução de emissões, mas também a remodelação da eficiência e segurança. Os avanços na inteligência artificial e sistemas de sensores tornarão os veículos autônomos mais seguros e eficientes, reduzindo os congestionamentos e os acidentes nas próximas décadas (Marcial e Menezes, 2023).

Entretanto, no Brasil, essa tecnologia ainda é muito incipiente, em especial no que diz respeito ao uso de carros autônomos. Falta legislação e a infraestrutura existentes nas cidades brasileiras também dificulta tais avanços. Além disso, as empresas que mais investem em carros autônomos não são oriundas da indústria automobilística, como é o caso da Amazon e da Apple que não possuem nem centros de pesquisa nem fábricas no Brasil. Nesse contexto, não é possível saber se *até 2045, o Brasil possuirá legislação e infraestrutura que permita a utilização de carros autônomos nas cidades*.

Outra tendência ascendente, refere-se ao *uso crescente de robôs autônomos na indústria e no setor de serviços*. Esses dispositivos automatizados executarão tarefas complexas de forma independente, proporcionando eficiência e precisão em diversos setores (Marcial e Menezes, 2023).

A tecnologia de robôs móveis autônomos (AMRs) cresce rapidamente em todo o mundo, possui potencial de crescimento no Brasil. Segundo a Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII), o mercado de AMRs cresce no Brasil a uma taxa superior a 30% ano[239]. Entretanto, não é possível saber se, *até 2045, o Brasil será produtor de robôs autônomos para o setor de serviços, ou mesmo se tal tecnologia será amplamente utilizada por esse setor.*

Os robôs autônomos domésticos representam um mercado em crescimento no Brasil. O mercado global de robôs domésticos foi estimado em US$ 8,55 bilhões para 2024, e deve atingir US$ 22,46 bilhões até 2029, crescendo a um CAGR de 18,81% entre 2024 e 2029[240].

Os drones também desempenharão um papel fundamental nas entregas comerciais, o qual se tornará mais difundida na próxima década. Como exemplo, cita-se a Amazon que ampliará a entrega tanto de uma maior diversidade de mercadorias quanto para a maioria das cidades americanas. Ela também irá expandir esse serviço de entrega com o uso de dores para outros países como Itália e Reino Unido até o final de 2024[241] (Marcial e Menezes, 2023).

A aplicação de drones na agricultura, na logística, na segurança pública e outros setores mostra sua versatilidade. *O crescimento constante desse mercado, impulsionado por inovações tecnológicas, sugere que os drones desempenharão funções cada vez mais diversas, indo além das expectativas iniciais*. O mercado global de drones deve saltar de US$ 30,6 bilhões em 2022 para US$ 55,8 bilhões em 2030, apresentando uma taxa de crescimento anual de cerca de 8% no período, segundo a Drone Industry Insight[242] (Marcial e Menezes, 2023).

Focando especialmente no uso de drones pela agricultura brasileira, esse equipamento tem se multiplicado e é esperado um crescimento exponencial para as próximas décadas. Segundo dados oficiais do Sistema de Aeronaves Não-Tripuladas (Sisant), órgão vinculado à Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), existiam em maio de 2024, 5.269 drones agrícolas em operação no país. O número é 375% maior do que o de dois anos atrás (1.109 unidades)[243].

A proliferação do uso de drones no Brasil, fez com que novas regras fossem instituídas pela Agência Nacional de Aviação (ANAC), regulamentando o voo de drones no Brasil. Segundo dados da ANAC, hoje existem 159.423 registros no país[244]. Apesar de a maior parte ser voltado para atividades recreativas no Brasil, verifica-se o seu uso em outras atividades como aero cinematográficas, aerofotografia e levantamento, aero inspeção dentre outros.

Outra área em que o uso de drones cresce no Brasil é a de segurança pública. Pesquisa realizada em 2023, mostra que os drones são adotados por 63% das forças de segurança no Brasil[245]. Em abril de 2024, só a Secretaria de Estado da Política Militar do Rio de Janeiro recebeu 24 drones para apoiar as operações urbanas e estratégicas[246].

[239] Disponível em: https://www.industria40.ind.br/noticias/21768-mercado-robos-moveis-autonomos-cresce-30-ao-ano-tendencia-processos-logistica. Acesso em: 18/08/2024.
[240] Disponível em: https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/household-robots-market. Acesso em: 18/08/2024.
[241] Amazon fará entrega de drones em mais três locais em 2024. Disponível em: https://www.mundoconectado.com.br/drones/amazon-fara-entrega-de-drones-em-mais-tres-locais-em-2024/. Acesso em: 18/08/2024.
[242] Por que o mercado de drones não para de crescer? Disponível em: https://opresenterural.com.br/por-que-o-mercado-de-drones-nao-para-de-crescer/. Acesso em: 18/08/2024.
[243] Disponível em: https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2024/05/07/drones-se-multiplicam-nos-ceus-do-agro-brasileiro-numero-de-aparelhos-no-campo-cresce-375percent-em-dois-anos.ghtml. Acesso em 18/08/2024.
[244] Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/areas-de-atuacao/aeronaves-1/drones-cadastrados/painel-drones. Acesso em: 18/08/2024.
[245] Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-03/drones-sao-adotados-por-63-das-forcas-de-seguranca-no-brasil#:~:text=A%20tecnologia%20mais%20presente%20no,das%2027%20unidades%20da%20federa%C3%A7%C3%A3o. Acesso em 18/08/2024.
[246] Disponível em: https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/noticias/mjsp-entrega-24-drones-para-a-secretaria-de-estado-de-policia-militar-do-rio-de-janeiro. Acesso em: 18/08/2024.

10. Busca por gerenciamento e investimento contínuo para minimizar as ameaças cibernética e o *blockchain*

Espera-se o crescimento das preocupações e dos investimentos na prevenção de ataques cibernéticos, para a proteção dos ativos das organizações e segurança de dados até 2045. Segundo relatório do International Business Report (IBR)[247], a cibersegurança é prioridade para mais de 80% das empresas de médio porte do Brasil. A Cybercrime Magazine[248] prevê que estes ataques custarão à economia global cerca de 9,5 trilhões de dólares só em 2024.

Dado a crescente complexidade dos ataques cibernéticos, a segurança cibernética terá uma prioridade crítica nas próximas décadas, elevando a necessidade de investimento em gerenciamento contínuo da exposição a ameaças cibernéticas (Marcial e Menezes, 2023). Até 2026, o Gartner[249] prevê que as organizações que priorizarem seus investimentos em segurança com base em um programa Gestão Contínua de Exposição a Ameaças perceberão uma redução de dois terços das violações.

Nesse contexto, o Brasil elaborou a Estratégia Nacional de Segurança Cibernética (E-CIBER), publicada no Decreto nº 10.222, de 5 de fevereiro de 2020, cujo objetivo é orientar a sociedade brasileira sobre as principais ações pretendidas. Entretanto, segundo pesquisa realizada pela Check Point Research (CPR), os ataques cibernéticos cresceram cerca de 70% no Brasil em um ano (entre o segundo trimestre de 2023 e o de 2024). O levantamento da CPR apontou que no segundo trimestre de 2024, o Brasil registrou um aumento de 67% de ciberataques em organizações (representando 2.754 vezes de ataques semanalmente), em comparação ao mesmo período de 2023. Um crescimento exponencial quando comparado com o índice de 7% no segundo trimestre de 2023, no qual as organizações no Brasil foram atacadas 1.645 vezes semanalmente, em comparação ao mesmo período de 2022.

Embora avanços em inteligência artificial (IA) e *machine learning* (ML) possam reduzir os riscos, ao prever e prevenir ataques antes que eles causem danos, há desafios emergentes, como a perda de privacidade e de questões éticas envolvidas, temas que crescerão na pauta do debate em torno do avanço da IA em 2024. Além disso, o avanço da computação quântica apresenta novos desafios, demandando a criação de protocolos de segurança robustos (Marcial e Menezes, 2023).

Esse avanço também *ampliará o mercado para os analistas de segurança cibernética; testador de intrusão; engenheiro de segurança; arquiteto de segurança; engenheiro de segurança e analista de segurança de rede, hacker ético; analista de malware nas próximas décadas* (Marcial e Menezes, 2023). Além disso, a crescente digitalização também está associada a uma maior vulnerabilidade de todos os agentes socioeconómicos face aos ciberataques.

Ainda no campo da segurança cibernética, o *blockchain* apresenta-se como uma das soluções possíveis para minimizar o problema nos próximos anos, extrapolando seu uso para além do campo das criptomoedas. Espera-se que o *blockchain cresça em importância e passe a influenciar positivamente transações digitais, gestão da cadeia de suprimentos, saúde, propriedade intelectual e proteção de dados pessoais, tornando-se uma tecnologia cada vez mais predominante* (Marcial e Menezes, 2023).

À medida que o *blockchain* passa a transcender seu papel inicial das criptomoedas, seu impacto se estenderá para além das transações financeiras. No campo da cadeia de suprimentos, espera-se que o *blockchain proporcionará uma revolução na rastreabilidade e eficiência, eliminando intermediários e aumentando a confiança nas transações já em 2024*. Além disso, a tecnologia *blockchain emerge como uma ferramenta essencial na proteção de dados pessoais, oferecendo uma abordagem transparente e segura para gerenciar identidades digitais*. Sua imutabilidade e descentralização garantirão integridade em processos, enquanto os contratos inteligentes automatizam a execução confiável de acordos. Espera-se que até o final de 2024, o *blockchain* também desempenhe um papel significativo na transformação dos sistemas de votação, proporcionando um registro seguro e imutável, fortalecendo a confiança nas práticas democráticas (Marcial e Menezes, 2023).

Nesse contexto, levanta-se a questão de se, até 2045, o *Brasil será capaz de garantir níveis mínimos de segurança de informações e comunicações*. Isso porque, a segurança de informações e comunicação, bem como da privacidade de dados parece ser a maior incerteza entre os especialistas do setor. Promover a segurança das informações, comunicações não se trata apenas de proteção lógica dos dados ou do conteúdo que está sendo

[247] Disponível em: https://tiinside.com.br/06/05/2024/cibersegurança-e-prioridade-para-mais-de-80-das-empresas-de-medio-porte-do-brasil/. Acesso em 18/08/2024.
[248] Disponível em: https://cybersecurityventures.com/cybercrime-to-cost-the-world-9-trillion-annually-in-2024/. Acesso em: 18/08/2024.
[249] Gartner. Top Strategic Technology Trends 2024. 2023. Disponível em: https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2024. Acesso em: 17 dez. 2023.

transmitido (normalmente feita por meio de *software*), trata-se também da segurança física de equipamentos (*hardware*), das redes e instalações. Quando se fala em segurança da informação e comunicações (SIC) refere-se a ações que objetivam viabilizar e assegurar a disponibilidade, a integridade, a confidencialidade e a autenticidade das informações (Brasil, 2015). Esse é um conceito abrangente que engloba comunicações televisivas, radiofrequências, satélites, cibernética, documentos físicos (papéis) etc.

11. Aceleração do processo de transformação digital

Nos próximos 20 anos, o mundo será cada vez mais digital, não somente em relação a proliferação de produtos e serviços digitais, que os tornarão invisíveis e imateriais, estando disponíveis somente quando necessitamos deles, mas também a transformação de processos analógicos e humanos em digitais.

Quanto mais objetos se tornaram digitais, como os já ocorridos com a televisão, o relógio, a máquina fotográfica e o telefone, e esses objetivos estiverem mais interconectados entre si, com sistemas e pessoas, em alta velocidade, maior será o processo de transformação digital, pois permitirá que os processos sejam aprimorados em função do volume de dados digitais gerados por esses dispositivos (Marcial e Menezes, 2023).

Espera-se que esse processo, que se acelerou com a pandemia do COVID-19, mantenha-se acelerado nos próximos anos, fruto do avanço de tecnologias transformadoras já citadas, como inteligência artificial, internet das coisas, datificação, 5G, computação quântica e *edge computing*, *CLOUD computing*, realidade estendida e dispositivos autônomos (Marcial e Menezes, 2023).

Nesse contexto, o processo de transformação digital irá impactar ainda mais a sociedade tanto em sua forma de pensar, de se comunicar e interagir com outras pessoas e com os objetos ao nosso redor, de trabalhar e de se divertir – o *streaming* é um exemplo que impactou significativamente a forma como ouvimos música e assistimos filmes, séries e documentários (Marcial e Menezes, 2023).

Setores como a indústria e o varejo de uma forma geral, o agrícola, o de saúde, o de educação e o de transportes receberão mais investimentos e os impactos desse processo de transformação digital serão significativos. Espera-se como resultados, para os próximos anos e já percebidos em 2024: *um aumento de eficiência, redução de custos, fruto de diagnósticos mais precisos e melhor experiência do usuário*. Entretanto, os desafios nos campos da infraestrutura e na segurança aumentarão bem com uma maior pressão no sentido de regulamentação dos usos dos dados e manutenção da privacidade dos indivíduos (Marcial e Menezes, 2023). Nesse contexto, não é possível afirmar se, *até 2045, haverá melhoria na infraestrutura, na segurança e na regulamentação dos usos dos dados e manutenção da privacidade dos indivíduos*.

12. A tecnologia se tornará verde

A crescente conscientização ambiental impulsionará outra revolução no setor tecnológico, direcionando seu desenvolvimento para práticas sustentáveis nas próximas décadas. Espera-se *o aumento significativo de investimentos em soluções digitais voltadas para resultados ambientais, sociais e de governança* (ESG) já em 2024 que irão crescer nas próximas décadas (Marcial e Menezes, 2023).

Entretanto, o foco principal será voltado para investimentos que reduzam o consumo de energia e os impactos ambientais, enfatizando a necessidade de tornar as tecnologias da informação (TI) mais eficientes, circulares e sustentáveis. Isso porque espera-se o aumento do consumo de energia resultado da crescente utilização de tecnologias como a inteligência artificial, a criptomoeda, a Internet das Coisas e a *CLOUD computing*. Segundo o Gartner[250], até 2027, 25% dos CIOs[251] terão sua remuneração vinculada ao impacto tecnológico sustentável. Espera-se *o crescimento dos investimentos no uso de fontes de energia renovável para data centers e esforços para tornar dispositivos eletrônicos mais eficientes e recicláveis nas próximas décadas* (Marcial e Menezes, 2023).

A contribuição da tecnologia na promoção da sustentabilidade incluirá o uso de redes inteligentes, blockchain e inteligência artificial. Exemplos como o DeepMind AI do Google, GreenWave Reality e IBM Food Trust mostram o potencial da tecnologia em reduzir o consumo de energia, monitorar e diminuir o uso de recursos, e promover o fornecimento sustentável. A Apple estabeleceu uma meta de alcançar 100% de neutralidade de

[250] Gartner. Top Strategic Technology Trends 2024. 2023. Disponível em: https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2024. Acesso em: 17 dez. 2023.
[251] CIO – *Chief Information Officer* (Chefe ou Diretor de Tecnologia da Informação).

carbono e o Google planeja tornar seus data centers e campi livres de carbono até 2030. Espera-se também o crescimento do desenvolvimento de aplicativos, plataformas e sistemas tecnológicos sustentáveis que ajude a apoiar as práticas de ESG das organizações, reduzindo, por exemplo, a pegada de carbono dos *data centers*, criando algoritmos de eficiência energética e adotando assinatura eletrônica (Marcial e Menezes, 2023).

Espera-se também o crescimento das "*Green Tech*", e exemplo da Apple e do Google, que já estão adotando a tecnologia verde, estabelecendo metas de neutralidade de carbono. Preveem-se maiores investimentos em "Tecnologia Verde" nos Estados Unidos, impulsionados pela preocupação dos CEOs com o futuro dos negócios e a crescente preferência dos consumidores por empresas comprometidas com a sustentabilidade (Marcial e Menezes, 2023). De acordo com Statista, os investimentos em "Tecnologia Verde" nos Estados Unidos passaram de 40,6 mil milhões de dólares em 2019 para 83,4 mil milhões de dólares em 2024[252]. Entretanto, não é possível afirmar que, *até 2045, no Brasil haverá o surgimento das "Green Tech" nacionais.*

As promessas de desenvolvimento e bem-estar da digitização serão ainda atenuadas pela persistência e pelo risco de aumento da desigualdade, com pessoas e regiões com acesso limitado à internet e às tecnologias e serviços digitais, ficando ainda mais excluídas no Brasil (Marcial e Menezes, 2023).

Essas limitações podem ser atribuídas à insuficiência das infraestruturas físicas disponíveis, às dificuldades econômicas associadas à aquisição e manutenção do acesso e à debilidade do nível da qualificação, das competências e capacidades necessárias para o acesso e utilização no Brasil.

Espera-se que persista a tendência para uma *crescente concentração de poder nas grandes plataformas digitais no mundo. Esta concentração poderá reduzir o nível de concorrência nos mercados e causar impactos negativos na inovação, coesão social e na própria autoridade das instituições públicas democráticas.*

13. Sementes de futuro

Apresenta-se, a seguir, uma síntese das 154 sementes de futuro levantadas no âmbito das TICs com suas respectivas classificações. Destaca-se que foram identificadas 55 tendências, 52 surpresas inevitáveis, 42 incertezas e 5 fatos portadores de futuro associadas ao avanço das TICs e suas transformações até 2045.

• Manutenção da evolução científica e tecnológica. (Tendência)

• O mundo será mais conectado em alta velocidade, inteligente e eficiente, proporcionando uma melhor experiência a quem se utiliza dessas tecnologias do mundo digital. (Surpresa inevitável)

• Até 2045, o Brasil irá dispor de uma infraestrutura de comunicações eficientes e de alta velocidade, bem como distribuída por todo território nacional, incluindo as áreas rurais? (Incerteza)

• Novas regulamentações surgirão até 2045 para adequarem-se aos avanços das TICs avanços. (Surpresa inevitável)

• Até 2045, haverá a inclusão e o letramento informacional da maior parte da população brasileira? (Incerteza)

• As mudanças tecnológicas influenciarão a sociedade mundial e proporcionarão estilos de vida inteiramente novos, em especial as no campo das TICs (cujos produtos são intensivos em informação), dos novos materiais, da biotecnologia, da nanotecnologia e da energia. (Surpresas inevitável)

• Os produtos, serviços e soluções desenvolvidos no âmbito das TICs serão cada vez melhores e inovadores e permitirão o desenvolvimento de novos em menor espaço de tempo. (Surpresa inevitável)

• Aceleração do desenvolvimento tecnológico, aumentando o *gap* existente entre os países desenvolvidos e os subdesenvolvidos. (Tendência)

[252] Global clean tech investments - statistics & facts. Disponível em: https://www.statista.com/topics/3001/clean-technology-investments/. Acesso em 1807/2024.

• Haverá um ambiente regulatório favorável ao desenvolvimento das TICs no Brasil até 2045? (Incerteza)

• Manutenção do crescimento da telefonia móvel no Brasil. (Tendência)

• Manutenção do crescimento da demanda e da oferta de serviços de banda larga no Brasil até 2045. (Tendência)

• A comunicação avançada entre dispositivos, proporcionada pela 5G, estimulará o desenvolvimento de soluções interconectadas e o aprimoramento da experiência do usuário. (Surpresas inevitável)

• A revolução tecnológica fornecerá a espinha dorsal para o impulsionamento de tecnologias de ponta em diversas áreas, como a de realidade aumentada e virtual, automação industrial, criação de redes inteligentes e do varejo inteligente, carros autônomos, aprimoramento da segurança e do controle de tráfego. (Surpresa inevitável).

• Rápida evolução das novas gerações de telefonia, sendo possível que, até 2045, estejamos na 7ª geração se uma ruptura não ocorrer. (Surpresas inevitável)

• Até 2045, o Brasil será capaz de avançar na fiscalização e monitoramento da limpeza da banda C-estendida (3.625-3.700 MHz), assegurando que o espectro esteja disponível e otimizado para a universalização do 5G em todo território? (Incerteza)

• Até 2045, o Brasil será capaz de preservar o equilíbrio econômico das outorgas de uso das radiofrequências associadas ao 5G, garantindo um ambiente de competição justa e incentivos adequados para a manutenção dos investimentos nos níveis requeridos? (Incerteza)

• Até 2045, o Brasil desenvolverá as tecnologias associadas às novas gerações de comunicação? Será também produtor dos insumos para telefonia? (Incerteza)

• As Prestadoras de Pequeno Porte (PPP) serão as principais promotoras do desenvolvimento das novas tecnologias de comunicação no Brasil? (Incerteza)

• Haverá acesso aos serviços de banda larga fixa e móvel e o acesso aos serviços móveis de voz e dados em áreas de menor interesse comercial no Brasil até 20245 ? (Incerteza)

• As redes de telefonia serão transformadas em *commodity*, o que estimulará seu crescimento. (Surpresa inevitável)

• Prestadoras de Pequeno Porte (PPPs) se manterão como principais responsáveis pela ampliação da infraestrutura de fibra óptica e pela expansão do acesso à Banda Larga Fixa, inclusive em regiões menos atrativas em termos do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), do Produto Interno Bruto (PIB) e da população. (Tendência)

• A estrutura de regulação existente hoje, voltada para a telefonia no Brasil, pode se tornar obsoleta ou mesmo desnecessária até 2045. (Surpresa inevitável)

• As mudanças sociais continuarão ocorrendo em ritmo acelerado, demandando mudanças no ambiente regulatório das telecomunicações. (Surpresa inevitável)

• Manutenção da função do Estado de proteção do direito da sociedade frente a eventuais abusos econômicos de empresas fornecedoras de TICs. (Tendência)

• Questões com neutralidade de rede, formas de tarifação de aplicativos (p. ex.: Uber), cobrança de impostos decorrente de autônomos virtuais (p. ex.: *youtubers*) continuarão a demandar regulação. (Surpresa inevitável)

• Até 2045, será assegurada a autonomia administrativa, financeira e decisória dos órgãos de regulamentação e controle associadas a comunicação e telefonia no Brasil para a construção de um ambiente normativo eficaz e eficiente? (Incerteza)

• Até 2045, teremos serviços de comunicação com qualidade e preço adequados disponíveis para todos e em todas as regiões do Brasil? (Incerteza)

• Até 2045, haverá internet de alta velocidade ao alcance de todos os brasileiros, inclusive nas áreas rurais? (Incerteza)

• Aumento da oferta e do uso de serviços digitais, fortalecendo o setor de TICs na economia. (Tendência)

• As facilidades e as oportunidades que as TICs permanecerão oferecendo a jovens empreendedores e as empresas a possibilidade de desenvolvimento de novas soluções baseadas em TICs. (Tendência)

• Crescimento de uma gama de serviços digitais ofertados. (Tendência)

• Crescimento da oferta de serviços de *streaming* e queda no número de assinaturas (TV por assinatura) no Brasil, tendo a TV digital como o principal canal desses serviços. (Tendência)

• Crescimento da oferta de cursos *on-line*, inclusive com uma pegada de gamificação. (Tendência)

• Crescimento da oferta de *e-books* e *audiobooks*. (Tendência)

• Proliferação da oferta de *workshops*, palestras, *podcasts* e *webinars*, tanto nacionais quanto internacionais. (Tendência)

• As redes NGN serão capazes de transportar todas as informações (voz, dados e vídeo) encapsulados em pacotes IP, semelhantes aos usados na internet. (Surpresa inevitável)

• Manutenção do processo de convergência de rede e plataformas de serviços de comunicação, inclusive over-the-top (OTT). (Tendência)

• Crescimento acelerado dos serviços de acesso e distribuição de conteúdo pela internet. (Tendência)

• Até 2045, haverá redução da carga tributária que incide nos serviços de telecomunicação? (Incerteza)

• Até 2045, haverá avanços positivos na regulação que garantam os investimentos necessários por parte das operadoras de telecomunicações? (Incerteza)

• Haverá investimento suficientes em infraestrutura de telecomunicação por parte das empresas tradicionais de telecomunicações, para acompanhar o crescimento da demanda, em especial advindos das OTT? (Incerteza)

• As operadoras de telecomunicações passarão a atuar no mercado de OTTs, incluindo esses serviços em suas ofertas de serviços de telecomunicações como forma de equilibrar os seus investimentos. (Surpresa inevitável)

• Manutenção da sociedade brasileira cada vez mais conectada. (Tendência)

• O aumento significativo da quantidade de dispositivos conectados é da Internet das Coisas (IoT). (Tendência)

• A IoT emerge como mais uma revolução tecnológica com impacto significativo em nossas vidas e nas operações das empresas, sendo capaz de provocar uma evolução que promete moldar ainda mais o futuro da conectividade e da automação nas próximas décadas. (Surpresa inevitável)

• Até 2045, a IoT estará completamente interligada, possibilitando a existência de um ecossistema digital possibilitando maior eficiência energética, gerenciamento aprimorado de recursos e uma experiência personalizada em todos os aspectos da vida. (Surpresa inevitável)

• Plano Nacional de Internet das Coisas de 2019. (Fato portador de futuro)

• Lei nº 14.108/2020, suprimiu a incidência do Fistel sobre dispositivos IoT. (Fato portador de futuro)

• Crescimento dos investimentos e da expansão das aplicações de Internet das Coisas e de comunicações Máquina a Máquina no Brasil. (Tendência)

• Expansão do acesso à tecnologia 5G. (Tendência)

• O 5G proporcionará uma base robusta para a atuação dos dispositivos em IoT (Surpresa inevitável).

• Até 2045, haverá interoperabilidade entre dispositivos IoT de diferentes fabricantes, no Brasil? (Incerteza)

• Integração vertical, onde os dispositivos e sistemas serão projetados para colaborar em ecossistemas interconectados, permitindo uma experiência mais fluida para os consumidores e a otimização das operações empresariais. (Surpresa inevitável)

• Crescimento dos investimentos em Internet Industrial das Coisas (IIoT) no Brasil. (Tendência).

• Até 2045, haver redução da carga tributária que permitam os avanços em IoT? (Incerteza)

• Até 2045, barreiras regulatórias serão eliminadas de forma a permitir os avanços em IoT? (Incerteza)

• Até 2045, questões alfandegárias e tarifárias serão resolvidas de forma a permitir os avanços em IoT? (Incerteza)

• O Brasil passará a produzir os componentes necessários para o investimento em IoT até 2045? (Incerteza)

• Haverá colaboração entre a comunidade científica, as empresas e os consumidores para a definição de padrões e para a implementação de políticas de segurança robustas, que garantam a proteção dos dados sensíveis e a integridade dos dispositivos IoT no Brasil até 2045? (Incerteza)

• Soluções avançadas de criptografia e autenticação biométrica associadas à IoT serão implementados no Brasil, até 2045, de forma a mitigar ameaças cibernéticas? (Incerteza)

• Até 2045, será implementado o *edge computing* para o pleno funcionamento da IoT no Brasil? (Incerteza)

• Até 2045, tudo estará conectado pela Internet das Coisas, destacando o avanço da Internet Industrial das Coisas no Brasil? (Incerteza)

• Queda de acessos à telefonia fixa. (Tendência)

• Após 2025, segundo a nova regulamentação da Anatel, não haverá a obrigação de manutenção de uma única linha telefônica fixa nos municípios e as operadoras poderão converter a outorga para o modelo de autorização. (Fato portador de futuro)

• Crescimento da proliferação de dispositivos conectados no Brasil. (Tendência)

• O crescimento dos investimentos em datificação por parte das empresas nas próximas décadas. (Tendência)

• O avanço da IA generativa e da Internet das Coisas resultará em uma explosão de dados. (Surpresa inevitável)

• Tudo girará em torno de dados até 2045. Espera-se que o volume de dados a serem armazenados deve duplicar a cada três anos. (Surpresa inevitável)

• A expectativa é que dados em tempo real se tornem o padrão, alimentando aplicações e a criação de soluções dinâmicas e adaptativas, baseadas em IA em tempo real. (Surpresa inevitável)

• Espera-se mudanças significativas na arquitetura de dados, com a criação de ecossistemas unificados. O gerenciamento dessa grande quantidade de dados se tornará crucial para as organizações. (Surpresa inevitável)

• Algoritmos cada vez mais sofisticados e avançados serão desenvolvidos para processar e entender esses dados, podendo proporcionar um aumento generalizado na produtividade e na inovação. (Surpresa inevitável)

• Crescimento dos ataques cibernéticos. (Tendência)

• Surgimento e evolução da proteção adaptativa de dados baseada na IA. (Surpresa inevitável)

• Até 2045, com os avanços da IoT e da IA, a privacidade dos brasileiros será mantida? (Incerteza)

• Crescente demanda por profissionais especializados em dados, engenheiros de *big data*, engenheiros de robótica, arquitetos de TI, analistas de inteligência de negócios e cientistas de dados e crescimento das certificações nessas áreas. (Tendência)

• Participação crescente das TICs no mercado de trabalho. (Tendência)

• Crescimento do *home-office* e do modelo híbrido no Brasil. (Tendência)

• Crescimento da oferta e da demanda por serviços de delivery e o comércio eletrônico, no Brasil. (Tendência)

• Uberização da economia. (Surpresa inevitável)

• Surgimento de novas modalidades de trabalho não tradicionais baseados na criatividade de jovens empreendedores, que podem se tornar jovens milionários. (Surpresa inevitável)

• Manutenção da falta de uma educação de qualidade e de letramento informacional e digital no Brasil reduzindo a possibilidade de inclusão de parte da população a esse movimento. (Tendência)

• Política Nacional de Educação Digital. (Fato portador de futuro)

• Manutenção dos investimentos em TICs proporcionando aumento da eficiência e da produtividade em organizações públicas e privadas, seguida de aumento da eficiência e da produtividade do trabalho. (Tendência)

• Espera-se alterações profundas ao mercado de trabalho com a obsolescência de certas funções e emergência do surgimento de novas profissões. (Surpresa inevitável)

• Crescente importância das competências digitais e comportamentais, inclusive para o campo da cibersegurança. (Tendência)

• TIC continuarão influenciando mudanças no comportamento humano. (Tendência)

• Crescimento do desenvolvimento de transtornos no comportamento humano, como a depressão e a ansiedade, além da maior expressão de pessoas que apresentam Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), fruto do uso excessivo das TICs. (Tendência)

• Até 2045, haverá investimentos e avanços na área de letramento informacional e digital? (Incerteza)

• Intensificação do uso de redes sociais até 2045. (Tendência)

• Crescimento da automação de processos e serviços de forma inteligente. (Tendência)

• Crescimento dos investimentos em automação residencial. (Tendência)

• Manutenção do crescimento lento do mercado de robôs no Brasil. (Tendência)

• É esperado o uso de robôs em todo lugar, inclusive nos lares, até 2045. (Tendência)

• Até 2045, o uso de robôs pelo setor de serviços e nos lares será uma realidade na maior parte do Brasil? (Incerteza)

• Avanço da inteligência artificial (IA), caracterizando-se como movimento transformador, com destaque para a IA generativa e o machine learning. (Tendência)

• O Brasil conseguirá preencher as lacunas de talento, de infraestrutura, de dados, da governança e da cultura pelo aproveitamento pleno do *machine learning*? (Incerteza)

• Até 2045 associado à IA será o avanço em sua regulamentação que iniba a ocorrência de fraude, violações de direitos autorais e outros crimes cibernéticos, em especial em torno da IA generativa. Questões éticas associadas à IA também participarão fortemente da pausa até 2045. (Surpresa inevitável)

• A IA Generativa como tecnológica transformadora e que dominará os investimentos e revolucionará alguns setores da economia nos próximos anos. (Surpresa inevitável)

• Até 2045, a IA Generativa irá realmente fornecer às organizações brasileiras os retornos esperados, em especial em eficiência e geração de novos produtos? (Incerteza)

• Até 2045, o Brasil se tornará um grande provedor de soluções nacionais no âmbito da IA Generativa? (Incerteza)

• O *machine learning* proporcionará experiências mais personalizadas aos clientes, a partir do entendimento de seu comportamento, por meio da coleta e análise de grandes volumes de dados (*big data* e *data science*), fornecendo insights que antes eram inatingíveis. (Surpresa inevitável)

• Haverá disponibilidade suficiente de profissionais com conhecimento para atuar na área, em especial em *data analytics*, *data science*, automação e curadores de conteúdo até 2045, no Brasil? (Incerteza)

• A regulamentação da IA, que avança no Brasil, será capaz de impedir seu uso de forma criminosa, não resguardando a privacidade das pessoas, direitos autorais, dentre outros? (Incerteza)

• Quais serão as competências que serão demandadas para o exercício das profissões novas profissões que surgirão fruto do avanço da IA? (Incerteza)

• O Brasil se tornará um grande provedor de soluções no campo da IA, ou se manterá como consumidores de soluções internacionais? (Incerteza)

• Processamento veloz com os avanços da computação quântica e do *edge computing*. (Tendência)

• Espera-se que, em 2025, os computadores quânticos com 4.158-qubits ampliarão o acesso e a escala aos benefícios reais dessa tecnologia. (Surpresa inevitável)

• A "criptografia pós-quântica" estará disponível no Brasil até 2045? (Incerteza)

• Ascensão da *CLOUD computing* soberana. (Surpresa inevitável)

• Espera-se a adoção generalizada de Plataformas em CLOUD da Indústria (ICPs). (Surpresa inevitável)

• Em 2027, mais de 50% das empresas usarão plataformas em CLOUD para acelerar os negócios, com oferta de soluções digitais específicas para diferentes setores da economia. (Surpresa inevitável)

• Aumento exponencial da quantidade de dispositivos IoT. (Surpresa inevitável)

• Adoção generalizada de *edge computing*, permitindo o processamento de dados próximo à fonte, reduzindo a carga nas redes e melhorando a eficiência global. (Surpresa inevitável)

• A computação em borda facilitará o processamento e a tomada de decisões em tempo real, reduzindo a latência e aprimorando o desempenho das aplicações de IA. (Surpresa inevitável)

• Crescimento da demanda por computação em tempo real. (Tendência)

• Até 2045, haverá a otimização do consumo de energia e redução da pegada de carbono, viabilizando soluções verdes nas áreas de TICs? (Incerteza)

• Até 2045, o Brasil irá dispor de infraestrutura que permita a utilização plena do *edge computing*? (Incerteza)

• Crescimento da virtualização de infraestrutura, produtos e serviços por meio das TICs até 2045. (Tendência)

• Crescimento da substituição da aquisição de produtos de TICs por serviços no modelo "*everything as a service – XaaS*". (Tendência)

• Virtualização da economia. (Tendência)

• Crescimento da utilização da realidade virtual, realidade aumentada e realidade estendida, mesclando realidades. (Tendência)

• Espera-se, para a próxima década, uma fusão cada vez mais profunda dos domínios físico e digital com os avanços e ampliação do uso de aplicativos em realidade aumentada (AR) e realidade virtual (VR). Essas tecnologias atingirão um nível sem precedentes de imersão e realismo. (Surpresa inevitável)

• Espera-se o uso crescente da realidade virtual e realidade aumentada na transformação de experiências do consumidor, no marketing, na educação e treinamento, na saúde além do seu conhecido uso no campo do entretenimento. (Surpresa inevitável)

• A força de trabalho conectada aumentada (ACWF) otimizará o valor dos trabalhadores humanos em ambientes cada vez mais digitais. (Surpresa inevitável)

• O uso da realidade estendida (XR) desempenhará um papel central na inovação e na transformação de diversas áreas. (Surpresa inevitável).

• O Brasil será consumidor ou desenvolvedor das tecnologias de realidade aumentada (AR) e de realidade virtual (VR) até 2045? (Incerteza)

• Crescimento do uso dos dispositivos autônomos. (Tendência)

• Drones, carros autônomos, robôs avançados e outras inovações tecnológicas permanecerão redefinindo a logística, o transporte pessoal e diversos setores da economia. (Tendência).

• A mobilidade elétrica e os veículos autônomos deverão emergir nos próximos anos como protagonistas na transformação do transporte, visando não apenas a redução de emissões, mas também a remodelação da eficiência e segurança. (Surpresa inevitável).

• Até 2045, o Brasil possuirá legislação e infraestrutura que permita a utilização de carros autônomos nas cidades. (Incerteza)

• Uso crescente de robôs autônomos na indústria e no setor de serviços. (Tendência).

• Até 2045, o Brasil será produtor de robôs autônomos para o setor de serviços, ou mesmo se tal tecnologia será amplamente utilizada por esse setor? (Incerteza)

• Ampliação das modalidades e do uso de drones no Brasil, que desempenharão funções cada vez mais diversas, indo além das expectativas iniciais. (Tendência)

• Agência Nacional de Aviação (ANAC) regulamenta voo de drones no Brasil. (Fato portador de futuro)

• Crescimento das preocupações e dos investimentos na prevenção de ataques cibernéticos. (Tendência)

• Crescimento do número e da complexidade dos ataques cibernéticos. (Tendência).

• Os avanços em inteligência artificial (IA) e *machine learning* (ML) poderão reduzir os riscos de ataques cibernéticos, ao prever e prevenir ataques antes que eles causem danos. (Surpresa inevitável),

• Ampliação do mercado para os analistas de segurança cibernética; testador de intrusão; engenheiro de segurança; arquiteto de segurança; engenheiro de segurança e analista de segurança de rede, *hacker* ético; analista de *malware* nas próximas décadas (Tendência).

• O *blockchain* crescerá em importância e passará a influenciar positivamente transações digitais, gestão da cadeia de suprimentos, saúde, propriedade intelectual e proteção de dados pessoais, tornando-se uma tecnologia cada vez mais predominante. (Surpresa inevitável)

• O *blockchain* proporcionará uma revolução na rastreabilidade e eficiência, eliminando intermediários e aumentando a confiança nas transações. (Surpresa inevitável)

• A tecnologia *blockchain* irá emergir como uma ferramenta essencial na proteção de dados pessoais, oferecendo uma abordagem transparente e segura para gerenciar identidades digitais. (Surpresa inevitável).

• Até 2045, o Brasil será capaz de garantir níveis mínimos de segurança de informações e comunicações. (Incerteza)

• Aceleração do processo de transformação digital. (Tendência)

• Os setores industriais e de varejo obterão um aumento de eficiência, redução de custos, fruto de diagnósticos mais precisos e melhor experiência do usuário, fruto dos investimentos da transformação digital. (Surpresa inevitável)

• Até 2045, haverá melhoria na infraestrutura, na segurança e na regulamentação dos usos dos dados e manutenção da privacidade dos indivíduos no Brasil. (Incerteza)

• A tecnologia se tornará verde. (Surpresa inevitável)

• Espera-se o aumento significativo de investimentos em soluções digitais voltadas para resultados ambientais, sociais e de governança (ESG) até 2045, em especial os voltados para a redução do consumo de energia. (Surpresa inevitável)

• Espera-se o crescimento dos investimentos no uso de fontes de energia renovável para *data centers* e esforços para tornar dispositivos eletrônicos mais eficientes e recicláveis nas próximas décadas. (Surpresa inevitável).

• A contribuição da tecnologia na promoção da sustentabilidade incluirá o uso de redes inteligentes, *blockchain* e inteligência artificial. (Surpresa inevitável)

• Espera-se o crescimento das "*Green Tech*". (Surpresa inevitável).

• Até 2045, no Brasil haverá o surgimento e o crescimento de "*Green Tech*" nacionais? (Surpresa inevitável)

• Aumento da desigualdade, com pessoas e regiões com acesso limitado à internet e às tecnologias e serviços digitais, ficando ainda mais excluídas no Brasil. (Tendência)

• Crescente concentração de poder nas grandes plataformas digitais no mundo. (Tendência)

• Até 2045, haverá redução do nível de concorrência nos mercados ao ponto de causar impactos negativos na inovação, coesão social e na própria autoridade das instituições públicas democráticas? (Incerteza)

Referências

Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel. **Relatório de Gestão 2018**. Brasília: Anatel, 2019.

Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel. **Relatório de Gestão 2019**. Brasília: Anatel, 2020.

Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel. **Relatório de Gestão 2020**. Brasília: Anatel, 2021.

Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel. **Relatório de Gestão 2021**. Brasília: Anatel, 2022.

Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel. **Relatório de Gestão 2022**. Brasília: Anatel, 2023.

Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel. **Relatório de Gestão 2023**. Brasília: Anatel, 2024.

AKPORE, A. S. Free expression in age of the internet: social and legal boundaries. Boulder: Westview Press, 1999

Lee, Kai-fu; Qiufan, Chen. 2041: como a inteligência artificial vai mudar sua vida nas próximas décadas. Rio de Janeiro, GloboLivros, 2022.

McKinsey. Notes from the AI forntier: modeling the impacto f AI on the world economy. Discussion Paper. McKinsey Global Institute, set. 2018.

Marcial, E. C.; Menezes, J. T. M. As 10 principais tendências tecnológicas que prometem revolucionar 2024. Brasília: SocialPort, 2023. Disponível em: https://socialport.com.br/as-10-principais-tendencias-tecnologicas-que-prometem-revolucionar-2024/.

Marcial *et al*. Brasil 2035: Cenários para o desenvolvimento. Brasília: Ipea/Embrapa, 2017.

Brand, S. Is technology moving too fast? Times, 19 June 2000. Disponível em: https://time.com/archive/6741543/is-technology-moving-too-fast/. Acesso em: 13/08/2024.

Capítulo 25

25

ENERGIA NO BRASIL[253]

Dr. Márcio Venício Pilar Alcântara[254]

1. Tendências do Setor Energético Brasileiro

O setor energético brasileiro se encontra em um momento de transição, permeado por transformações impulsionadas por avanços tecnológicos, políticas públicas renovadas e mudanças nos padrões de consumo. Nos próximos anos, várias tendências emergem como forças fundamentais para moldar o setor energético, de modo que o Brasil possa construir um futuro mais sustentável e inovador, mantendo seu papel como líder global em energias limpas. Este contexto, no entanto, demanda uma análise detalhada das variáveis que configuram o presente e a evolução do setor energético brasileiro até 2045.

Para entender as principais direções desse desenvolvimento, a análise abarca o crescimento da demanda por energia, a diversificação das fontes energéticas, a digitalização do setor elétrico, o aumento dos investimentos em energias renováveis, a busca pela eficiência energética e a participação ativa dos consumidores. Essas tendências projetam um cenário de crescente complexidade, em que a segurança energética, a sustentabilidade e a acessibilidade econômica se entrelaçam como fatores críticos.

1.1. Crescimento da Demanda por Energia

O crescimento da demanda por energia no Brasil é uma das tendências mais expressivas e persistentes, refletindo o desenvolvimento econômico e social do país. O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2032 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) projeta um aumento anual médio de 2,2 % na demanda energética até 2032. Esse avanço é impulsionado pelo aumento populacional, pela urbanização e pela melhoria da qualidade de vida, fatores que geram uma pressão significativa sobre a infraestrutura energética e que demandam estratégias robustas de planejamento e investimento.

Desde o início dos anos 2000, o consumo de energia no Brasil apresentou crescimento constante, com uma variação notável de 215,6 milhões de toneladas de óleo equivalente (tep) em 2000 para 288,3 milhões de tep em 2022, um aumento de aproximadamente 33,7 % em 22 anos. Esse cenário de alta demanda não só fortalece a importância do setor energético para a economia, mas também evidencia os desafios operacionais e logísticos de fornecer energia suficiente, segura e acessível para todas as regiões do país.

Em resposta a esse crescimento, a EPE destaca a importância de diversificar a matriz energética e de expandir a infraestrutura de geração e distribuição, além de explorar potenciais de eficiência energética. O avanço dos setores industrial e de transporte também impõe demandas energéticas diferenciadas, com o aumento do uso de eletricidade em substituição aos combustíveis fósseis. Assim, surge a necessidade de uma abordagem holística que não apenas preveja o aumento de capacidade instalada, mas que também considere a segurança energética, a gestão de riscos ambientais e os impactos sociais dessa expansão.

[253] Este capítulo é resultado do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram consolidados e justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[254] Márcio Venício Pilar Alcântara é Doutor e Mestre em Energia Elétrica pela Unicamp – Universidade Estadual de Campinas. É Especialista em Regulação de Serviços Públicos de Energia Elétrica na Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) desde novembro de 2008. Atualmente é Coordenador de Inovação e Engajamento no Mercado, da Secretaria de Inovação e Transição Energética.

Por outro lado, o aumento da demanda apresenta uma oportunidade para o Brasil investir em inovação e na promoção de tecnologias sustentáveis, como o desenvolvimento de redes inteligentes e de sistemas de armazenamento de energia. Além disso, o crescimento da geração distribuída, particularmente com a expansão das tecnologias solares fotovoltaicas, oferece uma chance de descentralização que poderia aliviar a pressão sobre o sistema elétrico e permitir uma maior participação do consumidor como agente produtor de energia.

1.2. Transição Energética e Diversificação das Fontes

No Brasil, a transição energética vem ganhando relevância, com uma tendência clara para a diversificação e descarbonização da matriz energética. Esse movimento reflete tanto as preocupações ambientais quanto a busca por maior segurança e independência energética. Segundo o Balanço Energético Nacional de 2023, a participação de fontes renováveis na matriz energética nacional cresceu de 39,4 % em 2000 para 44,8 % em 2022, um avanço que coloca o Brasil em posição de destaque global no uso de energia limpa e que reafirma o compromisso para redução de emissões de gases de efeito estufa.

As diretrizes estabelecidas no Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) corroboram essa tendência, projetando uma expansão significativa das fontes renováveis até meados do século. Entre as fontes que lideram essa transição estão a energia eólica e a solar, que têm mostrado avanços substanciais na última década. A capacidade instalada de energia eólica, por exemplo, superou 22 GW em 2022, enquanto a solar fotovoltaica ultrapassou a marca de 21 GW no mesmo ano, conforme os dados mais recentes da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). Esse crescimento reflete o potencial competitivo dessas tecnologias, com quedas expressivas nos custos de produção, o que as torna cada vez mais atraentes para investimentos.

A diversificação das fontes não apenas fortalece a resiliência do setor energético, mas também abre portas para o desenvolvimento de novas tecnologias, como o hidrogênio verde, que desponta como uma alternativa promissora para a substituição de combustíveis fósseis em setores industriais e de transporte. O Brasil, devido à sua abundância de recursos naturais, especialmente em termos de energia solar e hídrica, tem uma vantagem competitiva no desenvolvimento e na exportação de hidrogênio verde, uma possibilidade que já integra o planejamento estratégico nacional para os próximos anos.

Paralelamente, a exploração da energia eólica offshore se mostra como uma oportunidade para ampliar a participação das fontes renováveis. Estudos realizados pela EPE identificam o potencial eólico offshore como uma alternativa importante para diversificar a matriz, reduzir a dependência de fontes intermitentes e integrar de maneira mais eficiente os recursos energéticos regionais, especialmente nas áreas costeiras com altos índices de vento.

Essa transição, entretanto, não se dá sem desafios. O Brasil enfrenta a necessidade de um arcabouço regulatório robusto e flexível para apoiar o desenvolvimento e a integração de novas fontes energéticas, bem como para assegurar a continuidade do abastecimento e a estabilidade dos preços. A intermitência das fontes renováveis, como a solar e a eólica, exige ainda investimentos em tecnologias de armazenamento, como baterias de lítio e soluções baseadas em hidrogênio, capazes de mitigar os efeitos das oscilações de geração e manter a confiabilidade do sistema elétrico.

A transição energética em curso reforça, assim, a importância de políticas públicas alinhadas com as melhores práticas internacionais, além de mecanismos de incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias nacionais que aumentem a competitividade do Brasil no mercado global de energia limpa. Com isso, o país não apenas avança em sua agenda de sustentabilidade, mas também se posiciona para liderar uma economia de baixo carbono, explorando seu vasto potencial de fontes renováveis para promover o crescimento econômico de forma sustentável.

1.3. Digitalização e Modernização do Setor Elétrico

A digitalização e modernização do setor elétrico brasileiro estão entre as transformações mais importantes para assegurar uma infraestrutura energética eficiente e resiliente, em linha com as demandas de um futuro mais tecnológico e sustentável. A adoção de tecnologias digitais, como os sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), redes inteligentes (*smart grids*), e automação de subestações, não só aumentam a eficiência operacional, mas também permitem uma melhor gestão de riscos e a mitigação de problemas antes que eles impactem o consumidor final.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) desempenha um papel central nessa modernização, com um foco especial em programas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) que incentivam o uso de inteligência artificial, big data e cibersegurança. Tais iniciativas visam criar um setor elétrico mais dinâmico e capaz de responder com rapidez às variações de consumo, integrando eficientemente as fontes renováveis e distribuídas. A digitalização, por sua vez, facilita a coordenação entre as concessionárias, promovendo uma distribuição de energia mais equilibrada e segura, o que é especialmente relevante para a expansão da geração distribuída e o aumento da demanda por eletricidade em áreas urbanas.

A modernização tecnológica também apoia o desenvolvimento das chamadas "cidades inteligentes", onde a infraestrutura energética é integrada a sistemas de monitoramento ambiental, segurança e transporte. Em cidades como São Paulo e Curitiba, já se destacam as primeiras iniciativas de redes inteligentes e de controle remoto de subestações, representando um passo importante rumo a um sistema interconectado e mais eficiente. Além disso, essas tecnologias contribuem para uma melhor alocação de recursos e um controle mais preciso do consumo, permitindo que as concessionárias de energia ofereçam tarifas mais competitivas e reduzam o desperdício.

Outro aspecto crucial da digitalização é o aumento da cibersegurança no setor energético. Com a crescente adoção de tecnologias interconectadas, surgem novos riscos de ataques cibernéticos que podem comprometer a segurança e a integridade das redes elétricas. A ANEEL e outras entidades têm promovido normas e diretrizes para fortalecer a proteção contra ameaças digitais, exigindo que as concessionárias adotem medidas de segurança robustas, como criptografia de dados e sistemas de detecção de intrusões. Isso é especialmente importante em um setor tão crítico quanto o elétrico, onde um ataque pode impactar milhões de consumidores e causar prejuízos econômicos significativos.

Além disso, a digitalização do setor elétrico apoia a expansão da mobilidade elétrica, um campo que vem crescendo no Brasil e que exige uma infraestrutura de recarga adaptada e eficiente. Com o aumento da frota de veículos elétricos, a integração das estações de carregamento em redes inteligentes é fundamental para otimizar o uso da eletricidade e reduzir o impacto no pico de consumo. Tecnologias como medidores inteligentes permitem uma gestão mais flexível da rede, ajustando a carga de energia conforme as necessidades e incentivando o uso de veículos elétricos de maneira sustentável.

Por fim, o uso de *big data* e da análise preditiva na gestão de redes elétricas contribuem para a previsão de falhas e a otimização de processos, reduzindo o tempo de resposta em emergências e permitindo uma manutenção preventiva mais eficaz. Ao utilizar dados em tempo real, as concessionárias conseguem identificar padrões e prevenir problemas, resultando em um sistema elétrico mais confiável e preparado para o crescimento da demanda.

Em suma, a digitalização e modernização do setor elétrico no Brasil são elementos essenciais para o futuro energético do país. Esse processo não só aprimora a eficiência e a segurança, mas também promove um ambiente mais inovador e sustentável, no qual o Brasil pode se consolidar como líder na incorporação de tecnologias avançadas para um desenvolvimento energético seguro e acessível.

1.4. Investimentos em Energias Renováveis

O aumento nos investimentos em energias renováveis tem sido uma tendência consolidada no Brasil, que, ao longo dos anos, vem se posicionando como um dos países líderes em energia limpa. O potencial do Brasil para a geração de energia a partir de fontes renováveis, como a solar, eólica e biomassa, é amplamente reconhecido tanto no contexto nacional quanto internacionalmente. Dados da ABSOLAR mostram que, em 2023, a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica no Brasil atingiu mais de 21 GW, um avanço expressivo em relação à quase inexistência dessa fonte em 2012. Paralelamente, a energia eólica, com um crescimento constante desde a última década, ultrapassou os 22 GW de capacidade instalada, destacando o país como um dos principais produtores de energia eólica na América Latina e no mundo.

Esses investimentos refletem uma busca nacional por uma matriz energética mais diversificada e sustentável, como estabelece o PNE 2050. O Brasil, com sua abundante incidência solar e ventos regulares, possui características geográficas e climáticas ideais para a exploração de energias renováveis, atraindo grandes fundos de investimento internacionais e apoio de bancos de desenvolvimento, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Banco dos BRICS. A BloombergNEF, em seu relatório sobre tendências de investimento em energia de 2023, aponta que o Brasil atraiu cerca de US$ 11,8 bilhões em investimentos em tecnologias de energia limpa em 2022, um valor que deverá aumentar à medida que o país consolida sua posição no mercado global de energia sustentável.

Os investimentos em renováveis também desempenham um papel estratégico para a economia do país, fortalecendo a infraestrutura energética e promovendo a criação de empregos. O desenvolvimento de parques solares e eólicos gera oportunidades diretas e indiretas para diversas regiões, incluindo áreas economicamente desfavorecidas, além de fomentar cadeias produtivas locais e incentivar o surgimento de novos negócios. Além disso, o aumento da geração renovável contribui para a segurança energética, reduzindo a dependência do país em relação a fontes fósseis e importações de combustíveis, e permitindo uma maior estabilidade no fornecimento de energia.

A expansão das energias renováveis, no entanto, traz consigo desafios significativos, principalmente em relação à integração dessas fontes intermitentes na rede elétrica. Para mitigar o impacto da variabilidade da produção de energia solar e eólica, o Brasil tem intensificado suas pesquisas e investimentos em soluções de armazenamento de energia. Baterias de lítio e outras tecnologias de armazenamento são áreas de destaque nas Chamadas Públicas de Projetos de PDI da ANEEL, que visam encontrar soluções para a estabilidade do sistema e a continuidade do abastecimento em períodos de baixa produção. O desenvolvimento dessas tecnologias é fundamental para maximizar o uso das fontes renováveis e proporcionar uma matriz energética mais resiliente e confiável.

Outro aspecto relevante dos investimentos em renováveis é a geração distribuída, que, com a expansão das tecnologias solares fotovoltaicas, permite que residências, empresas e propriedades rurais produzam sua própria energia e contribuam para a redução da pressão sobre a rede elétrica. A ANEEL tem estabelecido regulamentações para incentivar a geração distribuída, permitindo inclusive a possibilidade de compensação de créditos de energia, o que torna essa modalidade ainda mais atraente para consumidores e investidores. A descentralização da produção energética não só ajuda a melhorar a segurança do sistema, mas também facilita o acesso à energia em áreas remotas e de difícil acesso, ampliando os benefícios sociais e econômicos da transição para fontes limpas.

A longo prazo, o Brasil vislumbra a possibilidade de se tornar um exportador de tecnologias renováveis e de hidrogênio verde, um combustível limpo e versátil que pode desempenhar um papel crucial na descarbonização de setores industriais e de transporte. O país, com sua vasta disponibilidade de energias renováveis, está bem-posicionado para se tornar um líder na produção e exportação de hidrogênio verde, aproveitando a demanda global por alternativas ao petróleo e ao gás natural. Nesse sentido, a criação de parcerias estratégicas e o desenvolvimento de uma infraestrutura específica para a produção e o transporte de hidrogênio verde podem potencializar o papel do Brasil como protagonista na nova economia de baixo carbono.

Em suma, os investimentos em energias renováveis não só fortalecem o setor energético do Brasil, mas também trazem impactos positivos para a economia e para o desenvolvimento regional. Ao expandir sua capacidade de geração renovável, o Brasil se posiciona como um modelo para outros países em desenvolvimento que buscam uma transição energética sustentável, consolidando sua liderança no cenário global de energia limpa.

1.5. Eficiência Energética

A eficiência energética vem ganhando destaque no Brasil como uma abordagem essencial para reduzir o consumo de recursos naturais e o impacto ambiental, promovendo, ao mesmo tempo, a competitividade econômica. O PNE 2050 estabelece metas ambiciosas para a eficiência energética em diversos setores da economia, visando reduzir o consumo de energia elétrica em 8,2 % até 2050. Essa meta, associada à Lei de Eficiência Energética (Lei n.º 10.295/2001), incentiva a adoção de padrões mínimos de eficiência para equipamentos e edificações, contribuindo para o uso mais racional da energia.

Nos últimos anos, a busca pela eficiência energética no Brasil se consolidou como uma prática estratégica tanto para empresas quanto para consumidores residenciais, especialmente em resposta aos aumentos nos custos da energia e às mudanças climáticas. Conforme a EPE, os setores de maior consumo, como industrial, residencial e de transportes, têm adotado medidas específicas de eficiência, incluindo a modernização de equipamentos, a implantação de sistemas de automação e a substituição de tecnologias obsoletas por soluções mais sustentáveis. Essas mudanças visam não apenas economizar energia, mas também reduzir os custos operacionais e aumentar a competitividade das empresas brasileiras em um mercado global cada vez mais atento à sustentabilidade.

Uma área de destaque nesse movimento é o setor de edificações, onde o uso de tecnologias de eficiência energética em sistemas de iluminação, ventilação e isolamento térmico tem gerado resultados significativos. Projetos de construção sustentável estão cada vez mais presentes, com incentivo para a certificação de prédios que atendam a padrões internacionais de eficiência, como o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Esse avanço nas edificações é impulsionado tanto pelo setor público quanto privado, com novas construções que aproveitam ao máximo a luz natural e o design passivo para reduzir o consumo de energia elétrica.

No setor industrial, a eficiência energética se tornou um imperativo para empresas que buscam aumentar a produtividade enquanto reduzem custos e minimizam o impacto ambiental. Tecnologias como a cogeração e o uso de fontes de calor residual para geração de eletricidade estão em expansão, promovendo a reutilização de energia que, de outra forma, seria desperdiçada. Além disso, a adoção de sistemas de monitoramento e controle em tempo real, que utilizam Internet das Coisas (IoT) e *big data*, permite que as indústrias gerenciem com precisão seu consumo energético, identificando e corrigindo ineficiências de maneira proativa.

A eficiência energética também desempenha um papel fundamental na gestão da demanda, especialmente durante os picos de consumo. Medidas de eficiência energética são essenciais para aliviar a pressão sobre o sistema elétrico e evitar cortes no fornecimento, principalmente em períodos de seca que impactam a geração hidrelétrica, uma das principais fontes de energia do Brasil. Nesse sentido, os programas de incentivo promovidos pela ANEEL e pelo BNDES têm se concentrado em soluções para gerenciamento de demanda, como o uso de medidores inteligentes e tarifas horárias, que permitem uma distribuição mais equilibrada do consumo.

Outro ponto de atenção são as inovações em mobilidade elétrica, diretamente ligadas à eficiência energética. A eletrificação de frotas urbanas e o incentivo ao uso de veículos elétricos nas grandes cidades estão promovendo um impacto positivo tanto na eficiência quanto na qualidade do ar. No entanto, essa transição para uma mobilidade mais eficiente requer uma infraestrutura de recarga robusta e tecnologias que possibilitem uma integração eficiente entre os veículos e a rede elétrica, representando um novo desafio para o setor.

O engajamento do consumidor também se mostra como um aspecto crítico para o sucesso da eficiência energética. Programas de conscientização, campanhas educacionais e incentivos financeiros são implementados para encorajar os consumidores a adotarem práticas mais eficientes no uso da energia. Ao mesmo tempo, a geração distribuída, especialmente por meio de sistemas solares fotovoltaicos em residências e empresas, permite que os consumidores se tornem "prossumidores" — produtores e consumidores de energia — ampliando o alcance da eficiência energética na matriz brasileira.

Em resumo, a busca por eficiência energética no Brasil está diretamente relacionada com a sustentabilidade e a competitividade da economia nacional. Ao implementar políticas e tecnologias de eficiência, o país não só fortalece sua infraestrutura energética, mas também reduz a dependência de fontes de energia e mitiga o impacto ambiental, posicionando-se como um modelo em práticas de eficiência no uso dos recursos.

1.6. Participação Ativa dos Consumidores

A participação ativa dos consumidores no setor energético brasileiro representa uma das tendências mais transformadoras, impulsionada pela evolução tecnológica e por mudanças regulatórias que encorajam o consumidor a ser parte fundamental da cadeia de produção e consumo de energia. Nos últimos anos, o conceito de "prosumer" — consumidores que também são produtores de energia — vem ganhando relevância, especialmente com a expansão da geração distribuída e do uso de sistemas solares fotovoltaicos em residências e empresas. Essa participação ativa não só oferece mais controle ao consumidor sobre seu consumo energético, mas também ajuda a descentralizar e a diversificar a matriz energética brasileira.

Um dos pilares desse movimento é a geração distribuída, que permite que consumidores em diferentes setores — residenciais, comerciais, industriais e rurais — instalem sistemas de geração próprios, produzindo energia para consumo próprio e, em muitos casos, gerando excedentes que podem ser injetados na rede. A ANEEL para a geração distribuída inclui mecanismos de compensação de créditos de energia, o que torna essa prática economicamente atrativa para muitos consumidores. Esse modelo se expandiu rapidamente, com milhares de unidades geradoras conectadas à rede, e tem contribuído significativamente para o crescimento da participação das fontes renováveis no Brasil.

Além disso, a digitalização e a modernização da infraestrutura energética oferecem aos consumidores novas ferramentas para monitorar e otimizar seu consumo. Medidores inteligentes e aplicativos de monitoramento permitem que os consumidores acompanhem seu uso de energia em tempo real, identifiquem padrões de consumo e adotem medidas para reduzir o desperdício. A ANEEL incentiva a implementação desses sistemas de medição avançada, que além de fornecerem dados detalhados ao consumidor, auxiliam as concessionárias a administrarem melhor o sistema, equilibrando a oferta e a demanda de forma mais eficiente e em tempo real.

A introdução de tarifas horárias também faz parte dessa evolução. Com tarifas diferenciadas ao longo do dia, os consumidores são incentivados a ajustar seu consumo para horários em que a energia está mais barata, reduzindo a pressão sobre a rede elétrica durante os horários de pico. Esse modelo tarifário, ao mesmo tempo em que oferece economias aos consumidores, também contribui para uma gestão mais equilibrada do sistema elétrico, permitindo uma maior eficiência e ajudando a evitar sobrecargas.

Outro ponto relevante para a participação ativa dos consumidores é o crescimento da mobilidade elétrica. Com o aumento da adoção de veículos elétricos, muitos consumidores se tornaram dependentes de uma infraestrutura de recarga eficiente e acessível, que integra os veículos à rede elétrica de maneira sustentável. O conceito de "*vehicle-to-grid*" (V2G), no qual os veículos elétricos podem devolver energia para a rede, é uma inovação que possibilita uma troca dinâmica entre os veículos e a rede elétrica, fortalecendo a flexibilidade e a resiliência do sistema. Essa interação é especialmente relevante em um contexto de crescente intermitência das fontes renováveis, como a solar e a eólica.

A crescente conscientização dos consumidores sobre sustentabilidade e eficiência energética também impulsiona a demanda por opções mais limpas e sustentáveis de energia. Programas de conscientização e campanhas educacionais realizadas por concessionárias, ONGs e agências governamentais buscam informar os consumidores sobre práticas que promovam a eficiência energética e o uso responsável dos recursos naturais. A popularização das certificações de energia verde é outro reflexo dessa conscientização, permitindo que os consumidores escolham fornecedores de energia com práticas sustentáveis e que contribuam para a redução das emissões de carbono.

Por fim, a participação dos consumidores no processo regulatório e de formulação de políticas energéticas tem se ampliado. A ANEEL realiza consultas públicas e audiências, proporcionando aos consumidores a oportunidade de expressar suas opiniões e influenciar as decisões regulatórias que impactam o setor energético. Essa interação não só fortalece a confiança no sistema regulatório, mas também garante que as políticas de energia sejam mais alinhadas com as necessidades e expectativas da sociedade.

Em conclusão, a participação ativa dos consumidores no setor energético brasileiro é um fator determinante para uma transição energética mais sustentável, inclusiva e eficiente. Ao envolver diretamente os consumidores na geração, no monitoramento e na gestão do uso de energia, o Brasil não apenas promove um sistema mais resiliente e acessível, mas também cria as condições para um setor energético adaptado aos desafios e às oportunidades do futuro.

2. Incertezas no Setor Energético Brasileiro

Embora o setor energético brasileiro tenha direções claras e promissoras, existem várias incertezas que podem impactar significativamente seu desenvolvimento até 2045. Essas incertezas incluem aspectos econômicos, tecnológicos, regulatórios e ambientais que representam desafios para o planejamento de longo prazo. Elas se apresentam como variáveis críticas, cuja resolução será determinante para o futuro energético do país, influenciando não apenas o acesso e a segurança energética, mas também a sustentabilidade econômica e ambiental de toda a matriz energética.

Entre as principais incertezas, destaca-se a capacidade de investimento em infraestrutura energética, a suficiência energética, os possíveis impactos da transição energética nos preços, a dependência tecnológica do Brasil, a viabilidade da expansão nuclear, e os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos. Esses fatores representam potenciais obstáculos, mas também oportunidades, dependendo de como forem enfrentados nos próximos anos.

2.1. Capacidade de Investimento em Infraestrutura Energética

Uma das incertezas centrais para o futuro energético brasileiro é a capacidade do país de atrair e alocar investimentos suficientes para expandir e modernizar sua infraestrutura energética. A crescente demanda por energia, impulsionada pelo desenvolvimento econômico e pela eletrificação de vários setores, exige investimentos substanciais, tanto em geração quanto em transmissão e distribuição. No entanto, o financiamento dessa expansão apresenta desafios significativos, que incluem não só a disponibilidade de capital, mas também o nível de participação do setor privado e o papel do Estado no fomento de projetos de grande porte.

O capital privado tem se tornado uma fonte cada vez mais relevante para o financiamento do setor energético, com o interesse de fundos internacionais em projetos de energias renováveis e infraestrutura de transmissão. Contudo, ainda há dúvidas se essa participação privada será suficiente para atender às crescentes necessidades de investimento do setor. Em muitos casos, as complexidades regulatórias, as incertezas jurídicas e a volatilidade macroeconômica têm gerado receio entre investidores, que buscam maior segurança jurídica e estabilidade política para comprometerem-se com projetos de longo prazo.

Além disso, a capacidade de o governo federal e dos governos estaduais investirem diretamente no setor energético enfrenta limitações, especialmente em um cenário de restrições fiscais e de contenção de gastos públicos. Em um contexto de altos déficits fiscais e de pressão sobre o orçamento público, a necessidade de implementar mecanismos de financiamento alternativo torna-se ainda mais urgente. Parcerias público-privadas (PPPs) e concessões, bem como o desenvolvimento de modelos de financiamento verde, são considerados soluções potenciais, mas sua viabilidade depende de um ambiente regulatório que estimule a confiança dos investidores.

A infraestrutura de transmissão, em particular, é um aspecto crítico para a expansão do setor. Com o crescimento das fontes renováveis, muitas das quais são instaladas em regiões afastadas dos grandes centros de consumo, a necessidade de uma rede de transmissão eficiente e segura é essencial para assegurar que a energia gerada chegue aos consumidores finais. Em regiões como o Nordeste, onde a energia eólica tem se expandido rapidamente, são necessários investimentos expressivos para garantir que a geração distribuída seja integrada de maneira eficiente ao sistema nacional.

Além disso, há uma preocupação crescente sobre a manutenção e atualização da infraestrutura existente. O envelhecimento das instalações e a necessidade de modernização representam custos significativos que, se não forem adequadamente gerenciados, podem comprometer a segurança e a confiabilidade do sistema elétrico brasileiro. O aumento dos eventos climáticos extremos também impõe novos desafios para a resiliência da infraestrutura energética, exigindo investimentos em tecnologias de proteção e em redes inteligentes que mitiguem os impactos de fenômenos como tempestades e secas prolongadas.

Assim, a incerteza sobre a capacidade de investimento em infraestrutura energética permanece um ponto crítico para o futuro do setor no Brasil. A criação de um ambiente mais favorável ao investimento e a promoção de mecanismos de financiamento inovadores serão fundamentais para superar esse desafio e garantir que o Brasil acompanhe o crescimento da demanda energética de maneira sustentável e segura.

2.2. Suficiência Energética e Abastecimento

Outra incerteza fundamental para o setor energético brasileiro é a garantia de suficiência energética para abastecer uma demanda crescente de forma estável e confiável até 2045. Com a diversificação da matriz energética e a crescente participação das fontes renováveis, como solar e eólica, intermitentes por natureza, o Brasil enfrenta o desafio de garantir que a energia gerada esteja sempre disponível para atender ao consumo, especialmente em momentos de pico. Esse desafio se torna ainda mais significativo em um cenário de aumento populacional, urbanização e eletrificação de setores industriais e de transporte.

A dependência das hidrelétricas, que representam uma parcela substancial da matriz energética do Brasil, também adiciona uma camada de incerteza em termos de suficiência energética. Embora as hidrelétricas sejam uma fonte de energia renovável e de baixo custo operacional, o setor tem enfrentado dificuldades em períodos de estiagem, que se tornaram mais frequentes e prolongados devido às mudanças climáticas. A variabilidade do regime de chuvas afeta diretamente a capacidade de geração das hidrelétricas, impondo a necessidade de alternativas que assegurem a continuidade do fornecimento durante períodos de baixa pluviosidade.

Nesse contexto, o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento de energia se torna essencial para assegurar a estabilidade do sistema. Soluções como baterias de grande capacidade e hidrogênio verde são algumas das alternativas em estudo e desenvolvimento no Brasil, mas esses projetos continuam em fase inicial e exigem investimentos significativos. A viabilidade econômica e técnica dessas tecnologias de armazenamento será um fator decisivo para mitigar a intermitência das fontes renováveis e garantir que o sistema elétrico brasileiro possa se adaptar às flutuações de geração e consumo.

Outro aspecto crítico para a suficiência energética é a expansão e a modernização das redes de transmissão. Com o crescimento da geração distribuída, especialmente em regiões que tradicionalmente eram menos abastecidas, torna-se necessário construir e modernizar a infraestrutura de transmissão para permitir uma maior conectividade e flexibilidade na distribuição de energia. Em áreas de grande potencial de geração renovável, como o Nordeste e o Norte, as redes de transmissão são essenciais para integrar a produção local ao sistema nacional e garantir que essa energia alcance as regiões de maior demanda.

A integração de novas tecnologias, como redes inteligentes, também desempenha um papel crucial para a suficiência energética, permitindo que a distribuição de energia seja ajustada em tempo real conforme a demanda e a oferta. As redes inteligentes não só melhoram a eficiência do sistema, mas também permitem que a rede seja monitorada e gerenciada de maneira mais eficaz, prevenindo falhas e otimizando o uso da capacida-

de instalada. A ANEEL incentiva o desenvolvimento de projetos-piloto de redes inteligentes em diversas regiões do país, mas a expansão dessas tecnologias em larga escala depende de um suporte financeiro significativo e de um planejamento de longo prazo.

Por fim, a capacidade do Brasil de integrar energias renováveis intermitentes com tecnologias de armazenamento e uma infraestrutura de transmissão robusta será um fator determinante para assegurar a suficiência energética a longo prazo. A evolução dessas incertezas definirá o quão preparado o Brasil estará para enfrentar os desafios de uma demanda crescente e de uma matriz energética em transformação.

2.3. Impacto da Transição Energética nos Preços

A transição energética em direção a uma matriz mais diversificada e renovável representa um compromisso do Brasil com a sustentabilidade e a redução das emissões de carbono. No entanto, essa transição também pode impactar os preços de energia, afetando o custo para consumidores e empresas e levantando questões sobre a acessibilidade econômica. Historicamente, o Brasil oferece uma das energias mais acessíveis da América Latina, na maioria devido à sua base de geração hidrelétrica. Contudo, com o aumento da participação de tecnologias como solar, eólica e hidrogênio verde, que exigem altos investimentos iniciais, há uma incerteza em relação ao impacto nos preços da energia para o consumidor final.

Uma das maiores preocupações é a possibilidade de que a transição para fontes renováveis encareça o custo da geração de energia, especialmente em um cenário onde os subsídios governamentais sejam reduzidos. Apesar das reduções de custo que a energia solar e eólica têm experimentado nos últimos anos, a implementação dessas tecnologias ainda exige investimentos significativos em infraestrutura de geração e transmissão, o que pode ser repassado para o consumidor. Esse cenário levanta a questão de como garantir que o custo de transição não seja excessivamente elevado e não acabe penalizando os consumidores mais vulneráveis, agravando a chamada "pobreza energética".

Outro fator de incerteza é o impacto das políticas de precificação de carbono, que têm sido adotadas globalmente para desincentivar o uso de fontes de energia fóssil. Caso o Brasil opte por adotar uma política de precificação de carbono para incentivar ainda mais a transição para energias limpas, é provável que os custos de geração de energia para fontes convencionais aumentem, o que poderia se refletir nas tarifas pagas pelos consumidores. Embora a precificação de carbono seja uma ferramenta eficaz para promover a sustentabilidade, é essencial que as políticas públicas garantam que seu impacto econômico seja equilibrado e que incluam mecanismos de compensação para os consumidores de baixa renda.

Por outro lado, a transição energética também pode trazer benefícios econômicos significativos, ajudando a estabilizar os preços de energia no longo prazo. Ao reduzir a dependência de combustíveis fósseis, que estão sujeitos à volatilidade do mercado internacional, o Brasil poderá fortalecer sua independência energética e minimizar os impactos das flutuações de preço do petróleo e do gás natural. Assim, embora a transição possa inicialmente resultar em um aumento nos preços da energia, o desenvolvimento de uma infraestrutura mais renovável e sustentável pode contribuir para a estabilidade dos custos ao longo do tempo.

A ANEEL e outras entidades reguladoras desempenham um papel fundamental no estabelecimento de políticas e regulamentações que minimizem os impactos da transição energética nos preços, garantindo que os benefícios das energias renováveis sejam amplamente compartilhados. O incentivo a práticas de eficiência energética, a diversificação das fontes e a implementação de tarifas diferenciadas para consumidores em situação de vulnerabilidade econômica são algumas das medidas que podem ajudar a mitigar os efeitos da transição nos preços da energia.

Em resumo, o impacto da transição energética nos preços é uma incerteza relevante para o futuro do setor energético brasileiro. A evolução dessa transição e o desenvolvimento de políticas de apoio aos consumidores serão fatores determinantes para assegurar que os benefícios de uma matriz energética mais sustentável sejam acessíveis a toda a população, sem comprometer a competitividade econômica e a segurança energética do Brasil.

2.4. Dependência Tecnológica e Inovação

A dependência tecnológica é uma incerteza significativa para o setor energético brasileiro, especialmente em um contexto de rápida evolução das tecnologias para geração, armazenamento e distribuição de energia. Embora o Brasil tenha desenvolvido capacidades robustas em áreas como biomassa e hidroeletricidade, ainda depende de tecnologias e equipamentos importados para expandir sua infraestrutura de energia solar, eólica e de redes inteligentes. Essa dependência não apenas encarece os projetos devido à necessidade de importação, mas também expõe o país a riscos geopolíticos e econômicos, que podem afetar o acesso a insumos estratégicos e aumentar a vulnerabilidade do setor.

Para reduzir essa dependência, o desenvolvimento de uma base tecnológica nacional e de políticas de incentivo à inovação são fundamentais. O fortalecimento de parcerias entre instituições de pesquisa, universidades e empresas privadas pode ajudar a criar um ambiente propício para o desenvolvimento de tecnologias nacionais, especialmente em áreas como armazenamento de energia, inteligência artificial aplicada à gestão de redes e veículos elétricos. A ANEEL, por meio de seu Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI), incentiva o desenvolvimento de soluções locais, mas o impacto dessas iniciativas ainda é limitado pela falta de investimentos significativos e pela ausência de uma cadeia industrial nacional integrada e competitiva.

Além disso, a inovação tecnológica no setor energético requer um ecossistema de startups e empresas especializadas que possam adaptar e aperfeiçoar as tecnologias conforme as necessidades e as peculiaridades do Brasil. Incentivos governamentais, como financiamentos a juros reduzidos, subsídios para pesquisa e isenções fiscais, poderiam fortalecer o desenvolvimento de uma indústria nacional de alta tecnologia. A presença de centros de inovação e de hubs tecnológicos, como o polo de energias renováveis do Ceará, representa um passo nessa direção, mas o país ainda precisa ampliar esses esforços para consolidar uma capacidade tecnológica própria.

Outro aspecto crucial para reduzir a dependência tecnológica é a capacitação de mão de obra qualificada para atuar nas novas tecnologias do setor energético. A educação e a formação em áreas técnicas e de engenharia são essenciais para o Brasil poder dominar e desenvolver tecnologias avançadas. O incentivo à formação de engenheiros, técnicos especializados e pesquisadores contribuirá para o país alcançar maior independência e resiliência no setor energético, capacitando-o para inovar e adaptar-se rapidamente às mudanças tecnológicas globais.

A capacidade de inovar localmente também pode posicionar o Brasil como um exportador de tecnologias energéticas para países com características semelhantes, como nações da América Latina e da África, que enfrentam desafios energéticos similares. Tecnologias adaptadas ao contexto brasileiro — como sistemas de energia solar para áreas rurais e tecnologias de biomassa eficientes — poderiam ser exportadas para esses mercados, gerando não apenas benefícios econômicos, mas também fortalecendo a presença internacional do Brasil no setor de energias renováveis.

Contudo, a redução da dependência tecnológica no setor energético brasileiro é um desafio de longo prazo que exige um compromisso contínuo com políticas de incentivo à inovação e com a criação de um ambiente regulatório favorável para o desenvolvimento de tecnologias nacionais. A capacidade do Brasil de fortalecer sua base tecnológica determinará até que ponto o país poderá seguir sua própria agenda energética, assegurando maior resiliência diante das incertezas globais e dos desafios da transição energética.

2.5. Expansão da Energia Nuclear

A expansão da energia nuclear no Brasil é um tema envolto em incertezas e desafios que envolvem questões de viabilidade econômica, segurança, aceitação pública e políticas de incentivo. Embora o PNE 2050 considere a possibilidade de expandir a participação da energia nuclear na matriz energética brasileira, o desenvolvimento de novos projetos enfrenta uma série de obstáculos que tornam o futuro dessa fonte energética incerto. A dependência de altos investimentos iniciais, os longos prazos de construção e a complexidade da operação de usinas nucleares levantam dúvidas sobre a viabilidade de expandir significativamente a capacidade nuclear do Brasil nas próximas décadas.

O Brasil possui atualmente duas usinas nucleares em operação, Angra 1 e Angra 2, e está em fase de construção da unidade Angra 3, cuja conclusão foi adiada várias vezes devido a restrições orçamentárias e questões políticas. Esse histórico ilustra a dificuldade de implementar projetos nucleares de grande porte, em especial no atual contexto de restrições fiscais e de priorização de investimentos em fontes renováveis. Apesar disso, a energia nuclear é considerada uma fonte de energia de base, ou seja, capaz de fornecer geração contínua e estável, o que é um aspecto valioso para complementar fontes intermitentes, como a solar e a eólica.

Outro aspecto importante é a aceitação pública da energia nuclear, que tem sido historicamente baixa devido a preocupações com a segurança e ao manejo dos resíduos radioativos. O apoio da população é um fator crítico para a viabilidade de novos projetos nucleares, uma vez que desastres anteriores, como os de Chernobyl e Fukushima, impactaram negativamente a percepção pública sobre a segurança dessa fonte energética. A criação de programas de conscientização e transparência sobre os procedimentos de segurança e as vantagens da energia nuclear pode ser uma estratégia para mitigar esses receios, mas o processo de mudança de percepção é gradual e requer um engajamento contínuo das autoridades.

Além disso, as políticas de incentivo e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento são fatores determinantes para a expansão da energia nuclear. Tecnologias emergentes, como os pequenos reatores modulares (SMRs, na sigla em inglês), têm atraído interesse global por sua flexibilidade e custos menores em comparação com as usinas tradicionais de grande porte. Esses reatores são projetados para serem mais seguros e para operar em regiões remotas, o que poderia oferecer uma solução para comunidades isoladas ou áreas com baixa densidade populacional no Brasil. No entanto, a adoção de SMRs depende de regulamentações específicas e de um marco regulatório adequado que permita a viabilidade desses projetos.

Por fim, a energia nuclear oferece ao Brasil a possibilidade de reduzir sua dependência de fontes fósseis e de assegurar uma maior segurança energética em um cenário de demanda crescente. No entanto, a expansão nuclear exigirá uma abordagem estratégica que contemple os desafios econômicos, ambientais e sociais associados a essa tecnologia. O futuro da energia nuclear no Brasil dependerá da capacidade do país em desenvolver uma infraestrutura robusta, regulamentos de segurança confiáveis e políticas de incentivo que tornem essa fonte energética competitiva e socialmente aceita.

2.6. Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos

As mudanças climáticas representam uma incerteza crítica para o setor energético brasileiro, considerando especialmente a alta dependência do país em relação à geração hidrelétrica. As hidrelétricas respondem por uma parcela significativa da matriz energética nacional, mas sua viabilidade está diretamente ligada à disponibilidade hídrica, que tem sido cada vez mais afetada por variações climáticas, como períodos prolongados de seca e mudanças nos padrões de precipitação. O Brasil, com uma vasta rede de rios e reservatórios, sempre contou com a hidroeletricidade como uma fonte de energia limpa e de baixo custo. No entanto, as projeções de aumento de temperatura e de alterações no regime de chuvas colocam em risco a capacidade de geração hidrelétrica no longo prazo.

De acordo com estudos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as mudanças climáticas podem intensificar a ocorrência de eventos extremos, como secas severas e chuvas intensas, que afetam tanto a quantidade quanto a qualidade da água nos reservatórios. A seca de 2021, por exemplo, destacou a vulnerabilidade do setor hidrelétrico brasileiro, levando a uma crise energética que exigiu a ativação de termelétricas para evitar o racionamento, o que aumentou significativamente os custos de geração e as emissões de carbono. Esses eventos ilustram a necessidade de diversificar a matriz energética e de desenvolver estratégias de resiliência para reduzir a dependência das hidrelétricas.

Uma das alternativas para mitigar os impactos das mudanças climáticas na geração hidrelétrica é o investimento em tecnologias de armazenamento de água, como reservatórios interligados, que permitam uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos. A construção de reservatórios adicionais e a interligação entre bacias hidrográficas podem contribuir para equilibrar a distribuição de água e garantir uma oferta mais constante de energia. No entanto, essas soluções são complexas e exigem altos investimentos, além de enfrentarem questões ambientais e sociais associadas ao impacto sobre ecossistemas e comunidades locais.

Além disso, as mudanças climáticas colocam em pauta a necessidade de diversificação da matriz energética com fontes complementares, como solar e eólica, que reduzam a pressão sobre os recursos hídricos. Embora essas fontes sejam intermitentes, o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento de energia e a implementação de redes inteligentes podem facilitar a integração das renováveis ao sistema, compensando a variabilidade da geração hidrelétrica. Esse tipo de estratégia é especialmente importante para garantir que o Brasil possa enfrentar períodos de escassez hídrica sem comprometer a segurança energética e sem depender de soluções mais caras e poluentes, como as usinas termelétricas.

Outro fator relevante é o impacto das mudanças climáticas na qualidade da água, que também influencia a geração de energia. A poluição de rios e reservatórios, muitas vezes causada por atividades industriais e agrícolas, pode reduzir a capacidade das hidrelétricas e elevar os custos de operação. Investimentos em políticas de preservação ambiental e gestão sustentável dos recursos hídricos são essenciais para proteger a disponibilidade de água e, consequentemente, a viabilidade das hidrelétricas.

Em conclusão, as mudanças climáticas e a disponibilidade de recursos hídricos representam uma incerteza que desafia o futuro energético do Brasil. A capacidade do país de desenvolver políticas adaptativas e de diversificar sua matriz energética será determinante para garantir uma geração estável e sustentável de energia em um contexto de variações climáticas cada vez mais intensas.

3. Rupturas Potenciais no Setor Energético Brasileiro

Além das tendências e incertezas, é importante considerar eventos disruptivos que, embora sejam de baixa probabilidade, podem transformar profundamente o setor energético brasileiro até 2045. Essas rupturas representam possibilidades de mudanças drásticas e, se ocorrerem, têm o potencial de redefinir os rumos do setor. Entre as rupturas potenciais, destaca-se o desenvolvimento de uma nova fonte energética de baixo custo, a viabilização comercial da fusão nuclear, avanços significativos em tecnologias de armazenamento, a implementação de redes inteligentes de nova geração, uma crise global de energia e a possível precificação de carbono ao nível global.

Essas rupturas, ainda que incertas, destacam a importância de uma estratégia energética flexível e resiliente, que permita ao Brasil se adaptar rapidamente a mudanças inesperadas. A capacidade do país de lidar com esses cenários será determinante para garantir a segurança energética e manter sua posição como líder em energia limpa.

3.1. Nova Fonte Energética de Baixo Custo

Uma possível ruptura que poderia transformar o setor energético brasileiro é desenvolver uma nova fonte energética de baixo custo, capaz de substituir os combustíveis fósseis em escala global. Em um cenário onde tecnologias emergentes, como biocombustíveis avançados, hidrogênio verde e novas gerações de baterias, se tornem mais acessíveis, o Brasil poderia se beneficiar substancialmente, especialmente considerando seu potencial em recursos naturais e sua experiência na produção de biocombustíveis.

Atualmente, tecnologias como os biocombustíveis de segunda geração, que utilizam resíduos agrícolas para produzir energia, apresentam um grande potencial para expandir a oferta de energia renovável a partir de fontes locais e sustentáveis. O Brasil, como um dos maiores produtores mundiais de etanol, possui especialização e infraestrutura para explorar essas tecnologias e, potencialmente, exportá-las para outros países que busquem reduzir sua dependência de combustíveis fósseis. Esse avanço representaria uma ruptura significativa ao permitir que o Brasil aumente sua autonomia energética e reduza os custos de importação de petróleo.

O hidrogênio verde é outra tecnologia promissora, com o potencial de se tornar uma fonte de energia limpa e versátil para diversos setores, incluindo o transporte pesado e a indústria. O Brasil possui características geográficas e climáticas favoráveis à produção de hidrogênio verde, especialmente em áreas de alta incidência solar e ventos constantes. O desenvolvimento de uma economia de hidrogênio verde, integrada à infraestrutura de energia renovável do país, poderia representar uma transformação estrutural, posicionando o Brasil como um dos líderes globais nesse setor emergente. Contudo, essa ruptura dependeria de uma infraestrutura específica para produção, armazenamento e transporte de hidrogênio, além de políticas de incentivo e parcerias estratégicas.

As novas gerações de baterias, com maior capacidade e custo reduzido, também têm o potencial de modificar radicalmente o setor. O desenvolvimento de tecnologias de armazenamento mais eficiente permitiria um aproveitamento maior das fontes intermitentes, como solar e eólica, além de reduzir a necessidade de combustíveis fósseis para assegurar a estabilidade do sistema elétrico. No entanto, a viabilidade dessa ruptura dependerá de avanços na pesquisa e desenvolvimento de materiais, incluindo metais raros e compostos inovadores que viabilizem o armazenamento de energia em larga escala.

Caso alguma dessas tecnologias se torne amplamente acessível, o Brasil poderá explorar uma nova era de independência energética e de exportação de tecnologia, consolidando-se como uma potência em energia limpa. Contudo, o país precisará investir em capacitação, infraestrutura e inovação para acompanhar e liderar essa transformação, antecipando-se a eventuais rupturas e fortalecendo sua posição no cenário energético global.

3.2. Fusão Nuclear Comercial

A fusão nuclear comercial é uma das rupturas tecnológicas mais esperadas e, ao mesmo tempo, mais desafiadoras do setor energético global. A fusão nuclear, ao contrário da fissão utilizada nas usinas nucleares atuais, tem o potencial de produzir abundância de energia limpa e praticamente inesgotável, sem os mesmos riscos de resíduos radioativos de longa duração. Essa tecnologia, caso se torne viável comercialmente, poderá redefinir o panorama energético global, incluindo o Brasil, ao oferecer uma fonte segura e constante de eletricidade.

O projeto internacional ITER, em andamento na França, é um dos maiores esforços globais para provar a viabilidade científica da fusão nuclear. Embora as expectativas atuais indiquem que a fusão nuclear comercial só será possível após 2045, avanços tecnológicos inesperados ou investimentos massivos em pesquisa e desen-

volvimento poderiam antecipar essa possibilidade. Caso isso ocorra, o Brasil, que possui recursos naturais, como o lítio e o tório, usados em alguns reatores experimentais, poderia explorar novas oportunidades de desenvolvimento no setor energético.

O impacto de uma ruptura tecnológica como a fusão nuclear seria profundo. A capacidade de gerar energia em larga escala e de maneira praticamente ilimitada ajudaria a estabilizar os preços da energia e a reduzir a dependência de fontes intermitentes e de combustíveis fósseis. Para o Brasil, a fusão nuclear comercial poderia significar uma oportunidade única de transformação energética, fornecendo uma alternativa de base para complementar as fontes renováveis e reduzir a pressão sobre a infraestrutura de transmissão e distribuição.

Entretanto, o desenvolvimento de fusão nuclear no Brasil enfrentaria desafios significativos, incluindo a necessidade de investimentos em infraestrutura avançada, segurança e mão de obra especializada. O país teria que adaptar seu marco regulatório e estabelecer parcerias internacionais para acompanhar os avanços no setor e, potencialmente, se beneficiar do conhecimento gerado por projetos globais. Além disso, o Brasil teria que construir ou adaptar instalações nucleares com tecnologias de ponta e treinar profissionais qualificados para operar e gerenciar esses sistemas.

A possibilidade de fusão nuclear comercial representa, portanto, uma ruptura tecnológica que pode ter efeitos transformadores no setor energético brasileiro. Embora a probabilidade de que a fusão se torne viável em larga escala antes de 2045 seja baixa, o Brasil deve monitorar os avanços internacionais e considerar a adaptação de sua infraestrutura e de sua força de trabalho para, eventualmente, adotar essa tecnologia. Com uma estratégia de longo prazo e um investimento cuidadoso, o país pode se posicionar competitivamente em um futuro em que a fusão nuclear desempenhe um papel central na geração de energia.

3.3. Avanços em Tecnologias de Armazenamento de Energia

O desenvolvimento de tecnologias avançadas de armazenamento de energia é uma das possíveis rupturas mais impactantes para o setor energético. Essas tecnologias têm o potencial de transformar o modo como a energia é gerada, distribuída e consumida, ao resolver um dos principais desafios das fontes renováveis: a intermitência. Em um cenário onde baterias de alta capacidade e baixo custo se tornem amplamente acessíveis, a dependência de fontes fósseis para garantir a estabilidade do sistema poderia ser significativamente reduzida, tornando a matriz energética mais limpa e flexível.

Atualmente, o Brasil está investindo em diversas pesquisas e projetos-piloto para o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento, incluindo baterias de lítio, baterias de fluxo redox e armazenamento por hidrogênio. A ANEEL, por meio de seu programa de PDI, tem incentivado concessionárias e universidades a explorarem soluções inovadoras que possam ser aplicadas tanto em larga escala quanto na geração distribuída. Embora os custos dessas tecnologias ainda sejam altos, avanços em nanomateriais, química de baterias e engenharia de sistemas estão acelerando a viabilidade comercial do armazenamento em larga escala.

A implementação de baterias de alta capacidade permitiria ao Brasil armazenar o excesso de energia gerado por fontes renováveis, como a solar e a eólica, para ser utilizado em períodos de baixa geração. Essa flexibilidade traria estabilidade ao sistema e permitiria um maior aproveitamento das energias limpas, reduzindo a necessidade de acionamento de usinas termelétricas, sendo mais caras e emissoras de carbono. Além disso, sistemas de armazenamento descentralizados — instalados em residências, empresas e propriedades rurais — poderiam alavancar a geração distribuída, permitindo que os consumidores se tornassem também fornecedores de energia para a rede.

As tecnologias de armazenamento também têm grande potencial para aplicação no setor de transporte. A expansão da mobilidade elétrica, com veículos e frotas de transporte alimentadas por baterias, está diretamente ligada à capacidade de armazenamento de energia. O desenvolvimento de baterias, que sejam recarregadas rapidamente e que ofereçam grande autonomia, poderia impulsionar o uso de veículos elétricos no Brasil, contribuindo para a descarbonização do setor de transporte e para a redução da poluição nas cidades.

Contudo, a implementação em larga escala dessas tecnologias depende de um ambiente regulatório e financeiro que incentive o desenvolvimento e a adoção de sistemas de armazenamento. Políticas de incentivo, subsídios e programas de financiamento podem ajudar a acelerar a integração de tecnologias de armazenamento no mercado brasileiro. Além disso, o desenvolvimento de uma cadeia produtiva local para a fabricação de baterias e outros sistemas de armazenamento seria um passo importante para reduzir custos e aumentar a competitividade do Brasil no cenário internacional de energias renováveis.

Em conclusão, avanços em tecnologias de armazenamento de energia têm o potencial de representar uma ruptura fundamental para o setor energético brasileiro. A capacidade de armazenar energia de forma eficiente e acessível abriria novas possibilidades para a expansão das renováveis, fortalecendo a segurança energética e criando oportunidades para uma matriz energética cada vez mais limpa e descentralizada.

3.4. Redes Inteligentes de Nova Geração

A implementação em larga escala de redes inteligentes de nova geração representa uma ruptura potencial que poderia transformar profundamente o setor energético brasileiro. Redes inteligentes, ou *smart grids*, são sistemas de distribuição de energia que utilizam tecnologia digital para monitorar e gerenciar o fluxo de eletricidade eficientemente e em tempo real. Essa infraestrutura avançada permite uma maior integração de fontes de energia renováveis, uma gestão mais precisa da demanda e uma melhor resiliência a interrupções no fornecimento.

O desenvolvimento de redes inteligentes no Brasil pode facilitar a descentralização do sistema energético, integrando pequenos produtores, como residências e empresas, com geração solar ou eólica, de maneira mais eficaz. Em áreas urbanas, as redes inteligentes podem melhorar a confiabilidade e a eficiência da distribuição de energia, reduzindo perdas técnicas e permitindo um uso mais racional dos recursos. Em regiões rurais e remotas, onde o acesso à energia é limitado, as redes inteligentes poderiam facilitar o fornecimento e a gestão de microrredes, promovendo a inclusão energética.

Uma característica-chave das redes inteligentes de nova geração é a capacidade de ajustar a oferta de energia conforme a demanda em tempo real, reduzindo a necessidade de manter uma capacidade de reserva constante, conforme necessário em redes convencionais. Isso não apenas melhora a eficiência do sistema, mas também ajuda a equilibrar a intermitência das fontes renováveis, permitindo que a energia solar e eólica seja integrada com menos impacto na estabilidade da rede. Essa flexibilidade se torna ainda mais importante em um cenário de crescente demanda por eletricidade, especialmente com o aumento da mobilidade elétrica.

Além da eficiência energética, as redes inteligentes oferecem um nível de resiliência aprimorado contra desastres naturais e ataques cibernéticos. Com uma infraestrutura distribuída e sistemas de controle descentralizados, as redes inteligentes podem isolar áreas afetadas e redirecionar o fluxo de energia para evitar quedas de energia em larga escala. Essa resiliência é especialmente importante no contexto das mudanças climáticas, que aumentam a frequência de eventos extremos, como tempestades e inundações, que podem comprometer a integridade da infraestrutura elétrica.

Para que as redes inteligentes de nova geração sejam implementadas em larga escala, é essencial que o Brasil estabeleça um ambiente regulatório e financeiro que apoie essa inovação. A ANEEL e outras entidades reguladoras podem desempenhar um papel importante ao incentivar projetos-piloto, oferecer incentivos financeiros e estabelecer normas de interoperabilidade para garantir que diferentes tecnologias possam ser integradas eficientemente. Além disso, a formação de parcerias público-privadas e o envolvimento de empresas de tecnologia podem acelerar a modernização do sistema elétrico brasileiro, promovendo uma infraestrutura que suporte as demandas de um futuro mais digital e sustentável.

Em suma, as redes inteligentes de nova geração têm o potencial de representar uma ruptura no setor energético brasileiro, transformando a maneira como a energia é gerida, distribuída e consumida. Com um sistema mais interativo e responsivo, o Brasil pode avançar em direção a uma matriz energética mais eficiente, resiliente e preparada para os desafios da transição energética.

3.5. Crise Global de Energia

Uma crise global de energia é uma ruptura potencial que pode impactar severamente o setor energético brasileiro e exigir respostas rápidas e adaptativas. Tal crise poderia ocorrer por uma série de razões, como conflitos internacionais, restrições ao comércio de petróleo e gás, ou desastres naturais que afetem grandes centros de produção e distribuição de energia. Em um cenário de crise global, os preços dos combustíveis fósseis e outras *commodities* energéticas poderiam disparar, aumentando a pressão sobre as economias dependentes dessas fontes de energia e colocando em risco a segurança energética de muitos países.

Para o Brasil, uma crise global de energia representaria um desafio, mas também uma oportunidade para acelerar a transição para fontes renováveis e fortalecer a independência energética. Com uma matriz energética que já possui uma alta participação de fontes renováveis, como hidrelétricas, eólicas, solares e biomassa, o Brasil está re-

lativamente mais bem posicionado em relação a outros países que dependem fortemente de importações de petróleo e gás. No entanto, a crise pode afetar os custos de insumos e de tecnologias importadas, principalmente nas áreas de armazenamento de energia e redes inteligentes, onde o Brasil ainda é dependente do mercado internacional.

Um aspecto crítico em uma crise global de energia seria a necessidade de assegurar a continuidade do fornecimento para setores essenciais, como hospitais, sistemas de transporte e infraestrutura de segurança. Nesse contexto, a diversificação da matriz energética, a expansão das redes inteligentes e a implementação de tecnologias de armazenamento se tornam ainda mais importantes para garantir a resiliência do sistema. Microrredes e sistemas de geração distribuída poderiam ajudar a assegurar o fornecimento em áreas críticas, reduzindo a vulnerabilidade a interrupções na rede principal.

A crise global também poderia acelerar o desenvolvimento de biocombustíveis avançados no Brasil, como o etanol de segunda geração e o diesel verde, que têm a vantagem de poderem ser produzidos localmente e utilizarem a ampla base agrícola do país. Em um cenário de alta nos preços dos combustíveis fósseis, os biocombustíveis poderiam se tornar uma alternativa ainda mais competitiva e fortalecer a posição do Brasil como líder mundial na produção e exportação de combustíveis limpos.

Além disso, uma crise global de energia poderia levar o Brasil a fortalecer suas parcerias regionais na América Latina para criar blocos de cooperação energética. A construção de uma infraestrutura de integração regional para a troca de energia e combustíveis limpos ajudaria a reduzir a dependência de mercados externos e a criar uma rede de segurança entre os países da região. A cooperação regional, com investimentos em infraestrutura compartilhada e acordos de comércio de energia, poderia proporcionar maior estabilidade e segurança energética em um contexto de volatilidade global.

Por fim, uma crise global de energia evidenciaria a importância de um planejamento energético resiliente e de longo prazo. O Brasil precisaria adotar estratégias que considerem a volatilidade dos preços internacionais e as incertezas associadas ao mercado global de energia, fortalecendo sua capacidade de adaptação e resposta a cenários críticos. Com uma abordagem proativa, o Brasil pode transformar uma crise global em uma oportunidade para consolidar sua matriz energética renovável e expandir seu papel como fornecedor de energia limpa para o mundo.

3.6. Precificação de Carbono ao Nível Global

A implementação de um sistema global de precificação de carbono é uma possível ruptura que poderia transformar o setor energético ao alterar drasticamente a competitividade das fontes de energia. A precificação de carbono, seja na forma de impostos sobre as emissões ou de mercados de créditos de carbono, visa incentivar a redução de emissões ao internalizar os custos ambientais associados ao uso de combustíveis fósseis. Em um cenário onde essa política seja adotada globalmente, os preços dos combustíveis fósseis aumentariam, tornando as energias renováveis mais atraentes e acelerando a transição para uma matriz de baixo carbono.

Para o Brasil, um sistema global de precificação de carbono poderia representar uma oportunidade econômica e ambiental, dado o perfil renovável de sua matriz energética. Com uma grande parte de sua energia proveniente de fontes como hidrelétrica, eólica, solar e biomassa, o país estaria em uma posição vantajosa em comparação a economias dependentes de carvão e petróleo. Além disso, o Brasil possui extensas áreas florestais e uma biodiversidade única que, com manejo sustentável, poderiam gerar créditos de carbono para exportação, consolidando o país como um fornecedor global de soluções para a descarbonização.

A implementação de um sistema global de precificação de carbono também incentivaria as indústrias brasileiras a adotarem práticas mais sustentáveis e tecnologias de baixo carbono, o que, a longo prazo, poderia aumentar a competitividade do país no mercado internacional. Setores como o agronegócio, a mineração e a indústria pesada poderiam ser incentivadas a reduzir suas emissões por meio de inovação e eficiência energética, enquanto a indústria de biocombustíveis, onde o Brasil já é líder mundial, se beneficiaria diretamente de uma demanda crescente por alternativas ao petróleo e ao diesel convencional.

Por outro lado, a precificação de carbono também pode gerar desafios para o setor energético brasileiro, principalmente no que se refere ao custo de adaptação. A transição para uma economia de baixo carbono exigirá investimentos significativos em infraestrutura, tecnologia e capacitação. A necessidade de modernizar o sistema elétrico e de desenvolver tecnologias de armazenamento e de redes inteligentes se torna ainda mais crítica em um cenário onde a demanda por renováveis se acelera rapidamente. Além disso, setores industriais que ainda dependem de fontes fósseis, como a siderurgia e o transporte de cargas, podem enfrentar custos mais altos, exigindo políticas de apoio para minimizar os impactos sociais e econômicos da transição.

Outro aspecto relevante é a possibilidade de o Brasil exportar créditos de carbono e serviços ambientais para mercados globais. Projetos de reflorestamento, preservação de biomas e gestão sustentável de áreas agrícolas poderiam se tornar uma nova fonte de receita para o país, ao mesmo tempo em que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas. O mercado de carbono pode se tornar um fator econômico importante, especialmente se houver regulamentação internacional que valorize créditos provenientes de florestas tropicais, como a Amazônia.

Em conclusão, a precificação de carbono ao nível global é uma ruptura que poderia fortalecer o papel do Brasil como líder em energia renovável e sustentável. O país tem a oportunidade de se posicionar como um fornecedor de tecnologias e soluções de baixo carbono, mas a adaptação a esse novo cenário exigirá uma estratégia integrada que inclua políticas de incentivo, desenvolvimento de infraestrutura e apoio aos setores que terão mais dificuldades para se adaptar à nova economia de baixo carbono.

4. Conclusão

O futuro do setor energético brasileiro é uma complexa interação entre tendências, incertezas e possíveis rupturas que podem transformar profundamente o cenário atual. As tendências de transição energética, diversificação das fontes e digitalização indicam um caminho de crescimento sustentável e inovação, mas as incertezas, como a capacidade de investimento, suficiência energética e os efeitos das mudanças climáticas, representam desafios que precisam ser enfrentados com estratégias bem definidas e políticas adaptativas.

As rupturas potenciais exploradas — desde uma nova fonte energética de baixo custo até a precificação de carbono ao nível global — sublinham a importância de o Brasil manter uma matriz energética flexível, resiliente e adaptada aos novos paradigmas globais. Em particular, as tecnologias de armazenamento e as redes inteligentes de nova geração são essenciais para uma integração eficiente das fontes renováveis, enquanto a fusão nuclear e a precificação de carbono poderiam redefinir o panorama de competitividade entre as diferentes fontes de energia.

O Brasil tem a oportunidade de se consolidar como um líder em energia limpa, mas o sucesso dessa jornada depende da capacidade do país de enfrentar os desafios de inovação e desenvolvimento tecnológico, de incentivar a formação de uma cadeia produtiva de energias renováveis e de estabelecer uma infraestrutura moderna e integrada. Além disso, o país deve adotar políticas de incentivo que favoreçam o investimento privado, o fortalecimento das parcerias público-privadas e a criação de um ambiente regulatório estável e favorável à inovação.

Em um cenário de rupturas, o Brasil deve estar preparado para adaptar-se rapidamente às mudanças, garantindo que a transição energética seja acessível a todos e contribua para a segurança, sustentabilidade e competitividade da economia. A capacidade de transformar desafios em oportunidades e de explorar potenciais rupturas com visão estratégica será o fator que definirá o papel do Brasil no cenário energético global das próximas décadas.

Referências

ANEEL. Dados de Geração Distribuída. Disponível em: https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/relacao-de-empreendimentos-de-geracao-distribuida. Acesso em: 28 out. 2024.

ANEEL. Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/programa-de-pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao. Acesso em: 28 out. 2024.

ABSOLAR. Infográfico ABSOLAR. Disponível em: https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/. Acesso em: 28 out. 2024.

BNDES. Panoramas Setoriais 2030 — Petróleo e Gás, e Elétrico. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14214. Acesso em: 28 out. 2024.

BLOOMBERGNEF. Energy Transition Investment Trends 2024. Disponível em: https://about.bnef.com/energy-transition-investment/. Acesso em: 28 out. 2024.

EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia 2032. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2032. Acesso em: 28 out. 2024.

EPE. Balanço Energético Nacional 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023. Acesso em: 28 out. 2024.

IEA. Brazil Energy Outlook. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/ff031dd2-b436-480b-ac2d-8f6961ec0306/BrazilenergyprofileBR-PT.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

INPE. Mudanças Climáticas. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/. Acesso em: 28 out. 2024.

MME. Plano Nacional de Energia 2050. Disponível em: http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/plano-nacional-de-energia-2050. Acesso em: 28 out. 2024.

ONS. Plano da Operação Energética 2023/2027. Disponível em: https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/ONS_PEN_2023.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

CCEE. InfoMercado Dados Individuais. Disponível em: https://dadosabertos.ccee.org.br/organization/infomercado. Acesso em: 28 out. 2024.

Brasil 2035: Cenários para o Desenvolvimento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento (Assecor). Brasília: Ipea, 2017. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=32423. Acesso em: 28 out. 2024.

SCHWARTZ, P. *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. New York: Doubleday, 1996.

TALEB, N. *A lógica do cisne negro: o impacto do altamente improvável*. Rio de Janeiro: BestSeller, 2008.

ANFAVEA. Estatísticas. Disponível em: https://anfavea.com.br/site/edicoes-em-excel/. Acesso em: 28 out. 2024.

CGEE. Hidrogênio energético no Brasil. Disponível em: https://www.cgee.org.br/serie-documentos-tecnicos/-/asset_publisher/LqcvUkzzr5FI/document/id/855602?inheritRedirect=false. Acesso em: 28 out. 2024.

EPE. Atlas de Eficiência Energética Brasil 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-de-eficiencia-energetica-brasil-2023. Acesso em: 28 out. 2024.

ANEEL. Tarifa Branca. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/tarifa-branca/introducao. Acesso em: 28 out. 2024.

MME. Programa Nacional do Hidrogênio. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1. Acesso em: 28 out. 2024.

EPE. Recursos Energéticos Distribuídos: Impactos no Planejamento Energético. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/ND%20-%20Recursos%20Energ%C3%A9ticos%20Distribu%C3%ADdos.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

Capítulo 26

TENDÊNCIAS E INCERTEZAS DA CADEIA DE VALOR AGROPECUÁRIA BRASILEIRA[255]

26

José Manuel Cabral de Sousa Dias,
Pedro Abel Vieira,
Lívia Abreu Torres,
Danielle Alencar Parente Torres,
Gilmar Paulo Henz e
Alfredo Kingo Oyama Homma

1. Introdução

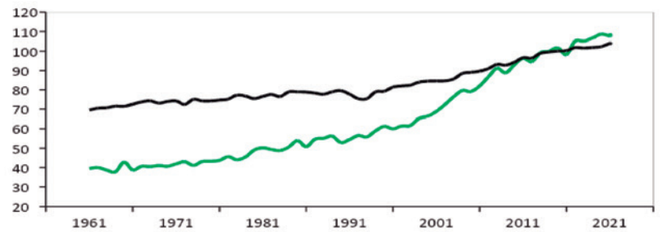
Avanços científicos e tecnológicos contribuíram para que o Brasil se tornasse um dos maiores produtores e exportadores de alimentos do mundo. Referência em ciência, tecnologia e inovação para agricultura tropical, o país é uma potência agrícola reconhecida como celeiro do mundo. Também é inegável a importância da agricultura brasileira para a economia do país, sendo alguns exemplos: a expressiva participação no produto interno bruto (PIB), o impacto na balança comercial, na geração de emprego e renda, nos preços mais acessíveis dos alimentos e na oferta de biocombustíveis.

A manutenção da trajetória de sucesso da agricultura brasileira nos próximos vinte anos requer o enfrentamento de novos desafios: o aumento da produtividade com sustentabilidade, a maior demanda por tecnologia e por novas fontes de insumos, as mudanças do clima, a bioeconomia, a produção de energia renovável, a preservação ambiental e a descarbonização, a manutenção do emprego rural, a recuperação de áreas degradadas, as novas fronteiras e as mudanças nas demandas por alimentos configuram-se como tendências e incertezas que merecem atenção e são apresentadas e discutidas ao longo deste capítulo.

2. A importância da agropecuária para a economia do país

Em pouco mais de meio século, o Brasil, de importador de alimentos, vem sendo considerado como a fonte estratégica de alimentos e matérias-primas para a humanidade. Desde 1960, a produtividade da agricultura brasileira, medida pela Produtividade Total dos Fatores (PTF), cresceu em taxas superiores à média mundial (Figura 1). Essa dinâmica foi especialmente bem-sucedida na produção de grãos (soja e milho), carnes, açúcar e suco de laranja, produtos em

Figura 1 – Índice de Produção Agrícola Bruta Per Capita entre os anos de 1961 e 2021 do Brasil



Fonte: FAO – Food and agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Disponível em https://www.fao.org/faostat/en/#home e consultado em set 2024.

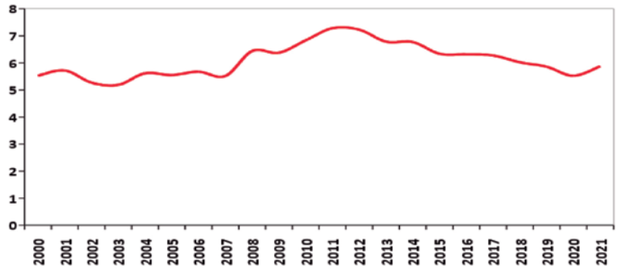
[255] Este capítulo é resultado do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram e justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.
[256] O PTF mede a quantidade de produção agrícola produzida a partir do conjunto combinado de terra, trabalho, capital e recursos materiais empregados na produção agrícola. Se a produção total está crescendo mais rápido do que os insumos totais, então a produtividade total dos fatores de produção (ou seja, produtividade total dos fatores) está aumentando.

que o Brasil ocupa lugar de destaque no cenário mundial (Figura 2). Por outro lado, a agricultura brasileira não foi tão bem-sucedida na agregação de valor à produção primária (Figura 2), sendo este um dos principais aspectos em que o país precisa modificar suas estruturas produtivas, para não ficar permanentemente como fornecedor de *commodities*.

A participação da cadeia de valor agrícola no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, superior a 20% na última década, e no emprego nacional, da ordem de 18% no último triênio, (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), 2024) permite inferir que a agricultura brasileira é o motor da economia nacional. A questão é que, apesar das várias agriculturas existentes no Brasil e dos tímidos aumentos nas participações de alguns produtos (como amendoim e uva, por exemplo) no Valor Bruto da Produção Agrícola, há mais de duas décadas que o agronegócio brasileiro está calcado em poucos sistemas de produção com tendência à concentração nos grãos, nas carnes e no algodão (Tabela 1). É fundamental notar que produtos historicamente importantes, tanto na geração de riqueza quanto na de empregos como a cana-de-açúcar e o café, perderam importância ao longo dos últimos vinte anos (Tabela 1). Esse é um alerta importante uma vez que o agro, um dos mais importantes vetores históricos para o desenvolvimento do país, tende a perder dinamismo na geração de emprego e renda, como pode ser visto no percentual do Valor Bruto da Produção (VBP) no período de 2000 a 2020.

As ondas de inovação, que vão desde a energia a vapor às redes digitais, trouxeram prosperidade para muitas nações, multiplicando o rendimento do trabalho por algumas centenas de vezes em relação aos valores que prevaleciam em 1785. Após séculos de ganhos de produtividade da mão de obra, o sistema econômico dá sinais de esgotamento e a atenção se desloca para os recursos naturais, havendo, em escala mundial, crescente inquietação quanto às suas capacidades de suporte.

Figura 2 – Índice de Exportação de Alimentos Processados do Brasil entre os anos de 2000 e 2021



Fonte: FAO – Food and agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT.
Disponivel em https://www.fao.org/faostat/en/#home e consultado em set 2024.

Tabela 1 – Valor Bruto da Produção de produtos do agro e participação (%) em relação ao Valor Bruto da Produção Agrícola Total

Produto	2000		2020	
	bilhões R$	%	bilhões R$	%
Amendoim	0,78995	0,19	3,14217	0,30
Arroz	16,29481	3,89	20,08401	1,89
Banana	11,75184	2,81	14,10494	1,33
Batata inglesa	5,81833	1,39	9,50884	0,90
Cacau	1,75226	0,42	4,13762	0,39
Café	30,60541	7,31	41,27967	3,89
Cana de açúcar	35,77206	8,54	83,3012	7,84
Cebola	2,76755	0,66	-	-
Feijão	11,06955	2,64	15,62993	1,47
Fumo	7,49937	1,79	-	-
Laranja	13,65028	3,26	17,63703	1,66
Mamona	0,29788	0,07	0,11863	0,01
Mandioca	10,53378	2,52	12,45557	1,17
Milho	38,28283	9,14	117,09144	11,03
Pimenta do reino	1,50678	0,36	-	-
Soja	55,09948	13,16	286,89152	27,01
Tomate	7,73579	1,85	13,12031	1,24
Trigo	2,19617	0,52	9,51169	0,90
Uva	1,64468	0,39	6,93312	0,65
Maçã	-	-	-	-
Outros	19,33371	4,62	30,89033	2,91
TOTAL LAVOURA	**281,90781**	**67,32**	**712,63978**	**67,10**
Bovinos	55,96164	13,36	147,6127	13,90
Suínos	10,13271	2,42	32,57139	3,07

Continua na página seguinte >>

Além disso, o aumento na incidência de perdas econômicas em consequência do aumento nos eventos climáticos extremos decorrentes do uso descontrolado dos recursos naturais não deixa dúvidas sobre a importância do 'capitalismo verde'. Ou seja, as propostas de uma nova ordem econômica, calcadas numa concepção abrangente do desenvolvimento sustentável com ênfase na produtividade dos recursos naturais, ganham destaque fazendo com que a prosperidade no futuro seja cada vez mais multifacetada e tendo como pivô a utilização dos recursos ambientais de forma mais produtiva e socialmente mais justa (Haddad, 2023).

Frango	30,7933	7,35	93,43869	8,80
Leite	22,10425	5,28	51,11702	4,81
Ovos	8,64263	2,06	19,12653	1,80
Outros	0,71604	0,17	0,74802	0,07
TOTAL PECUÁRIA	**128,35057**	**30,65**	**344,61435**	**32,45**
Extração Vegetal (Alimentícios)	0,91462	0,22	1,49978	0,14
Extração Vegetal (Ceras)	0,12992	0,03	0,2536	0,02
Extração Vegetal (Carvão, Lenha, Madeira)	6,67296	1,59	2,86268	0,27
Extração Vegetal (Outros)	0,79699	0,19	0,1335	0,01
TOTAL EXTRAÇÃO VEGETAL	**8,51448**	**2,03**	**4,74955**	**0,45**
VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO (VBP) TOTAL	418,77286	100	1.062,00	100

Fonte: IBGE, 2024.

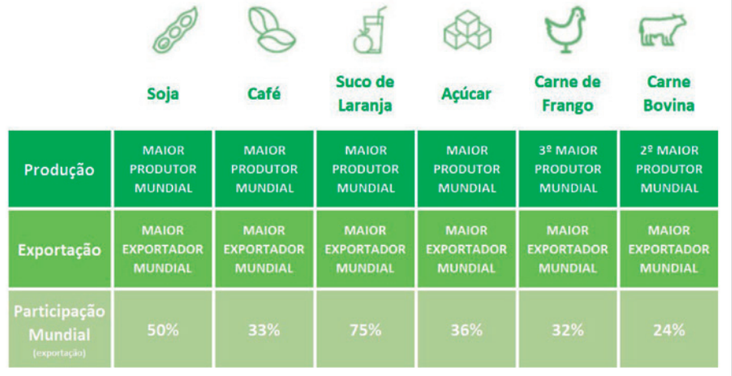
A dinâmica de inovação e especialização da agropecuária brasileira possibilitaram ao país incrementar a sua produção e ocupar lugar de destaque em vários produtos no mercado mundial. A questão é que, a despeito da dinâmica virtuosa na geração de riqueza, o setor agrícola vem perdendo importância no mercado de trabalho sendo o único que reduziu (2,3 milhões de vagas) os empregos quando comparados os anos de 2000 e 2015. Por outro lado, os transbordamentos da produção agrícola não são desprezíveis. Em 2022, cerca de 45% dos empregos gerados pelo agronegócio ocorreram dentro do setor primário, 32% no setor de serviços e 21% na indústria (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2024).

Dada a inserção internacional, não há dúvida de que o agro tem grande potencial para contribuir com a recuperação do emprego no país, porém, mantida a trajetória de especialização na produção de açúcar, grãos e carnes (Figura 2), a recuperação do emprego poderá não será tão virtuosa quanto se poderia supor. As estratégias para a manutenção do sucesso da agricultura brasileira passam por uma economia cada vez mais verde enfatizando tanto a agregação de valor quanto a diversificação da produção agrícola e a busca pela sustentabilidade.

O potencial socioeconômico do agro brasileiro neste primeiro quarto do Século XXI está consolidado, como pode ser observado na Figura 2. Pela disponibilidade de recursos naturais, particularmente terra e água, pela capacidade empresarial de que dispõe e por deter tecnologias para a produção nos trópicos, o agro brasileiro tem grande capacidade de contribuir para o crescimento via geração de renda e empregos. A questão é: como fazer e onde investir?

A competitividade da agricultura brasileira dá sinais, a exemplo dos eventos climáticos extremos, da estagnação da Produtividade Total dos Fatores e a redução na geração de emprego, de que são necessárias iniciativas para manter o dinamismo do setor agrícola nacional. Além disso, existem ainda muitos desafios a serem enfrentados, a exemplo da inclusão produtiva de um largo contingente de produtores, ainda às margens do processo de inovação e os desafios da produção vis a vis as crescentes exigências para a sustentabilidade. Essas enormes questões se somam à necessidade de prover ganhos de produtividade e eficiência para que o país possa continuar a concorrer no mercado internacional ao tempo em que mantém uma oferta interna que atenda adequadamente às necessidades da sociedade brasileira.

Figura 3 – Posição de produções e exportações brasileiras de alguns produtos em 2021



Fonte: CNA, 2022, modificada pelos autores.

O reconhecimento da importância e do uso dos recursos naturais na intensificação

sustentável é um elo crucial para avançar nos conhecimentos e inovações da bioeconomia no setor agropecuário. A intensificação sustentável busca aumentar a produção agrícola de maneira equilibrada com a manutenção e melhoria dos serviços ecossistêmicos e o uso eficiente dos recursos naturais, evitando a degradação do solo, da biodiversidade e a economia e conservação da água. Também importante é a diversificação de culturas, que contribui para a segurança alimentar e nutricional e protege a diversidade genética de plantas e animais, o que pode ser crucial para a adaptação futura, no contexto das mudanças climáticas e desafios socioambientais do setor.

A tendência de aumento de sistemas produtivos integrados (Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF), Integração Lavoura Pecuária (ILP), Integração Pecuária e Floresta (IPF) ou Sistemas Agroflorestais (SAFs) tem dois grandes impulsionadores. Por um lado, existem incentivos, através de políticas públicas nacionais e compromissos internacionais que apoiam a transição para sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis no país. Hoje o Brasil possui um amplo arcabouço legal e políticas (Plano ABC+, Código Florestal) que incentivam a produção agrícola sustentável e sistemas integrados de produção. Além disso, o Brasil está participando de acordos internacionais, definindo metas nacionais que objetivam preservar ecossistemas naturais e recursos hídricos e adotar práticas agrícolas sustentáveis (Compromissos do Acordo de Paris).

Por outro lado, o país dispõe de conhecimento técnico-científico para oferecer alternativas que promovam o aumento da produtividade, a recuperação de pastagens degradadas, a recomposição de áreas naturais em propriedades privadas, a utilização de sistemas integrados, práticas conservacionistas de conservação de água e solo e o uso de técnicas ecológicas na produção e no controle de pragas e doenças. Os dados mostram que da safra 2015/2016 até a safra de 2020/2021, houve um aumento estimado de 52% de áreas com ILPF no Brasil (Rede ILPF) e, em 2020, existiam 17.400.000 hectares de área com ILPF.

3. A agricultura cada vez mais tecnificada

Em 2022, a agricultura foi responsável por 26,5% da emissão nacional de Gases de Efeito Estufa (GEE), enquanto a mudança no uso da terra (desmatamento e queimadas das florestas e vegetação nativa, mineração, urbanização etc.) participou com 48,0% desta emissão. (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, 2024). Assim, para cumprir compromissos nacionais e internacionais (principalmente com a União Europeia), até 2045, o Brasil deverá diminuir drasticamente a abertura de novas áreas para agricultura e pecuária e combater fortemente o desmatamento e queimadas ilegais, perseguindo a meta estabelecida de 'desmatamento zero".

É importante lembrar que, devido às particularidades e desafios (clima, incidência de pragas e doenças etc.) para realizar agricultura em clima tropical, a assertividade proporcionada pela Agricultura 4.0 e o uso de insumos 'verdes', notadamente os biológicos, são centrais para os ganhos de produtividade sustentável e isso só será possível com a maior tecnificação das atividades agropecuárias.

Com relação aos bioinsumos, que incluem os produtos de controle biológico, inoculantes, bioestimulantes e solubilizadores, há expectativa de aumento da sua utilização. Na safra 2023/2024, o mercado para esses produtos no Brasil cresceu 15%, em comparação com a safra anterior. Os produtos biológicos agrícolas registraram vendas de R$5 bilhões, nesta safra. No mercado global, espera-se um crescimento entre 13% e 14%, podendo chegar a US$45 bilhões, até 2032 (Croplife, 2024).

Até 2045, avanços científicos e tecnológicos têm o potencial de transformar significativamente a agricultura, a pecuária e a silvicultura nacionais. Esses avanços tendem a ser incorporados gradualmente aos sistemas produtivos e refletir-se nas várias dimensões da eficiência e da sustentabilidade. Os grandes avanços tecnológicos virão, principalmente, da biotecnologia, geotecnologia, nanotecnologia, inteligência artificial, internet das coisas e robótica. Várias tecnologias estarão embarcadas em máquinas agropecuárias autônomas e movidas a energia captada por meio das fontes eólica e solar, ou por biocombustíveis. Esses desenvolvimentos científicos e tecnológicos aumentarão a eficiência e a produtividade e ajudarão a enfrentar desafios locais e globais como a mudança climática, a escassez e a melhor utilização de recursos naturais, bem como o crescimento populacional, com potencial para diminuição da expansão (abertura) de áreas agrícolas.

Os métodos que utilizam inteligência artificial, combinados com a biotecnologia e a nanotecnologia, poderão desenvolver plantas, animais e microrganismos que serão utilizados em sistemas integrados talhados para máximo aproveitamento dos recursos solo-água-nutrientes disponíveis e diminuição da emissão líquida de GEE. Na concepção desses sistemas integrados será dada prioridade à industrialização dos produtos obtidos que terão, principalmente, uso local ou regional, para favorecer os "trajetos curtos". Utilizando métodos de inteligência artificial e sensoriamento remoto será instantaneamente medida a emissão de GEE da propriedade ou

da região e medidas corretivas serão aplicadas no sentido de diminuí-la. Essas medidas serão possíveis devido ao estoque de tecnologias desenvolvidas e prontas para uso.

Até 2045, provavelmente serão implantados polos de autossuprimento energético onde, em várias regiões do país, serão produzidos os biocombustíveis líquidos (etanol e biodiesel) e gasosos (biogás, biometano e hidrogênio verde), com integração de energia solar e eólica. Esses polos poderão fornecer os insumos energéticos para a produção agropecuária, para a agroindustrialização local e para os sistemas de transporte, abrangendo os modais rodoviário, ferroviário e aquaviário. O transporte aéreo poderá ser utilizado para percursos mais longos, possibilitando misturas em proporções crescentes do SAF (*Sustainable Aviation Fuel*) ao bioquerosene de origem fóssil.

4. Transformações tecnológicas e emprego rural

A introdução de novas tecnologias na agricultura até 2045 pode, de fato, transformar o mercado de trabalho rural, mas o impacto na desocupação da mão de obra no campo não é simples e pode variar dependendo de vários fatores técnicos, econômicos e regionais.

Tecnologias como robótica e mecanização autônoma para plantio, colheita e manejo vegetal e animal podem reduzir a demanda por trabalho humano em tarefas repetitivas e que exigem presença física. É provável que essas tecnologias diminuam a necessidade de trabalhadores em algumas áreas, especialmente para funções que podem ser automatizadas eficientemente. Embora a automação possa reduzir a necessidade de trabalho manual, ela pode criar oportunidades de trabalho e emprego que exigem habilidades técnicas e de gerenciamento, como a programação de sistemas complexos, a operação de drones, a manutenção de equipamentos automatizados, a análise de dados e decisões que, às vezes, dependem da intuição e do conhecimento prévio inerentes ao ser humano.

A diversificação econômica pode ser promovida pela tecnologia. Com o aumento da agricultura tecnificada, que inclui, por exemplo, a produção vertical ou indoor e em biorreatores, podem surgir novas oportunidades de trabalho em setores relacionados à produção de alimentos e outros produtos em bases locais e sustentáveis, como, por exemplo, a agricultura orgânica, a agricultura regenerativa, novos métodos de manejo animal, entre outros.

5. A bioeconomia ligando agricultura, energia e indústria

A bioeconomia é o caminho para o aumento da sustentabilidade, diversificação e agregação de valor da agropecuária que aprofunda a transformação do setor e aproveita avanços científicos e tecnológicos, aliando-se aos avanços da agroindústria.

Na reunião do G20 que ocorreu no Rio de Janeiro em novembro de 2024, foi referendado documento oficial com "Princípios de Alto Nível do G20 sobre Bioeconomia", que se estrutura em três eixos temáticos: ciência, tecnologia e inovação; uso sustentável da biodiversidade; e o papel da bioeconomia na promoção do desenvolvimento sustentável (G20 chega a consenso e estabelece princípios de Alto Nível sobre Bioeconomia, 2024) Dez princípios são expostos nesse documento que tratam, entre outros aspectos: da inclusão social; dos esforços para mitigação e adaptação contra as mudanças climáticas; da contribuição para a conservação da biodiversidade; da promoção de padrões de produção e consumo sustentáveis; da implementação de acordo com prioridades e demandas regionais e nacionais; da colaboração e cooperação internacionais; e da utilização de critérios e metodologias transparentes, comparáveis e mensuráveis. Até 2045, alguns desses princípios (se não todos) devem estar em plena aplicação, aumentando os níveis de emprego e renda, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das populações e estabelecendo novos paradigmas de desenvolvimento regional.

Como exemplo ilustrativo da capacidade do setor agropecuário em contribuir para outros setores cita-se que a cadeia produtiva da cana-de-açúcar, atualmente, gera sete produtos principais: açúcar (diversos tipos), etanol, rum, cachaça, pellets, bioeletricidade e biogás, tendo enorme potencial para obtenção de vários outros produtos, no conceito de biorrefinarias. Com investimentos em PD&I, pode-se ampliar a oferta de novas categorias de produtos como bioplásticos, corantes, ácidos orgânicos, aminoácidos, enzimas e proteínas, lubrificantes, biofármacos, fragrâncias, cosméticos, detergentes e solventes mostrando que o potencial da bioindústria baseado na biomassa ainda está longe de ser totalmente explorado (Confederação Nacional da Indústria, 2020).

Tendo como paradigma a produção de biocombustíveis e químicos derivados de biomassa, o desenvolvimento de fármacos e cosméticos segue processos já estabelecidos globalmente. Portanto, o crucial para esse setor é a criação de um arcabouço legal e de infraestrutura que facilite a aceleração no desenvolvimento de novos produtos (Confederação Nacional da Indústria, 2020).

Com relação aos cosméticos, existem mais de 600 plantas catalogadas que são utilizadas pela indústria cosmética. Estudo recente da Factor-Kline estima que, em 2020, o mercado nacional de produtos de beleza e cuidados pessoais posicionados como "naturais" era superior a R$10 bilhões de reais (Valor Econômico, 2020) e, nas próximas décadas, a participação dos produtos brasileiros no mercado mundial tenderá a aumentar, quer pela qualidade desses produtos, quer pelo apelo mercadológico de princípios ativos "exóticos".

Já para os biofármacos, apesar da vasta biodiversidade presente no Brasil, são poucos os disponíveis no mercado. Apenas em 2019, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou um biossimilar, o primeiro hormônio de crescimento 100% nacional (Fiocruz, 2020).

Estudo da Associação Brasileira de Bioinovação (ABBI), Embrapa e parceiros apresenta um cenário possível para a bioeconomia, com a combinação de tecnologias como etanol celulósico, biogás, proteínas alternativas, carbono orgânico no solo, amônia verde, bioquímicos e hidrogênio. O avanço da bioeconomia no Brasil pode gerar faturamento industrial adicional de cerca de US$400 bilhões/ano e reduzir as emissões em cerca de 550 milhões de toneladas de CO2eq, alcançando emissões negativas em 2050 (Associação Brasileira de Bioinovação, 2022)., o que permite antever a bioeconomia, como um dos principais vetores de desenvolvimento social e econômico, com enorme potencial para ampliação.

6. A agricultura e a transição energética

Em tempos de emergência climática, o uso da bioenergia no Brasil vem chamando a atenção mundial. Pode-se dizer que a matriz energética brasileira é a mais "limpa" do mundo, diferenciando-a de todos os outros países no que se refere à utilização de fontes renováveis provenientes da biomassa. Em 2023, de acordo com o Balanço Energético Nacional, a partir das fontes originadas na agricultura, como etanol, biodiesel, lenha, carvão vegetal, lixívia (subproduto da produção de celulose) e bioeletricidade, o país obteve 32,3% de toda a energia consumida internamente (Empresa de Pesquisa Energética, 2024). E esse percentual poderá aumentar quando entrarem em funcionamento as fábricas de hidrogênio de baixo carbono, de bioquerosene para aviação e de diesel verde e aumentarem os percentuais de mistura de etanol anidro e biodiesel aos combustíveis fósseis.

A vanguarda brasileira no aspecto citado deve se manter até 2045 pois há diversas iniciativas destinadas a aumentar a sustentabilidade nacional. Em conjunto, os poderes Legislativo e Executivo têm criado condições reais para diminuir a emissão de GEE, incentivando a descarbonização do setor de transportes. Como um exemplo importante dessa cooperação, cita-se que, desde 2017, está em vigor a Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como RenovaBio, que valoriza monetariamente o aumento da eficiência energética e a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Foi aprovado em setembro de 2024, o projeto Combustível do Futuro que reúne programas para aumentar a participação de biocombustíveis na matriz energética brasileira e para descarbonizar setores de energia. Por intermédio desse projeto serão aumentados os percentuais de etanol anidro na gasolina e de biodiesel e "diesel verde" no diesel fóssil. Também se estabelecem programas de pesquisa e produção de combustível sustentável de aviação (SAF na sigla em inglês) e de biometano.

Outro exemplo da cooperação Legislativo-Executivo é a aprovação da legislação que regulamentará o mercado de carbono no país, instituindo um sistema de negociação que permite que as empresas comprem ou vendam unidades de gases de efeito estufa que poluem. Esse mercado, que já funciona há bastante tempo em termos mundiais, deverá ser mantido e aperfeiçoado e, em 2045, poderá ser importante mecanismos de regulação do controle global da emissão de GEE.

A economia de baixo carbono oferece ao Brasil um grande potencial para aumento da produtividade e vantagens comparativas, além de abrir novas oportunidades em mercados internacionais (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, 2024). Estima-se que a oferta brasileira poderia cobrir até 28% da demanda global no mercado regulado de carbono em 2030. Portanto, há um grande potencial para o Brasil ser um dos protagonistas desse mercado (ICC Brasil, WayCarbon, 2022).

Outro marco importante, em vigor, desde 2021, é o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), mecanismo regulatório que remunera ou recompensa quem protege a natureza e mantém os serviços ambientais funcionando em prol do bem comum (Farias, Regis, 2021). Tipicamente, PSA remuneram atividades de conservação ou recuperação de recursos hídricos e florestais e da biodiversidade.

7. Novo olhar sobre os biomas

Prioridades que mobilizam a sociedade global, e que precisam receber atenção máxima, são a Amazônia e o Pantanal. Não se trata de discussões fragmentadas sobre desmatamento, pobreza ou logística. Trata-se de estabelecer um projeto para o desenvolvimento mais sustentável desses biomas que tenha por objetivo principal a geração de bem-estar com base em aumento no nível de emprego e na renda, respeitando os limites dos recursos naturais.

A importância dos biomas brasileiros para a mitigação das mudanças climáticas, em especial a Amazônia, é destaque internacional. Ênfase deve ser dada a ações fortes e contínuas de repressão às atividades ilegais, como desmatamento e mineração. A essa repressão deve se seguir a identificação de investimentos com foco na promoção de recursos latentes, o que não é difícil para uma região, como a Amazônica, que dispõe de mais de nove mil profissionais com doutorado. Pesca e aquicultura, produção de cacau, silvicultura, açaí, castanheira, cupuaçuzeiro, seringueira, pupunheira e guaraná (ambos com domínio fora da região) são exemplos de produções já estabelecidas na Amazônia que merecem atenção. Também merecem atenção na Amazônia os sistemas agrícolas integrados (sobretudo lavoura, pecuária e floresta) e a produção de palma para a adequação ambiental das áreas já antropizadas.

O Pantanal, por sua vez, sofre com a degradação ambiental que afeta negativamente a dimensão econômica e social. Dentre os problemas ambientais, estão o desequilíbrio ecológico provocado pela pecuária bovina descontrolada; pelo desmatamento para produção de carvão; pela pesca e a caça predatórias; pelo garimpo de ouro e pedras preciosas que gera erosão, assoreamento e contaminação das águas; pelo turismo descontrolado, que produz resíduos contaminantes do sistema e, mais recentemente, pela produção agrícola (grãos e cana-de-açúcar) intensiva na fronteira do bioma com o Cerrado. A questão crítica desse bioma é assegurar a manutenção do equilíbrio entre a atividade produtiva e o meio ambiente, reduzindo as ameaças internas e externas, notadamente a alteração do ciclo das águas em consequência da degradação hídrica e do solo no Cerrado. O desenvolvimento do espaço rural pantaneiro precisa ser pensado de maneira sistêmica, incluindo a agricultura familiar, a pecuária e o turismo, o que não exclui a exploração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos prestados pelo bioma.

Nos demais biomas (Cerrado, Mata Atlântica e Pampa), há a possibilidade de potencializar o desenvolvimento calcado no uso sustentável dos recursos naturais. Porém, esses são ganhos marginais se comparados às possibilidades que a economia circular gera, especialmente no campo da infraestrutura, que deve liderar os investimentos em escala global.

Em todos os biomas existem áreas que têm potencial para recuperação e aproveitamento produtivo de aproximadamente 100 milhões de hectares atualmente degradados. Essas áreas, que são equivalentes às que atualmente são ocupadas com agricultura no Brasil, apresentam baixos índices de produtividade para os sistemas agrícolas em destaque no Brasil, notadamente grãos e carnes, porém, têm grande potencial para a produção de hortifruti e bioenergia. A recuperação da produtividade dessas áreas sob a égide da sustentabilidade ambiental, demanda vultosos investimentos verdes, tema em que o Brasil precisará contar com financiamentos estrangeiros, tanto de organismos multilaterais quanto de fundos de investimentos e de bancos internacionais e fundações. Os investimentos verdes vêm aumentando no país, mas em ritmo insuficiente. Em 2012, pouco menos de 18% do crédito a pessoas jurídicas era direcionado às atividades enquadradas na Economia Verde. Em 2020, esta participação subiu para 22%. Para que a recuperação de áreas degradadas evite a abertura e desmatamento de florestas nativas, o nível de investimento deverá aumentar substancialmente.

8. Novas oportunidades e novos produtos

8.1.Produção de frutas

A produção brasileira de frutas superou quarenta milhões de toneladas, em 2021, ocupando menos de 0,5% do território nacional. Uma fração praticamente insignificante quando comparado aos 7% ocupados pelos grãos. Em 2021, a fruticultura empregou 11,5% do total de postos de trabalho na agropecuária, com aumento de 9% em relação ao ano anterior. A capacidade de geração de empregos, inclusive serviços qualificados, da fruticultura é relevante. São mais de 940 mil estabelecimentos agropecuários distribuídos em todas as regiões do país, dos quais, 81% são familiares. As exportações de frutas renderam perto de US$2 bilhões em 2021 com predominância de sete frutas (manga, melão, uva, limão, maçã, melancia e mamão). A excelência e a

diversidade da cesta de frutas brasileiras (mais de 40 espécies) têm potencial para ampliar em muito a participação e o período de oferta no mercado internacional, com repercussões quase que imediatas para o emprego e a recuperação econômica do Brasil. Para tanto, é preciso que o poder público melhore a infraestrutura e as negociações internacionais que ampliem o acesso do produtor nacional ao mercado internacional.

8.2. Aquicultura e maricultura

A aquicultura, uma atividade competitiva e sustentável em um país como o Brasil que possui a maior reserva de água doce do mundo e extensa costa marítima, pode ganhar um maior destaque. Nas últimas décadas, o cultivo de organismos aquáticos como peixes, moluscos, algas e crustáceos, entre outros, tem crescido consideravelmente tornando-se relevante na geração de emprego e renda. Em 2022, a piscicultura brasileira cresceu dois por cento, produzimos 860 mil toneladas no total, com destaque mais uma vez a produção de tilápia, que representou 64% do volume (Anuário da Piscicultura, 2023). Se comparada à média mundial, a produção nacional de pescados marinhos ainda é pouco expressiva. No período de 2012 a 2022 o país produziu aproximadamente 6,65 milhões de toneladas, o que representa apenas 0,35% da produção mundial. O Brasil consome mais pescado do que produz. Se todo pescado marítimo fosse destinado apenas ao mercado interno, supriria 60% da demanda, que foi de pouco mais de 10 milhões no período de 2012 a 2022 (FAO.FAOSTAT, 2023).

A piscicultura marinha, a malacocultura e a algicultura ainda são atividades incipientes no Brasil. Em 2021, o país possuía apenas uma área regularizada para piscicultura em mar territorial com capacidade de produção regularizada para cerca de 34 toneladas de peixes por ano. A produção de moluscos cultivados é uma atividade promissora e o Brasil possui características ambientais propícias para incrementar esse tipo de cultivo, mas a malacocultura se desenvolve de forma pujante apenas no estado de Santa Catarina. Em 2021, a produção total declarada de moluscos em águas da União foi de 10.055 toneladas, sendo Santa Catarina responsável por 98% da produção. As principais espécies cultivadas são o mexilhão, a ostra do Pacífico, as ostras nativas e a vieira (Brasil, 2021).

O cultivo de algas ainda é uma atividade restrita a poucas regiões brasileiras. Em 2021 existiam apenas quatro áreas regularizadas: duas áreas exclusivas para a produção de algas, nos estados do Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro; e duas outras áreas com cultivos de algas e moluscos localizadas no estado de Santa Catarina. Há um grande potencial para avanços nesse cultivo, tanto pelo interesse de produtores que solicitam autorização para produção de algas em novas áreas, quanto pelo lado da demanda. Além de serem proteínas e vitaminas nutritivas para dieta humana e animal, possíveis substitutas de combustível fóssil e fornecedoras de serviços ecossistêmicos, como a captura de carbono, as algas têm se destacado como fertilizante natural com poder de melhorar a saúde das plantas e a qualidade do solo (Brasil, 2021).

Para que haja avanços nesse segmento, alguns desafios precisam ser superados. Há dificuldade na obtenção de licenças, carência de assistência técnica, manejo inadequado, falta de padronização, insuficiência de pacotes tecnológicos e grande necessidade de capital de giro. Esses mesmos gargalos, porém, podem ser vistos como oportunidades. Uma política de P&D para espécies promissoras, além da modernização e profissionalização do setor podem significar uma inflexão no desenvolvimento desse segmento no Brasil.

8.3. Fronteiras emergentes

Além das oportunidades acima mencionadas, novas fronteiras estão sendo descortinadas: agriculturas consideradas "impossíveis" no passado, hoje já são realidade ou serão dentro em breve. Agricultura em ambientes controlados, *rooftop farming*, carnes cultivadas em laboratório, alimentos impressos e agricultura espacial já estão se desenvolvendo no Brasil. Apesar da consolidação dessas fronteiras no horizonte de 2045 apresentarem grandes incertezas, o seu desenvolvimento tem apontado para inúmeras possibilidades.

8.4. Carne e outros produtos cultivados em biorreatores

Outro tema ainda em ascensão, que vem ganhando destaque no Brasil (e no mundo) é o da **carne e de outros produtos cultivados em biorreatores** e impressos em 3D. Algumas iniciativas ilustram avanços nesta nova fronteira. A Embrapa está à frente de um estudo pioneiro no país para desenvolver carne de frango cultivada em condições controladas de laboratório (Embrapa, 2024); o Senai Climatec Bahia, desde 2022, tem trabalhado com células tronco extraídas da carne bovina e produzido carne cultivada em laboratório; empresas, como BRF, JBS já começaram a investir em pesquisas nesse ramo. Destaques também para as startups brasileiras Nutricel, primeira a obter financiamento para investir em carne cultivada em laboratório, e para a Celva Ingredientes que, em 2022, desenvolveu o segundo protótipo de carne cultivada produzida no país. Além da produção de carne, há importantes avanços na ciência brasileira. Pesquisas da Embrapa desenvolveram, em biorreatores, fios sintéticos, similares aos produzidos por aranhas, utilizando uma bactéria geneticamente modificada. Também, a partir de vegetais, desenvolveram estruturas análogas aos filés de peixes em impressoras 3D. Outra boa notícia, é a publicação no final de 2023 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) de resolução regulamentando o registro de ingredientes oriundos de cultivo celular, um avanço que consolida a importância do tema no Brasil e abre novas oportunidades para a indústria de carnes e de outros produtos no país.

O Brasil tem investido em iniciativas empreendedoras relacionadas à **agricultura em ambientes controlados** (*indoor*). O Laboratório Agricultura em Ambiente Controlado, uma parceria da Embrapa com a empresa 100% Livre, é um exemplo exitoso de pesquisa que tem investido no conhecimento científico e viabilidade econômica para produção de hortaliças. Já dentre as iniciativas comerciais, a mais famosa é a Pink Farm (https://pinkfarms.com.br/), startup pioneira criada em 2017 na cidade de São Paulo é hoje uma das maiores produtoras da América Latina.

Apesar do custo inicial e da necessidade de conhecimentos especializados, acredita-se que a agricultura *indoor* no Brasil tenha um futuro promissor. A crescente preocupação com a origem e segurança sanitária, aliada à necessidade de maximizar a produção de alimentos, reduzir o impacto ambiental, e garantir produção sustentável em diversas condições climáticas, tendem a impulsionar essa prática no país.

Já a agricultura de telhado (*rooftop farming*), tendência em todo mundo, com destaque para América do Norte, Europa e Ásia, ainda está começando no Brasil (Schulz *et al.*, 2019). Essa modalidade inclui práticas agrícolas protegidas, como cultivo em estufas, e não protegidas, como hortas ao ar livre, e a sua importância transcende os fins comerciais, sendo utilizada, também, como estratégia socioeducacional, de imagem, inovação, e qualidade de vida urbana (Thomaier *et al.*, 2014). Há iniciativas de jardins em teto em residências e edifícios comerciais, mas o principal exemplo encontrado foi o do Shopping Eldorado em São Paulo que, em 2012, investiu num projeto de horta e compostagem no telhado. Além de visibilidade, a estratégia amenizou a temperatura interna do empreendimento, reduzindo o consumo de energia. Há necessidade de mais pesquisa e produção científica no Brasil para avaliar o potencial de desenvolvimento em escala e sustentabilidade econômica da agricultura de telhado.

A **agricultura espacial** ainda está em seus estágios iniciais no Brasil, mas há sinais de avanços. A parceria com a NASA, no âmbito do Programa Artemis, destaca-se pelo interesse no desenvolvimento de tecnologias voltadas para a agricultura extraterrestre. Sob a liderança da Embrapa e com o suporte da Agência Espacial Brasileira (AEB) foi firmada, em 2023, uma rede de pesquisa com 12 instituições e mais de 30 pesquisadores, voltada para produzir alimentos em condições fora da Terra. A parceria visa explorar a maneira como tecnologias e produtos desenvolvidos pelo Brasil podem ser adaptados à vida no espaço. Busca-se desenvolver sistemas de produção adaptáveis à vida fora da Terra, e autossustentáveis, contemplando soluções que ajudem a produção de alimentos em ambientes de elevada radiação, baixa gravidade e ausência de solo (aeroponia).

A parceria brasileira com a NASA também inclui um projeto para implantação de uma base lunar e preparação para uma futura missão tripulada a Marte. As apostas científicas nesta nova fronteira almejam não apenas criar soluções inovadoras para agricultura espacial, mas gerar expertise para enfrentar futuros desafios da agropecuária na Terra, especialmente os advindos da mudança do clima (Embrapa, 2024). Dada a crescente importância do ambiente espacial, é possível que a participação do Brasil em missões internacionais potencialize a pesquisa e o investimento em agricultura espacial.

9. Resiliência agropecuária frente a mudanças do clima

Para que, até 2045, sejam mantidos os padrões de produção que utilizam os sistemas agropecuários considerados tradicionais, é necessário que a agricultura esteja adaptada a eventos climáticos extremos como chuvas frequentes e de alta intensidade, geadas, períodos prolongados de seca e altas ou baixas temperaturas, ventos fortes e constantes etc. A adaptação da agricultura a essas mudanças poderá ser impulsionada por combinações de: tecnologias inovadoras, práticas de manejo sustentável, modelos de previsão climática, aproveitamento racional dos recursos disponíveis, entre outros.

O desenvolvimento de variedades de culturas e de raças animais adaptadas a condições climáticas regionais, previstas por modelos meteorológicos de longo prazo, será crucial para a manutenção da produtividade e incremento da sustentabilidade. A biotecnologia, a nanotecnologia, a geotecnologia, a agropecuária de precisão e modelos baseados em inteligência artificial, em conjunto, podem desempenhar papel fundamental nessa adaptação a condições extremas. O uso de modelos climáticos avançados e análise de grandes volumes de dados (big data) pode fornecer previsões mais precisas e permitir o planejamento antecipado de eventos climáticos extremos, ajudando na tomada de decisões e na gestão de riscos.

Algumas técnicas agrícolas consagradas ao longo das últimas décadas se manterão e, provavelmente, serão aperfeiçoadas até 2045 como o manejo integrado de recursos hídricos, as práticas de conservação, proteção e enriquecimento do solo, a agropecuária de precisão, a diminuição na emissão de metano na pecuária, a utilização de biofertilizantes e biopesticidas, aproveitamento de resíduos e subprodutos, a diversificação e rotação de culturas, os sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta, entre outras.

Diversos aspectos para tornar a agropecuária mais resiliente não dependem exclusivamente de fatores técnicos e ambientais. Devem ser considerados os de outras ordens como investimentos em infraestrutura, sistemas de drenagem para áreas propensas a inundações e de contenção de encostas e estruturas de proteção contra ventos fortes, queimadas e granizo, prevenção de erosão do solo e voçorocas etc.

A crescente adoção de seguros agrícolas que cobrem perdas relacionadas a eventos climáticos e o desenvolvimento de planos de contingência ajudarão os agricultores e os pecuaristas a se recuperarem mais rapidamente de desastres climáticos que venham a ocorrer.

10. Produção agropecuária sustentável

Até 2045, é possível que o Brasil desenvolva sistemas agropecuários que equilibrem melhor a produção agrícola com a preservação ambiental. Isso dependerá de uma série de fatores e iniciativas, incluindo políticas públicas, inovação tecnológica, gestão sustentável dos recursos disponíveis, adoção de práticas sustentáveis, incentivos, além de educação e capacitação dos agropecuaristas.

A implementação e o fortalecimento de políticas e regulamentações ambientais podem garantir que a expansão agropecuária ocorra de maneira sustentável, protegendo áreas de importância ecológica e promovendo a recuperação de áreas degradadas. O uso de ferramentas como o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) ajudará a direcionar a expansão da agropecuária para áreas apropriadas, minimizando impactos ambientais sensíveis e promovendo a preservação de áreas naturais. Além disso, o Código Florestal, em 2012, introduziu nas propriedades agrícolas importantes mudanças relacionadas à preservação ambiental. Essa Legislação consolidou a obrigação de manutenção de Áreas de Preservação Permanentes (APP) e Reservas Legais (RL) que, em conjunto conservavam, segundo levantamento realizado pela Embrapa, cerca de 26,7% da vegetação nativa das propriedades rurais.

O desenvolvimento de recursos genéticos melhorados e de tecnologias avançadas, como sensores, drones, algoritmos e sistemas de gestão de dados, aplicativos para celulares e computadores, pode ajudar a otimizar a produção agropecuária, reduzindo a necessidade de expansão de áreas cultivadas e minimizando impactos ambientais, preservando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

O crescente interesse, no Brasil e no mundo, por produtos sustentáveis, com certificação e rastreabilidade ambiental, pode impulsionar a demanda por práticas agrícolas que preservem os biomas, oferecendo um diferencial competitivo para os produtos brasileiros.

Acredita-se que, até 2045, a agropecuária brasileira tem o potencial para ser um motor de mudança positiva na mitigação dos problemas ambientais, desde que se adotem abordagens integradas e coordenadas. Com esforços coordenados, é possível que a agropecuária não apenas minimize seu impacto ambiental e contribua para a descarbonização sistêmica, mas também colabore ativamente para a conservação e recuperação dos ecossistemas brasileiros.

11. Competição entre produção de energia e fornecimento de alimentos

A possível competição entre a produção de biocombustíveis e a de alimentos é uma questão complexa e relevante e, provavelmente, continuará sendo em 2045. Vários fatores influenciam nessa dinâmica, e as consequências podem variar dependendo de como a tecnologia, a política e as práticas agrícolas evoluem.

De fato, a produção de biocombustíveis requer grandes áreas de terra, o que pode competir com a produção de alimentos. Isso é particularmente relevante para biocombustíveis de primeira geração, que são feitos a partir de culturas alimentares, como milho, soja e cana-de-açúcar A produção de biocombustíveis pode aumentar a demanda por água e nutrientes, recursos já sob pressão, devido à agricultura convencional. Isso pode impactar a disponibilidade e o custo da terra e dos insumos para a produção de alimentos. É necessário buscar o equilíbrio entre a produção de alimentos e a de biocombustíveis e isso poderá ser feito utilizando modelos de previsão e alocação e inteligência artificial, bem como a utilização de séries temporais e avaliação dos mercados interno e externo para os produtos da agropecuária.

O aumento da demanda por biocombustíveis pode elevar os preços das culturas alimentares, impactando a segurança e a soberania alimentares, especialmente em países em desenvolvimento. Por outro lado, a expansão da produção de biocombustíveis pode gerar empregos e oportunidades econômicas em áreas rurais e aumentar a sustentabilidade nacional e por extensão, a global.

As tecnologias emergentes para biocombustíveis de segunda e terceira geração, que utilizam matérias-primas não alimentares (como florestas energéticas, resíduos agrícolas e agroindustriais, algas ou plantas energéticas específicas, casos do babaçu, da macaúba, do licuri, do capim-elefante e de outras gramíneas), podem reduzir a competição com a produção de alimentos. Essas tecnologias buscam minimizar o impacto sobre a produção alimentar ao usar recursos que não competem diretamente com os cultivos alimentares. Avanços na eficiência da produção de biocombustíveis e nas tecnologias agrícolas podem ajudar a otimizar o uso da terra e dos recursos, diminuindo o potencial de conflito entre a produção de alimentos e de biocombustíveis.

12. Produção agropecuária na Amazônia

É bem provável que dentro de duas décadas haja uma agricultura mais sustentável na Amazônia. As forças de pressão da opinião pública nacional e internacional, via exigências de mercados e consumidores, fiscalização por parte de órgãos ambientais, ONGs, acordos internacionais, barreiras não tarifárias, entre as principais, deverão refletir no meio rural com adoção de práticas mais amigáveis ao meio ambiente.

No entanto, essas conquistas dependem da efetiva redução do desmatamento (i)legal da Amazônia que coloca em risco o projeto nacional de uma agropecuária de baixo carbono e mais sustentável, deixando o agronegócio em alerta. Os riscos são reduzir o acesso de produtos da agropecuária brasileira a mercados externos e a atração do capital internacional, comprometendo as metas dos acordos de mudanças climáticas prometidas pelo governo brasileiro (Homma et al., 2019; Homma et al., 2020).

O subdesenvolvimento da região com base no extrativismo de produtos naturais, como ocorreu com a seringueira, castanheira, pau rosa, pesca, tartaruga, madeira, açaizeiro, muitos severamente depredados, deverá ser substituído por manejo, plantio ou criação. O mesmo ocorreu com os recursos minerais com os garimpos de ouro e de pedras preciosas e na extração de minérios como a Indústria e Comércio de Minérios S. A. (ICOMI), que operou na extração de manganês entre 1957 e 1998, até o seu esgotamento, na Serra do Navio, no Estado do Pará, sem servir como modelo de desenvolvimento permanente. Com as grandes empresas como a Companhia Vale e as empresas do Polo Industrial de Manaus, espera-se que, a médio e longo prazo, um nível mínimo de verticalização mais sustentada seja alcançado.

Os benefícios governamentais deverão continuar pela falta de alternativas econômicas e tecnológicas para uma grande fração dos pequenos produtores decorrente da penosidade do trabalho versus o que poderiam ganhar marginalmente (Costa, 1995). Propostas decorrentes da obtenção de produtos da Natureza deverão crescer neste segmento como o aproveitamento da extração de madeira comunitária, estoques minerais em áreas indígenas, cobrança pela passagem da transmissão de energia elétrica, rodovias e vias férreas, portos e outras obras infraestruturais, conectadas com ONGs nacionais e externas, venda de créditos de carbono e de serviços ecossistêmicos.

Há oportunidades para desenvolver uma agricultura mais sustentável na Amazônia por meio do aumento da produtividade das atividades do setor primário envolvendo cultivos anuais e perenes, reflorestamento, piscicultura e pecuária. Há necessidade de aumentar a produtividade, reduzir as áreas de pastos, recompor ARL e APP com sentido econômico, reflorestamento e cultivos perenes (nativos e exóticos), para apressar a transição florestal (Saraiva *et al.*, 2020). Além disso, a piscicultura é uma revolução com pleno potencial de ser incrementada e racionalmente explorada.

Outra possibilidade está relacionada aos pequenos produtores que representam 83% das propriedades rurais existentes na Amazônia Legal, que se dedicam a mandioca, cacaueiro, pimenta-do-reino, cafeeiro, frutei-

ras, hortaliças, pecuária leiteira, extrativismo vegetal, pesca artesanal, e que deverão ser mais intensivos em suas atividades (Freitas *et al*., 2023). É possível, em grande parte dessas culturas, repassar as técnicas dos produtos mais eficientes. A integração dos pequenos com médios e grandes produtores, traria ganhos de economia de escala e mais competitividade.

Para os pequenos produtores, indígenas, quilombolas, populações tradicionais, pescadores artesanais e ribeirinhos, uma alternativa seria inserir o carbono nos seus produtos, caracterizando-os com menor uso de fertilizantes químicos, entre outros atributos que poderão auferir vantagens se conseguirem ganhar a simpatia dos consumidores elitizados. Além disso, em 2045, a escassez de mão de obra rural na Amazônia vai limitar a expansão de atividades intensivas com base nessa mão de obra. Com dificuldade de mecanização, como por exemplo: na colheita dos cachos de dendezeiro, pupunheira e açaizeiro, no cultivo de pimenta do reino, cacaueiro e corte da seringueira, essas culturas serão alternativas viáveis apenas para os pequenos produtores.

Já para os médios e grandes produtores, que se dedicam a produtos de exportação, os ganhos marginais nos limites de produtividades já foram praticamente alcançados. A sua sustentabilidade vai depender de maiores investimentos em infraestrutura, logística de transporte, acesso aos mercados, garantia de insumos e energia e de processos administrativos.

Há, também, oportunidades para abastecimento do próprio mercado amazônico. Os estados da Amazônia são dependentes de hortaliças, arroz, café, açúcar, suínos, frango, ovos, frutas, trigo, entre outros. Muitos desses produtos podem ser obtidos na região. Hortifrutigranjeiros importados do Sul e Sudeste, que chegam a mais de 70% em termos de peso, poderiam ser produzidos nos próprios locais de consumo. As dificuldades de abastecimento e as mudanças climáticas indicam que a região amazônica precisa buscar a autossuficiência na produção de alimentos.

O elenco de problemas e soluções da região é conhecido. Algumas soluções são custosas, difíceis de serem implementadas e levam tempo. O fortalecimento das instituições estaduais e municipais é um ponto chave para o desenvolvimento regional, assim como a insegurança política, jurídica e patrimonial no meio rural, provocada pela pobreza da população. Finalmente, movimentos sociais protagonizados por ONGs e outras instituições, nacionais e internacionais, voltados para uma ótica estritamente ambiental, que não consideram a ótica socioeconômica acabam, muitas vezes, trazendo dificuldades para a sustentabilidade da população regional. É necessário ouvir a população, gerar mais conhecimento e empreender esforços em direção ao desenvolvimento sustentável e à melhora da qualidade de vida das comunidades.

13. Tendências no consumo de alimentos

As tendências de consumo de alimentos no Brasil e no mundo têm se transformado significativamente nas últimas décadas, refletindo mudanças nos hábitos alimentares, nas preocupações com a saúde, na crescente influência da globalização e no aumento do poder aquisitivo por parte de uma parcela da população. No Brasil, um dos principais sinais é a substituição de alimentos *in natura* por ultraprocessados que tem sido associada a uma deterioração na qualidade das dietas. Estudos indicam que o consumo de alimentos industrializados e ultraprocessados está crescendo, enquanto o consumo de frutas e hortaliças tem diminuído, especialmente entre populações de menor renda e escolaridade, evidenciando uma relação inversa entre esses grupos alimentares (Costa *et al*., 2021; Louzada *et al*., 2023; Rodrigues *et al*., 2021). A acessibilidade e o preço dos alimentos ultraprocessados têm influenciado seu consumo, tornando-os uma escolha comum tanto no domicílio quanto fora dele (Ferreira, 2023; Gottlieb, Winter, 2021).

Em contrapartida, entre as classes sociais com maior poder aquisitivo há uma crescente conscientização sobre a importância da alimentação saudável, o que tem impulsionado o consumo de alimentos orgânicos e com processamento mínimo. A valorização de produtos locais e a agricultura familiar tem sido promovida como estratégia para melhorar a segurança alimentar e nutricional (Silva *et al*., 2022; Almeida *et al*., 2022). A busca por alimentos com qualidade certificada e a preocupação com a saúde têm levado os consumidores a optarem por opções mais saudáveis, refletindo a mudança nas preferências alimentares (Linhares, Carmo, 2018). No entanto, a falta de variedade na disponibilidade de frutas e hortaliças em muitos lares brasileiros ainda representa um desafio significativo (Oliveira *et al*., 2021).

As principais ameaças à segurança alimentar no Brasil até 2045 incluem fatores ambientais, sociais e econômicos que podem impactar a produção, o acesso, a disponibilidade e o consumo de alimentos. As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças à segurança alimentar, afetando a produção agrícola através de eventos extremos, como secas, enchentes e queimadas. A desigualdade social é um fator crítico que agrava a insegurança alimentar. Com 27,6% (ou 21,6 milhões) dos domicílios brasileiros em situação de insegurança alimentar em 2023 (IBGE), a falta de políticas públicas eficazes para combater a pobreza e garantir o acesso equitativo aos alimentos é uma preocupação constante. Além da fome, a nutrição inadequada é uma preocupação crescente, sendo uma tendência o aumento nos índices de obesidade, especialmente entre crianças e adolescentes. Diversos fatores potencializam esses comportamentos além de aspectos econômicos e sociais, destacam-se o marketing agressivo de alimentos não saudáveis por grandes indústrias e a dificuldade de acesso a opções alimentares saudáveis em áreas urbanas.

14. Novos hábitos alimentares

Até 2045, o Brasil deverá enfrentar um cenário demográfico transformador, com implicações significativas para a alimentação e o consumo. A população brasileira deve atingir aproximadamente 230 milhões de habitantes, com uma crescente proporção de idosos, que pode representar cerca de 23% da população total. Esse envelhecimento demográfico exigirá adaptações na oferta de alimentos, uma vez que os consumidores da terceira idade terão demandas específicas, buscando produtos que atendam às suas necessidades nutricionais, como alimentos ricos em proteínas e com baixos teores de sódio e gorduras, representando potencial para o crescimento no sector de vitaminas, suplementos e alimentos funcionais, entre outros. Além disso, a acessibilidade e a conveniência serão fatores cruciais, já que muitos idosos podem ter dificuldades de mobilidade e optarem por alimentação em domicílio.

Adicionalmente, a alimentação tem ganhado um enfoque terapêutico e preventivo na promoção da saúde humana e qualidade de vida. Não faltam especulações no imaginário sobre a alimentação "futurista", mas o que está sendo pesquisado e desenvolvido para atender ao gigantesco mercado da terceira idade brasileira nos próximos 20 anos? Quais novos produtos e dietas podem aumentar a qualidade de vida, prolongar a capacidade cognitiva e a funcionalidade física deste importante grupo de consumidores? O que pode ser pensado para prevenir doenças, retardar, e até mesmo, bloquear o envelhecimento?

Os avanços na medicina, na nutrição, na tecnologia e na consciência sobre uma boa alimentação possibilitam inferir que em 2045 a vida será mais longa e saudável, mas esse não é um cenário para todos. É preciso discutir também a insegurança alimentar e nutricional do idoso, quais os impactos disso para o indivíduo e para a sociedade e, por fim, como evitá-la.

A mudança no perfil demográfico também abrirá espaço para a introdução de novas fontes alimentares, como carne cultivada, algas, insetos e PANC (produtos alimentícios não convencionais), que já estão ganhando popularidade entre os consumidores mais jovens e ambientalmente conscientes. A demanda por alimentos sustentáveis e inovadores deverá crescer, impulsionada pela necessidade de reduzir a "pegada de carbono" da cadeia alimentar. Assim, a indústria alimentícia precisará se adaptar rapidamente, investindo em tecnologias que permitam a produção de alimentos alternativos, como produtos obtidos em biorreatores e impressos em 3D, para atender a um mercado em constante evolução.

Além disso, o modo de vida rural pode influenciar as tendências de consumo urbano, à medida que a população urbana se torna mais interessada em práticas agrícolas sustentáveis e na origem dos alimentos, como agricultura orgânica, regenerativa e permacultura. A valorização de produtos locais e orgânicos poderá se intensificar, promovendo conexão mais forte entre o campo e a cidade, com a adoção dos chamados "trajetos curtos". Essa dinâmica não apenas enriquecerá a oferta de alimentos, mas também poderá contribuir para a revitalização das economias rurais, à medida que os consumidores busquem alternativas mais saudáveis e éticas. Portanto, até 2045, a capacidade de atender a esses novos hábitos alimentares dependerá, em parte, da inovação e da flexibilidade da indústria alimentícia brasileira e, em parte, do interrelacionamento entre o campo e a cidade.

15. Sementes relacionadas ao futuro da cadeia de valor agropecuária brasileira em 2045

TENDÊNCIAS:

1. Agricultura brasileira seguirá sendo um dos mais importantes vetores para o desenvolvimento do país.

2. A agricultura brasileira seguirá com forte inserção internacional.

3. Tendência de perda do dinamismo na geração de emprego e renda rurais.

4. Estagnação e início da redução da Produtividade Total dos Fatores (PTF) da agricultura brasileira.

5. Aumento na utilização de bioinsumos agropecuários.

6. Agricultura cada vez mais tecnificada com avanços na automação, robótica, internet das coisas e inteligência artificial no processo produtivo.

7. Avanços tecnológicos seguirão vindo da biotecnologia, geotecnologia e nanotecnologia.

8. Novas formas de emprego no campo demandando mão de obra qualificada.

9. Crescimento da demanda de produtos para terceira idade.

10. Crescente demanda de alimentos saudáveis, por uma parcela da população com renda elevada.

11. Manutenção da alimentação inadequada, do sobrepeso e da obesidade em parte da população brasileira.

12. Aumento de incidências de perdas econômicas em consequência do aumento dos eventos climáticos extremos.

13. A bioeconomia continuará contribuindo para agregação de valor e desenvolvimento da agricultura brasileira.

14. A agricultura contribuirá para o aumento da sustentabilidade nacional, quer pela manutenção de áreas de florestas nativas quer pela produção de biocombustíveis.

INCERTEZAS:

1. Até 2045, a agricultura brasileira seguirá fornecedora de *commodities*, ou conseguirá agregar valor à sua produção primária?

2. Até 2045, a agricultura brasileira seguirá concentrada em poucos produtos (grãos, carne e algodão) ou dará um salto para a significativa diversificação da sua produção (frutas, hortaliças, aquicultura)?

3. Agriculturas "emergentes" (carne cultivada, impressora 3D, agricultura *indoor*, *rooftop farming* e agricultura espacial) se consolidarão no Brasil em 2045?

4. Até 2045 teremos significativos avanços na maricultura?

5. Até 2045 teremos uma agricultura mais adaptada aos eventos climáticos extremos?

6. Até 2045, a agricultura ajudará a mitigar os problemas ambientais no Brasil?

7. Até 2045, conseguiremos recuperar áreas degradadas e incorporá-las ao processo produtivo?

8. Até 2045, o Brasil expandirá sua produção agrícola com intensificação sustentável?

9. Até 2045, teremos um novo olhar para os biomas brasileiros de forma a assegurar o equilíbrio entre atividade produtiva e conservação do meio ambiente?

10. Até 2045, a produção de energia renovável competirá com o fornecimento de alimentos?

11. Até 2045, projetos para captura de carbono e produção de energia com captura e armazenamento de carbono contribuirão para descarbonização da agricultura e geração de divisas ?

12. Até 2045, biorrefinarias que produzem insumos para outras indústrias estarão em pleno funcionamento ?

13. Até 2045, teremos na Amazônia uma produção agropecuária com ênfase na utilização dos recursos naturais de forma mais sustentável?

14. Até 2045, estaremos preparados para atender novos hábitos alimentares dos consumidores nacionais e internacionais?

Referências

ANUÁRIO. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2023**. Associação Brasileira da Piscicultura. Acesso em 05 setembro 2024. https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-03/anuariopeixebr2023.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BIOINOVAÇÃO. **Identificação das oportunidades e o potencial do impacto da bioeconomia para a descarbonização do Brasil**. São Paulo,2022. Disponível em: https://abbi.org.br/wp-content/uploads/2022/06/Bioeconomia_Descarbonizacao_Nov2022_Final2.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

ALMEIDA, L.; BARBOZA, J.; SILVA, J.; SILVA, D.; CRUZ, A.; MONTEIRO, R.; SOUZA, S. Sistemas de produção de cana-de-açúcar visando a produção de açúcar orgânico certificado.**Scientific Electronic Archives**, v.15, n.12, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.36560/151220221633. Acesso 05 jun. 2024.

AMORIM, I. A; HOMMA, A. K. O. Mudança de paisagem na mesorregião Sudeste Paraense: coevolução com a pecuária bovina e os projetos de assentamentos. Boletim de Geografia, v. 40, p.186-206, e62277, p.186-206, 22 set. 2022. Disponível em: 10.4025/bolgeogr.v40.a2022.e62277 Acesso em: 17 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boletim da Aaquicultura em águas da União, 2021**: relatório anual da produção – RAP./ Brasília, DF. Disponível em: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/aquicultura/boletimaquiculturaemguasdaunio2021final_compressed.pdf. Acesso 04. set. 2024.

BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. de C.; SANO, E. E.; BAYMA, G.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; OLIVEIRA, A. F. de. Potential for agricultural expansion in degraded pasture lands in Brazil based on geospatial ddatabases. Land, 2024, v. 13, n. 2, 20240. Disponível em: https://doi.org/10.3390/land13020200. Acesso 02 out. 2024.

CAITANO, T. B. dos S.; HOMMA, A. K. O.; SANTOS, M. A. S. dos; BRASIL, E. C.; BELTRÃO, N. E. S. Perfil tecnológico da pecuária bovina paraense e os desafios da sustentabilidade das pastagens. Colóquio – Revista do Desenvolvimento Regional v. 20, n. 4, out./dez. 2023.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA.PIB do agronegócio brasileiro. Piracicaba, SP, 2024 Disponível em: https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.asp Acesso em: 07 set.2024.

CNA, Confederação Nacional da Agricultura. Panorama do Agro. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro Acesso em 05. dez. 2024.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Posicionamento do setor empresarial brasileiro pela urgência da criação de um mercado regulado de carbono no Brasil. São Paulo 2024. Disponível em: https://cebds.org/wp-content/uploads/2024/06/CEBDS_2024_Mercado_Carbono.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Mercado de trabalho do agronegócio. Piracicaba, SP, 2024. Disponível em: https://www.cepea.org.br/br/mercado-de-trabalho-do-agronegocio.aspx. Acesso em 07 set. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Bioeconomia e a Indústria Brasileira. São Paulo, SP 2020. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/10/bioeconomia-e-industria-brasileira/. Acesso em: 19 ago.2024.

COSTA, C.; SATTAMINI, I.; STEELE, E.; LOUZADA, M.; CLARO, R. Consumo de alimentos ultraprocessados e associação com fatores sociodemográficos na população adulta das 27 capitais brasileiras (2019). Revista De Saúde Pública, v.55, 47. 2021. https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055002833

COSTA, J.; CANELLA, D.; MARTINS, A.; LEVY, R.; ANDRADE, G.; LOUZADA, M. Consumo de frutas e associação com a ingestão de alimentos ultraprocessados no Brasil em 2008-2009. Ciência & Saúde Coletiva, v.26 n. 4, p.1233-1244, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-81232021264.07712019. Acesso em: 05 set. 2024.

COSTA, F. de A. O investimento na economia camponesa. Revista de Economia Política, v.15, n.1, p.83-100, jan. mar. 1995.

CROPLIFE. Mercado de bioinsumos cresceu 15% na safra 2023/2024. São Paulo, SP, 2024. Disponível em: https://croplifebrasil.org/noticias/mercado-de-bioinsumos-cresceu-15-na-safra-2023-2024/. Acesso em: 19 ago. 2024.

EMBRAPA. Nanotecnologia Disponível em https://www.embrapa.br/tema-nanotecnologia/nota-tecnica. Acesso em: 30 ago.2024.

EMBRAPA. Avanços no uso da nanotecnologia no agro, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/biorrevolucao/sinal-e-tendencia/avancos-no-uso-da-nanotecnologia-no-agro. Acesso em: 30 ago.2024

Embrapa. Disponível em https://www.embrapa.br/car-2021/resultados . Acesso em: 05 jun 2024

EMBRAPA. Visão de futuro: aumento da importância das proteínas alternativas à carne. Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/transformacoes-rapidas-no-consumo-e-na-agregacao-de-valor/sinal-e-tendencia/aumento-da-importancia-das-proteinas-alternativas-a-carne Acesso em: 22 ago. 2024

FAO. FAOSTAT: crops and livestock products. 2023. Estimativas para os anos de 2022 e 2023. Disponível em: https://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#data/QCL. Acesso em: 2024.

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA Nanotecnologia verde: desenvolvimento de soluções tecnológicas ecoamigáveis. Brasília, DF, 2019, Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193279/1/Folder-NanotecnologiaVerde-EmbrapaRGB2019.pdf. Acesso em: 30 ago.2024.

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. Nanotecnologia e biologia sintética. Brasília, DF 2013 Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141760/1/nanotecnologia-GP-nanotecnologia-e-biologia-sintetica.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço energético nacional. Rio de Janeiro, 2024. Ano base 2023 Disponível em: dashboard.epe.gov.br/apps/livro-ben/. Acesso em: 14 set.2024.

FARIAS, T.; RÉGIS, A. A. A Lei da política nacional de pagamento por serviços ambientais. Consultor Jurídico 2021. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2021-fev-27/ambiente-juridico-lei-politica-nacional-pagamento-servicos-ambientais/. Acesso em: 31 jul. 2024.

FERREIRA, A. B. da S.; NESTOR, G. K. M.; COSTA, F. L. de O. M. da; ALMEIDA, E. de S. Reflexos da renda no consumo alimentar da população brasileira e a exposição ao risco de doenças crônicas não transmissíveis: uma abordagem integrativa. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13 n.1, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.61164/rmnm.v13i1.1928. Acesso em: 06 set. 2024.

FIOCRUZ. Parceria entre Bio-Manguinhos/Fiocruz e Cristália garante fornecimento do hormônio do crescimento humano ao SUS. 2020. Disponível em: https://www.bio.fiocruz.br/images/release-somatropina-sus.pdf. Acesso em: 22 ago. 2024.

FREITAS, J. da S.; HOMMA, A. K. O.; FERREIRA, J. F. de C.; FARIAS FILHO, M. C.; MATHIS, A.; SILVA, D. C. C.; PADILHA, L. M. Limits and possibilities of vegetable e xtraction in extractive reserves in the Amazon. Sustainability, v. 15, n. 4, p.1-13, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su15043836. Acesso em: 05 out. 2024.

G20 chega a consenso e estabelece princípios de Alto Nível sobre Bioeconomia . Disponível em: https://www.g20.org/pt-br/noticias/g20-chega-a-consenso-e-estabelece-principios-de-alto-nivel-sobre-bioeconomia Acesso em: 11 set.. 2024.

GOTTLIEB, T.; WINTER, C. Estado nutricional de adultos atendidos em estratégias de saúde da família de um município do Vale do Paranhana – RS. Revista da Associação Brasileira de Nutrição,v.12 n.1, p.88-103, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.47320/rasbran.2021.1965. Acesso em: 04 set.2024.

HADDAD, P. R. Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS): Narrativas para a construção do futuro. São Paulo: e-galáxia, 2023. 276p.

HOMMA, A. K. O. Biopiratas, inventores e desbravadores que mudaram a agricultura na Amazônia. Olhares Amazônicos, v. 4, n. 1, p. 730-746, jan./jun. 2016.

HOMMA, A. K. O. Sinergias de mudança da agricultura amazônica: conflitos e oportunidades. Brasília, DF: Embrapa, 2022a. 487 p.

HOMMA, A. K. O. A Terceira natureza da Amazônia. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, v.38, n.132, p.27-42, jan./jun. 2017.

HOMMA, A. K. O. Amazônia: da bioeconomia das "drogas do sertão" à bioeconomia do século 21. In: NAVARRO, Z. & BARROS, G.S.de C. O Brasil rural contemporâneo: interpretações. São Paulo: Baraúna, 2022b. p. 30-84.

HOMMA, A. K. O. História da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio. (2. ed.). Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 274p. E-book.

HOMMA, A. K. O.; LIMA, J. R. F. de; VIEIRA, P. A. Structural heterogeneity in rural Brazil: three regional cases. In: BUAINAIN, A. M.; LANNA, R.; NAVARRO, Z. (ed). Agricultural development in Brazil: the rise of a global agro-food power. London: Routledge, 2019. p.189-207.

HOMMA, A. K. O; MENEZES, A. J. E. A. de; SANTANA, C. A. M.; NAVARRO, Z. O desenvolvimento mais sustentável da região amazônica: entre (muitas) controvérsias e o caminho possível. Colóquio – Revista do Desenvolvimento Regional, Taquara/RS, v. 17, n. 4, p.1-27, out./dez. 2020. Disponível em: https://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/1804 Acesso em: 02 set. 2024

IBGE.Segurança alimentar nos domicílios brasileiros volta a crescer em 2023. Disponível em: .https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39838-seguranca-alimentar-nos-domicilios-brasileiros-volta-a-crescer-em-2023 Acesso em: 7 set.. 2024.

IBGE Sistema IBGE de Recuperação automática – SIDRA: Produção agrícola municipal. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas. Acesso em: 07 set. 2024.

IBGE. Projeções da população tabelas 2024: projeções da população do Brasil e Unidades da Federação: 2000-2070. Disponível emhttps://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?edicao=41053 Acesso em: 31 ago. 2024.

ICC BRASIL WAYCARBON. Relatório 2022: oportunidades para o Brasil em mercados de carbono.2022. Disponível em: iccbrasil.org. Acesso em: 22 ago. 2024.

JUNQUEIRA, Ana Maria Resende *et al.*; SOARES, J. P. G.; ABREU, L. S. de; DEMATTE FILHO, L. C. SOUSA JUNIOR, E. dos S. Produção orgânica e sustentabilidade. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL 59º ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES EM COOPERATIVISMO 6., 2021, Brasília, DF. Anais[...] Brasília, DF UnB, 2021. Disponível em: https//www.even3.com.br/anais/soberebpc2021/343343- .Acesso em: 28 ago.2024

LEÃO, G. da C.; FERREIRA, J. C. de S. Nutrição e mudanças alimentares em meio a pandemia de Covid-19. Research Society and Development, v.10, n.7, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16602. Acesso em: 28 ago. 2024.

LINHARES, F. R.; CARMO, F. L. do Uma abordagem do cenário geral de sucos industrializados no contexto da alimentação saudável por meio de patentes. Cadernos de Prospecção, v. 11, n. 5, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.9771/cp.v11i5.27325. Acesso em: 28 ago. 2024.

LOURENÇO, A. V.; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Perfil da agricultura e dos mercados de orgânicos no Brasil. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 62: p.1051-1074, 2023. Disponível em: : https://www.researchgate.net/publication/376032113_Perfil_da_agricultura_e_dos_mercados_de_organicos_no_Brasil. Acesso em: 28 ago. 2024.

LOUZADA, M. L. da C.; CRUZ, G. L. da; SILVA, K. A. A. N.; GRASSI, A. G. F.; ANDRADE, G. C.; RAUBER, F.; LEVY, R. B.; MONTEIRO, C. A. Consumo de alimentos ultraprocessados no Brasil: distribuição e evolução temporal 2008–2018. Revista de Saúde Pública,v. 57, n. 1, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2023057004744. Acesso em: 28 ago. 2024.

OLIVEIRA, I. K. F.; MACHADO, E. de B.; SOUSA, R. R. de; PAIVA, A. de A. Consumo de alimentos ultraprocessados e obesidade abdominal em adolescentes universitários. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 11, n. 16, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.25248/reas.e1574.2019. Acesso em: 28 ago 2024.

OLIVEIRA, N.; SANTIN, F.; PARAIZO, T. R.; SAMPAIO, J. P.; MOURA--NUNES, N.; CANELLA, D. S. Baixa variedade na disponibilidade domiciliar de frutas e hortaliças no brasil: dados das pof 2008-2009 e 2017-2018. Ciência & Saúde Coletiva, v. 26, n. 11, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-812320212611.25862020. Acesso em: 28 ago. 2024.

PAIVA, R. M. Modernização e dualismo tecnológico: uma reformulação. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 171-234, dez. 1971.

RODRIGUES, R. M.; SOUZA, A.de M.; BEZERRA, I. N.; PEREIRA, R. A.; YOKOO, E. M.; SICHIERI, R. Evolução dos alimentos mais consumidos no Brasil entre 2008-2009 e 2017-2018. Revista de Saúde Pública, v.55, p.1-10, 2021. Disponível em https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003406. Acesso em 28 ago. 2024.

SARAIVA, M. B.; FERREIRA, M. D. P.; CUNHA, D. A. da C.; DANIEL, L. P.; HOMMA, A. K. O.; PIRES, G. F. Forest regeneration in the Brazilian Amazon: public policies and economic conditions. Journal of Cleaner Production, v. 269, p.1-11.

SCHULZ, Júlia; CUNHA, Eduardo; CORREA, Celina. Rooftop Farming – Aplicações na arquitetura. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 28.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL, 21.; SEMANA INTEGRADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 5., 2019, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPel, 2019.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. Emissões totais. 2024. Disponível em: https://seeg.eco.br/. Acesso em: 10 set. 2024.

SILVA, M.A. L. da; LOUZADA, M. L. da C.; LEVY, R. B. Disponibilidade domiciliar de alimentos regionais no Brasil. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 29, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.20396/san.v29i00.8668716. Acesso em: 10 set. 2024.

SOUZA, M. L.; ALENCAR, A.; PINTO, E.; CASTRO, I.; SALOMÃO, C.; PINHO, P.; SILVESTRINI, R.; CARVALHO, E. *et al.* Assentamentos rurais da Amazônia: diretrizes para a sustentabilidade. Belém: IPAM, 2022.

STEELE, E.M.; RAUBER, F.; COSTA, C. dos S.; LEITE, M. A.; GABE, K. T.; LOUZADA, M. L. da C.; LEVY, R. B.; MONTEIRO, C. A. Mudanças alimentares na coorte NutriNet Brasil durante a pandemia de covid-19. Revista de Saúde Pública, v.54, n.91, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002950 Acesso em: 10 set. 2024.

THOMAIER, S usanne; SPECHT, Kathrin; HENCKEL, Dietrich; DIERICH, Axel; SIEBERT, Rosemarie; FREISINGER, , U.lf B.; SAWICKA, Magdalena, 2014. Farming in and on urban buildings: present practice and specific novelties of Zero-Acreage Farming (ZFarming). Renewable Agriculture and Food Systems: v. 30, n. (1), 2014. Disponível em: doi 10.1017/S174217051400014. Acesso em: 31 ago. 2024.

VESENTINI, J. W. Sociedade e espaço: geografia geral e do Brasil. São Paulo: Ática, 1996.

WILLER, H. Global organic area grows more than ever before FiBl 2024. Disponível em: https://www.fibl.org/en/info-centre/news/global-organic-area-grows-more-than-ever-before. Acesso em: 28 ago. 2024.

World Bank. State and Trends of Carbon Pricing. 2024. Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/253e6cdd-9631-4db2-8cc5-1d013956de15/content. Acesso em 22 de agosto de 2024.

27

RECURSOS MINERAIS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE DO POTENCIAL ECONÔMICO-TECNOLÓGICO-DISRUPTIVO[257]

Bernardo Salgado Rodrigues[258]

1. Introdução

Desde a instauração da primeira escola de economia científica denominada de fisiocracia, a natureza (*physis*, em grego) se apresenta como elemento fundamental para gerar riqueza. Ainda que sob uma perspectiva da teoria do liberalismo econômico, esse grupo de economistas franceses do século XVIII iniciou os estudos que futuramente consistiriam numa análise dos recursos naturais. Estes podem ser definidos como um conjunto de riquezas naturais em estado bruto e que podem ser exploradas economicamente por um país, tai como as jazidas minerais, as bacias petrolíferas, os cursos dos rios e suas quedas, a fauna e a flora, dentre outros. No caso específico do Brasil, há uma diversidade de casos a serem analisados haja vista a heterogeneidade do seu espaço geográfico.

O presente capítulo busca apresentar um sintético panorama das potencialidades econômicas e tecnológicas dos recursos minerais brasileiros numa perspectiva de médio-longo prazo. Utilizando-se de revisão bibliográfica e análise de documentos primários, formula-se a hipótese de que existem janelas de oportunidade para substituir o perfil de exportação de bens de baixo agregado para uma tentativa de complexificação sustentável das cadeias produtivas nacionais.

O trabalho se encontra dividido em quatro partes, além desta introdução e das considerações finais. Primeiramente, julga-se pertinente realizar uma breve explanação sobre o conceito de recursos estratégicos. Na segunda parte, será apresentado um panorama geral dos recursos minerais estratégicos do Brasil com base nos dados apresentados tanto pelo Sumário Mineral Brasileiro quanto pelo *United States Geological Survey*. Na sequência, realizar-se-á um enfoque de cinco recursos minerais com alto grau de potencialidade científico-tecnológico para o Brasil. Por último, serão ressaltadas algumas considerações fundamentais da economia política dos recursos naturais, principalmente com a finalidade de elevar a agregação de valor desse potencial econômico nacional.

2. Definição de recursos estratégicos

Os recursos naturais são bens encontrados no meio físico, utilizados para satisfazer as necessidades humanas; em termos técnicos, um bem natural somente pode vir a ser um recurso a partir do momento em que ele é explorado e atribuído valor econômico, social e cultural. A definição de recursos naturais abarca um conjunto de componentes como recursos minerais (minérios), recursos biológicos (fauna e flora), recursos ambientais (ar, água e solo) e recursos incidentais (radiação solar, ventos e correntes oceânicas).

[257] Este capítulo é resultado do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período de 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram consolidados e justificados e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[258] Professor adjunto do Instituto de Relações Internacionais e Defesa da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IRID/UFRJ), pós-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Segurança Internacional e Defesa (PPGSID/ESG), no âmbito do ProCad Defesa Prospectiva; pesquisador do Laboratório de Estudos de Hegemonia e Contra-hegemonia (LEHC-UFRJ), do Grupo de Trabalho "China y el Mapa del Poder Mundial" do Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), do Grupo de Economia do Mar da Escola de Guerra Naval (GEM-EGN), no subgrupo de relações geopolíticas, e do Laboratório de Simulações e Cenários da Escola de Guerra Naval (LSC-EGN). Doutor em Economia Política Internacional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEPI/UFRJ), com pós-doutorado em Ciências Militares pela Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (PPGCM/ECEME) e em Estudos de Linguagens pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (FAALC/UFMS). E-mail: bernardosalgado90@gmail.com.

Uma possível tipificação dos recursos naturais pode ser definida em renováveis – que podem ser renovados, inesgotáveis, tais como a luz solar e os ventos –, potencialmente renováveis – uma vez que dependem da atuação do homem, como a água, o solo e as florestas – e não renováveis – que não possuem capacidade de restaurar-se, como os minérios, ou que a renovação é muito lenta, como o petróleo. Destaca-se, ainda, que tais recursos podem se encontrar *onshore* ou *offshore*.

A partir do momento em que os recursos naturais se tornam campos de atração e gravitação da intervenção humana para exploração sistemática, eles passam a adquirir uma conotação estratégica. Logo, um recurso natural estratégico é fundamental para o funcionamento do sistema capitalista de produção e/ou manutenção da hegemonia regional e global, de difícil substituição e passível a algum grau de risco de oferta. De forma conceitual, pode-se dividi-los em função de cinco aspectos, visualizados no Quadro 1.

Quadro 1: Definição conceitual de recursos naturais estratégicos

Aspectos	Definição
Essencialidade	Essencial para o sistema capitalista e referente ao processo de acumulação em seu conjunto, dos volumes consumidos produtiva e qualitativamente, como medida da amplitude de sua participação na acumulação de capital através do tipo de indústria para o qual se destina seu consumo.
Massividade	Elemento utilizado em grande quantidade, que não pode ser retirado do processo de produção sem alterar a estrutura econômica, sendo considerado fundamental ao sistema devido ao volume consumido quantitativamente na participação da acumulação de capital.
Vulnerabilidade	Refere-se à disponibilidade do recurso, seu grau de suficiência global, sua quantidade de reservas presentes no mundo, sua localização geográfica e as condições de pureza em que é encontrado, no qual pode ser combinado com várias condições técnicas e sociais que determinam o seu valor.
Escassez	Também denominado de "*critical minerals*", sua reduzida quantidade de reservas mundiais intensifica o fator competição no âmbito internacional, uma vez que consiste em um bem essencial ao sistema, mas que não está disponível em abundância, seja porque seu depósito é genuinamente escasso, ou por se concentrar em poucos locais problemáticos.
Político	Envolve a disputa pela acumulação de poder e riqueza do recurso natural entre Estados e/ou empresas em função da assimetria natural de sua dotação; i.e., da sua desigual distribuição geográfica no mundo. Possui relação com a insegurança quanto ao suprimento do recurso em que, a partir da crescente importância, inevitável escassez e aumento da demanda, contendas tendem a se acirrar no sistema internacional, alinhando o político ao fator militar.

Fonte: elaboração própria com base em Rodrigues (2020).

Sob uma perspectiva geopolítica, a dinâmica mundial das questões de segurança se relaciona com a importância crucial da competição pelos recursos. Dessa forma, a busca e a proteção dos recursos passam a constituir uma das funções primordiais, uma vez que a sua exploração vem provocando coalizões e contendas políticas internas em torno da apropriação da renda dos Estados nacionais, que ensejam a disputa de atores externos estatais e não-estatais (empresas transnacionais, por exemplo) ao projetar seu poder e apoiar grupos que lhes sejam favoráveis na busca pelo controle dos recursos.

Resumidamente, as zonas de maior interesse serão aquelas que contenham maior quantidade e variedade de recursos estratégicos e, uma vez que os maiores consumidores dependem dos maiores produtores, três fatores são suscetíveis de introduzir novas tensões no sistema internacional: o crescimento da demanda em escala global, a escassez e a proliferação das disputas acerca da sua propriedade.

3. Panorama geral dos recursos minerais no Brasil

Os recursos minerais são fatores materiais clássicos da potência estatal, estratégicos para as economias nacionais no sistema internacional. A autossuficiência em energia e matérias-primas diminui a dependência de um Estado e pode vir a fortalecer suas capacidades geoeconômicas e geopolíticas, uma vez que o seu controle influencia "a capacidade e o custo do projeto de desenvolvimento de outros Estados, que se tornam sensíveis às decisões políticas do exportador" (Milani *et al.*, 2014, p. 38).

Em termos globais, os recursos minerais brasileiros são abundantes, revelando-se uma das mais importantes reservas mundiais (UNASUR, 2015, p. 60.) e sendo utilizados nas políticas nacionais de desenvolvimento como bens fundamentais. Seja através de plantas industriais de exploração ou de lotes em prospecção (além da atividade realizada ilegalmente), a mineração é uma fonte substancial de renda e crescimento econômico para o país. As zonas com interesses minerários se concentram em áreas de exploração, pesquisa, requerimento ou potencial. A propriedade dos recursos minerais é dos Estados, mas a existência de um variado conjunto de legislações não restringe o direito de realizar concessões a terceiros para prospecção, exploração e comercialização, sejam eles atores nacionais ou internacionais (RAISG, 2012, p. 30-37).

Uma importante fonte de dados referente aos recursos minerais no mundo consiste no *United States Geological Survey* (USGS). Como braço científico do Departamento do Interior dos Estados Unidos, o USGS traz uma série de dados e *expertise* sobre os recursos naturais para dar suporte à tomada de decisões sobre questões ambientais, de recursos e segurança pública. Ao monitorar, analisar e prever interações atuais e em evolução entre o sistema internacional e fornecer informações relevantes para tomadores de decisão, vem consistindo numa fonte primária de informações baseadas em ciência sobre ecossistemas, uso da terra, recursos energéticos e minerais, riscos naturais, uso e disponibilidade de água, e mapas e imagens atualizados das características da Terra disponíveis ao público.

Segundo o último documento disponibilizado (USGS, 2024), o Brasil se encontra presente numa lista dos principais países que possuem fontes de *commodities* minerais não combustíveis para as quais os Estados Unidos possuem uma dependência de mais de 50% de importação líquida, totalizando 10 *commodities* minerais: amianto, mica, nióbio, abrasivo (óxido de alumínio fundido e natural/sintético), pedras, pigmentos de óxido de ferro, alumina, vanádio, compostos de magnésio, silício (metal e ferro silício), e vermiculita.

Outra relevante fonte de informações referente aos minerais no Brasil consiste no Sumário Mineral Brasileiro, uma publicação anual do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) do Ministério de Minas e Energia que analisa o desempenho das principais substâncias minerais produzidas no país. Esse documento mostra o comportamento de mercado de cerca de 50 substâncias minerais selecionadas, as quais representam cerca de 90% do valor da produção mineral do Brasil.

O último documento lançado pela Agência Nacional de Mineração é de 2021. Na Tabela 1, pode-se verificar a porcentagem das reservas e da produção de minerais selecionados no Brasil em relação ao mundo em 2020.

Conforme pode ser observado, o potencial futuro de exploração produtiva dos recursos minerais brasileiros é extremamente elevado. Ao levar em consideração que o Brasil possui reservas percentualmente maiores do que sua produção, vislumbra-se uma janela de oportunidade para o médio-longo prazo. Adicionalmente, pelo menos um quarto das reservas mundiais de ferro, grafita e nióbio se encontram em solo brasileiro, o que lhe fornece um poder econômico de influenciar nos preços internacionais (caso houvesse vontade política e a redução da financeirização desses recursos em mercados futuros).

Além das imensas reservas de recursos minerais na Amazônia (de minério de ferro na Serra dos Carajás (PA); de bauxita e alumina em Paragominas (PA); de estanho na província estanífera de Rondônia, em Pitinga (AM), dentre outros) (Rodrigues, 2022); da pujante exploração em Minas Gerais (principalmente de minério de ferro, de ouro, de nióbio, de grafita, de lítio e de zinco) (Brasil Mineral, 2024); da embrionária exploração dos recursos naturais marítimos na Amazônia Azul (areia e cascalho, sulfetos maciços, depósitos ferromanganesíferos, sulfetos polimetálicos, depósitos aluvionares marinhos, fosforita, carvão betuminoso, granulados marinhos, e até mesmo terras raras) (Santos; Rodrigues; Scoton, 2021); e da produção em menor escala de manganês, cobre, zinco, níquel, cromo, titânio, fosfato, ouro, platina, paládio, ródio, tungstênio, zircônio, urânio, existem cinco minerais que merecem destaque devido à sua aplicabilidade nos próximos ciclos científico-tecnológicos e econômicos: o nióbio, o tântalo, as terras raras, o lítio e o hidrogênio.

Tabela 1 – Porcentagem das reservas e produção do Brasil em minerais selecionados em relação ao total mundial (2020)

Recurso mineral	Reservas	Produção
Alumínio	4,9%	7,9%
Cobalto	0,3%	-
Cromo	0,9%	1,5%
Estanho	14,0%	5,4%
Ferro	21,7%	15,7%
Grafita	21,6%	5,9%
Lítio	1,8%	4,8%
Manganês	9,6%	4,9%
Nióbio	90,0%	91,5%
Níquel	10,5%	2,8%
Ouro	4,5%	3,2%
Terras raras	18,0%	-
Titânio	0,9%	0,7%
Vanádio	1,0%	14,6%
Zinco	1,0%	1,4%

Fonte: elaboração própria com base em Brasil (2021).

4. Estudos de caso de minerais com potencial científico-tecnológicos no Brasil

Nióbio

O nióbio é um mineral considerado fundamental para a indústria de alta tecnologia e um dos metais mais resistentes à corrosão e a temperaturas extremas. É altamente concentrado em termos produtivos e geográficos (apenas dois países produzem em quantidade significativa e existem apenas três produtores em todo o mundo). Com distintas aplicações[259] na indústria automotiva, engenharia civil, setor petroquímico, em usinas de energia, oleodutos e gasodutos, assim como novos desenvolvimentos no campo da nanotecnologia e em projetos de fusão nuclear, o nióbio vem se transformado num mineral altamente crítico e estratégico.

Segundo dados do *United States Geological Survey* (USGS, 2024), o Brasil possui 90,4% das reservas mundiais e 94,1% da produção mundial de nióbio em 2023, concentradas em Minas Gerais e Goiás. As exportações totais do Brasil foram de 50.566 toneladas de janeiro a agosto de 2023, enviadas para a China, seguida pela Holanda e Cingapura. Em 2023, um importante produtor de nióbio no Brasil relatou que seu mais recente projeto de expansão de US$ 60,0 milhões deve iniciar as operações em 2024. Espera-se que a nova instalação amplie sua linha de produção de óxido de nióbio, aumentando a capacidade de produção de óxido de nióbio para atingir o mercado de baterias. Outro importante produtor relatou a aprovação para construção de infraestrutura focada em empilhar novos minérios residuais para manter as operações de mineração.

Tântalo

O tântalo é um metal extremamente resistente a altas temperaturas, essencial para componentes da indústria eletrônica e concentrados para a produção de ligas e óxidos. Também é utilizado em gasodutos e na indústria espacial, em que os carbonetos de tântalo são aproveitados em ferramentas de corte e superligas na indústria aeronáutica para a fabricação de turbinas espaciais. Uma vez que o seu mercado principal consiste em produtos industrializados, como na fabricação de capacitores de computadores e celulares, a previsão é que a sua produção se eleve nos próximos anos, destinando-se para países que detêm tecnologia de ponta.

O *United States Geological Survey* (USGS, 2024) aponta que o Brasil foi responsável por deter 10,3% das reservas mundiais e 15% da produção mundial de tântalo em 2023. As maiores reservas se encontram na África, mais especificamente na República Democrática do Congo e em Ruanda que, em conjunto com o Brasil, correspondem por 77,5% das reservas mundiais em 2023. Estados Unidos e China vem implementando projetos na região africana com o intuito de garantir o abastecimento desse e de outros minerais, como por exemplo o desenvolvimento do Corredor de Lobito e da Linha Ferroviária Zâmbia-Lobito conectando o Congo (Kinshasa) e a Zâmbia ao Porto de Lobito, em Angola, por parte dos Estados Unidos; e a Iniciativa Cinturão e Rota, por parte da China. As reservas brasileiras estão localizadas principalmente na Mina do Pitinga, no Amazonas, de propriedade do grupo peruano MINSUR S.A.[260]

Terras raras

As terras raras consistem em um grupo de dezessete elementos relativamente abundantes na crosta terrestre, mas com concentrações possíveis de mineração reduzidas e de difícil extração, com poucos e ineficientes substitutos disponíveis. Esses fatores engendram uma significância econômica e tecnológica altamente elevada, dado que o Departamento do Interior dos EUA, em coordenação com outras agências do ramo executivo, incluiu as terras raras na lista de minerais críticos. São utilizadas crescentemente na área de alta tecnologia, com uma diversidade de propriedades – nuclear, metalúrgica, química, catalítica, elétrica, magnética e óptica – e aplicações, como ímãs permanentes para turbinas de energia eólica e motores miniaturizados, refino de petróleo, composição e polimentos de vidros e lentes especiais.

[259] O ferro-nióbio padrão é usado na fabricação de aços de alta dureza, resistentes ao calor e à corrosão, aplicados na indústria automotiva, engenharia civil, setor petroquímico, em usinas de energia e oleodutos e gasodutos; os metais e ligas são empregados como supercondutores em aceleradores de partículas e na área médica, por exemplo, para ressonâncias magnéticas ou em implantes ortopédicos; os óxidos são aproveitados no campo da eletrônica e nanotecnologia, em aplicações ópticas para revestimento de lentes de câmeras, em vidro para telas de computador, condutores de fibra óptica e telefones celulares, na produção de cerâmica fina, ou como catalisador no setor de tecnologia; e o ferro-nióbio de alta pureza é utilizado em superligas na indústria aeroespacial para motores de aeronaves, geração de energia, entre outros (UNASUR, 2015, p.179).

[260] "A Mineradora Peruana Minsur, dona da Mineração Taboca, deve investir até 12 milhões na mineradora brasileira. Um dos projetos da Minsur é o de duplicar a produção de columbita-tantalita na mina do Pitinga, onde se planeja construir uma planta de flotação para aumentar a taxa de recuperação do estanho, nióbio e tântalo. A companhia pretende iniciar a construção assim que concluir os estudos de viabilidade" (Brasil, 2019, p.162).

É ressaltado pelos dados do *United States Geological Survey* (USGS, 2024) que há uma concentração geográfica das reservas mundiais de terras raras em quatro países: China, Brasil, Rússia e Vietnã, com 88,2% do total mundial em 2023. Com mais da metade da produção mundial e concentrando aproximadamente um terço das reservas mundiais, a China realiza um controle sistemático do preço das terras raras, afetando rotineiramente o desenvolvimento de projetos fora daquele país. As terras raras são relativamente abundantes na crosta terrestre, mas as concentrações mineráveis são menos comuns do que para a maioria das outras *commodities* minerais. Apesar do Brasil somente possuir 0,02% da produção mundial de terras raras em 2023, suas reservas são estimadas em 19,1%, majoritariamente concentradas na região amazônica.

Lítio

O lítio é utilizado na obtenção de ligas metálicas condutoras de calor, no feitio de cerâmicas e lentes (telescópios), em graxas lubrificantes, em aplicações militares (aditivos energéticos nos propelentes dos foguetes e em bombas de hidrogênio), na medicina (medicamentos para depressão e transtorno bipolar), e, principalmente, na indústria elétrica e eletrônica (produção de pilhas e baterias elétricas, como celulares, *notebooks* e carros híbridos/elétricos). Devido a vantagem tecnológica de alta densidade de energia das baterias de íon-lítio proporcionando maior capacidade de armazenamento de energia por unidade de peso, as novas companhias têm expandido a extração do recurso para atender as indústrias (Rodrigues; Padula, 2017).

A segurança do fornecimento de lítio se tornou uma prioridade para empresas de tecnologia na Ásia, Europa e América do Norte. Alianças estratégicas e *joint ventures* entre empresas de tecnologia e empresas de exploração continuam a ser estabelecidas para garantir um fornecimento confiável e diversificado. O USGS (2024) informa que fontes de lítio baseadas em salmouras estavam em vários estágios de desenvolvimento ou exploração na Argentina, Bolívia, Canadá, Chile, China e Estados Unidos; fontes de lítio baseadas em mineração na Austrália, Brasil, Canadá, China, Portugal e Zimbábue; fontes de lítio-argila no México e nos Estados Unidos.

O Brasil possui apenas 0,9% das reservas de lítio e 2,8% da produção mundial em 2023, mas desponta como pioneiro no denominando "lítio verde", sendo ambientalmente menos nocivo e oferecendo diferenciais competitivos que otimizam os investimentos (além de possuir alta pureza, facilitando seu uso na fabricação de baterias mais potentes). Há projeções da instalação da primeira fábrica de lítio da América Latina na Bahia. No âmbito sul-americano, o denominado "triângulo do lítio" (Argentina, Bolívia e Chile) corresponde a 61,5% das reservas mundiais (USGS, 2024), fazendo com que a região seja um núcleo fundamental para o abastecimento desse recurso no futuro.

Hidrogênio

Segundo o Portal da Indústria (2024a), o **hidrogênio verde (H2V)** é obtido por meio da eletrólise da água, utilizando energia limpa e renovável. Esse processo separa a molécula de água (H2O) em hidrogênio (H2) e oxigênio (O2) por meio da passagem de uma corrente elétrica na solução aquosa. Ao ser isolado, pode ser usado em segmentos difíceis de eletrificar através das tecnologias convencionais. Ou seja, o hidrogênio verde é produzido através de fontes de energia limpas e renováveis, não havendo emissão de carbono durante o processo. Por conta desta característica, é considerado fundamental para a transição energética, com estimativas de que o H2V substitua o petróleo e o gás natural e se torne o principal recurso energético até 2050 (Neoenergia, 2024).

Os países que estão desenvolvendo os maiores projetos de produção de hidrogênio verde no mundo atualmente são a Espanha, Austrália, Alemanha, Holanda, China, Arábia Saudita e Chile. No Brasil, o hidrogênio verde pode ser usado para armazenar energia renovável em períodos de alta produção e baixa demanda elétrica, sendo o país apontado como um dos possíveis produtores com menores custos (Bhashyam, 2023).

Em outros termos, uma vez que o Brasil possui uma matriz energética baseada em fontes renováveis, o país apresenta condições de se tornar protagonista na produção de hidrogênio verde para atendimento à demanda interna e exportação. Em 17 de maio de 2021, foi publicada no Diário Oficial da União a aprovação do estudo para proposição de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) (Brasil, 2021). Em outubro de 2024, o Governo Federal aprovou a instalação do projeto de produção de hidrogênio verde na Zona de Processamento de Exportação (ZPE) de Pecém, no Ceará, com previsão de R$ 17,5 bilhões em investimentos (Brasil, 2024) alinhados à Missão 5 (Bioeconomia, descarbonização e transição e segurança energéticas) da Nova Indústria Brasil (NIB).

5. Economia política dos recursos naturais estratégicos

O fato de possuir recursos naturais em seu território é um ativo econômico potencial, mas que não necessariamente se transforma em desenvolvimento econômico efetivo. Referente ao tema específico dos recursos naturais na economia política, alguns autores realizam abordagens distintas, cujo ponto crucial e inicial do debate se insere na terminologia de *resource course*, ou "doença holandesa".[261]

A doença holandesa consiste na especialização produtiva e exportadora de recursos naturais, gerando um alto nível de crescimento no curto-médio prazo condicionado pelos seus preços externos, pelas políticas econômicas e pela sobrevalorização da taxa de câmbio. Entretanto, gera efeitos negativos no restante do aparelho produtivo, na industrialização, na taxa de desemprego, nos níveis de investimentos, na dependência financeira externa, na reduzida capacidade de introduzir progresso técnico e mudança estrutural, além de constituir uma desvantagem competitiva no longo prazo para os setores que não possuem *commodities* comercializáveis, ao encarecê-los, uma vez que "as *commodities* são lucrativas com uma taxa de câmbio mais apreciada" (Bresser-Pereira, 2016, pp. 253-254). Assim, "se manifesta na forma de um efeito *crowding-out*, em que um fator fundamental para o desenvolvimento de uma nação é 'expulso' pelas consequências da produção de recursos naturais" (Maciel, 2015, p. 256), representando "um grande obstáculo à industrialização ou a sofisticação produtiva da maioria dos países em desenvolvimento" (Bresser-Pereira, 2016, p. 242).

Alguns economistas apontam que "a doença tem cura": seja por meio de políticas econômicas e industriais (via impostos, controle de capital, subsídios, crédito direto, políticas de renda e investimento público, mecanismos de poupança, controle da taxa de câmbio), de regras macrofiscais e de acumulação de reservas (reforma de regimes tributários, dos pagamentos de *royalties* e absorção do fluxo de receitas repentino e/ou vasto, evitando derramamento na economia via Fundos Soberanos), de acúmulo fiscal (atenuar impactos nos períodos de preços baixos), de investimentos no sistema nacional de inovação e qualificação educacional da mão-de-obra (Bresser-Pereira, 2016: Medeiros, 2013: Yergin, 2014: Maciel, 2015: Reis, 2012).

O fato é que os recursos naturais não precisam necessariamente ser uma maldição ou empecilho para o progresso socioeconômico. O desenvolvimento via recursos naturais necessita da articulação das potencialidades de um país, de atitudes político-sociais, dos fatores históricos, do "contexto institucional em que as expectativas e os comportamentos individuais e coletivos são coordenados a fim de torná-los uma oportunidade de desenvolvimento" (Maciel, 2015, p. 264), sendo necessária uma liderança forte e uma visão de longo prazo para que os governos consigam gerir a maldição dos recursos (Gallagher, 2016, p. 92-94). Em outros termos, não depende, única e exclusivamente, de uma função economicista de estoque dos recursos naturais, e sim de uma vontade política de modificar a estrutura produtiva nacional vis-à-vis as potencialidades disruptivas dos recursos naturais.

Visando alcançar o desenvolvimento, na visão de Medeiros (2013), é necessária uma estratégia denominada de "nacionalismo dos recursos naturais". Para ele, o controle e coordenação dos recursos naturais devem ser realizados pela entidade estatal, visando uma estratégia de desenvolvimento via nacionalização dos recursos naturais. Com autonomia política e fiscal para os Estados em relação aos interesses privados e internacionais, seria baseada na "exploração das possibilidades industriais ao longo da cadeia de valor dos recursos naturais" (Medeiros, 2013, p. 164).

Uma vez que essa perspectiva de reconstrução do controle público-estatal entra em conflito com os interesses das corporações multinacionais, abre a possibilidade de uma governança pública nacional dos recursos naturais, tal qual afirma Rodrigues (2017, p. 133):

> tal prerrogativa envolve aspectos regulatórios, fiscais, de gestão macroeconômica, planejamento estratégico, formulação e implementação de políticas públicas. Assim, institucionalizar mecanismos anticíclicos frente à volatilidade inerente aos preços internacionais dos produtos primários exportados pela região, aumentando a progressividade na participação do Estado na renda da exploração – sobretudo nos ciclos de alta dos preços – a fim de que se possam desenvolver mecanismos que assegurem o investimento público eficiente da renda derivada da exploração de recursos naturais em educação, saúde, infraestrutura, inovação e desenvolvimento tecnológico, além da sua distribuição equitativa entre grupos sociais e níveis de governo.

[261] "A expressão descreve uma enfermidade que a Holanda contraiu na década de 1960. Na época, o país estava se tornando um importante exportador de gás natural. À medida que a nova riqueza do gás fluía para a Holanda, o restante da economia sofria. A moeda corrente nacional foi supervalorizada e as exportações tornaram-se mais caras – e, portanto, declinaram. As empresas domésticas tornaram-se menos competitivas diante da onda crescente de importações e uma inflação cada vez maior. Muitos perderam o emprego, as empresas fecharam as portas. Tudo isso ficou conhecido como 'doença holandesa'" (Yergin, 2014, p. 119).

A partir de uma perspectiva consonante, Bruckmann (2011, p. 198) defende a reflexão sobre os ciclos de inovação científico-tecnológicos e os ciclos econômicos com relação ao uso, à transformação, à apropriação e ao consumo dos recursos naturais, o que possibilitaria uma avaliação das suas tendências na economia mundial. Outro ponto é a correlação negativa entre a financeirização e o desenvolvimento via recursos naturais. As atividades especulativas auxiliam na desestabilização do preço dos recursos naturais, com impactos econômicos negativos para toda a sociedade, atingindo "diretamente tanto produtores como consumidores de *commodities*, ao gerar uma imensa instabilidade nos preços nas duas pontas" (Dowbor, 2017, p. 109-110).

Em síntese, os estudos da economia política relacionando o desenvolvimento aos recursos naturais vêm contribuindo para a complexificação das discussões. Dentre elas, Maciel realizou uma tipologia dos trabalhos realizados acerca da temática em quatro grandes grupos: maldição incondicional, maldição condicional, oportunidade condicional e oportunidade potencial[262] (Maciel, 2015, p. 257). Os dois últimos possibilitam a superação da especialização exportadora e diversificação rumo ao desenvolvimento econômico.

Convergentemente, Reis (2012, p. 169) afirma que esta trajetória está relacionada aos aspectos tanto materiais quanto institucionais, nas esferas micro e macroeconômicas, em conformidade com o contexto histórico, político e social de cada economia, com condicionantes endógenas e exógenas, destacando-se a atuação do Estado na coadunação dessa série de mecanismos que visam superar a especialização na direção das manufaturas.

Para Padula e Brozoski (2016, p. 110), o objetivo do desenvolvimento da economia "é a capacidade de transformar seus recursos naturais, de agregar valor à produção, de criar empregos mais bem remunerados, de elevar seu nível tecnológico e de integração vertical de setores de suas economias." Na visão de Rodrigues (2017, p. 144-145), uma política de industrialização regional planificada e endógena poderia determinar "quais setores produtivos do sistema sul-americano poderiam adquirir competitividade internacional, transformando-os em setores de interesse coletivo de todos os países que conformem a área de integração."

Especificamente para o Brasil, as sementes de futuro dos recursos minerais necessitam da reflexão sobre uma gestão adequada através de um processo de neoindustrialização brasileiro; do impulsionamento da 4ª Revolução Industrial; e do reposicionamento do Brasil como uma superpotência ambiental.

Segundo o Portal da Indústria (2024b), a "neoindustrialização é o processo de modernização e evolução da indústria, enfatizando inovação, compromisso ambiental e integração com cadeias produtivas internacionais." Este conceito emerge como uma ótica de renovação e fortalecimento industrial do Brasil, cujos pontos fundamentais seriam tecnologia, estrutura industrial, qualificação da força de trabalho, políticas industriais, sustentabilidade e responsabilidade social.

A neoindustrialização é imperativa para uma estrutura produtiva complexificada tecnologicamente, revertendo o processo de desindustrialização, readequando o regime macroeconômico para uma trajetória de desenvolvimento e promovendo a reconversão da produção no maior parque industrial da América Latina. Ela prescinde de iniciativa, planejamento e gestão, tornando a industrialização dos recursos minerais um fio condutor de uma política econômica orientada para a geração de renda, de empregos mais intensivos em conhecimento e de ampliação da capacidade produtiva nacional. Ela requer um projeto que seja articulado, que conte com a participação e coordenação do Estado, e que passa, necessariamente, pela construção de condições macroeconômicas que favoreçam a reindustrialização (fiscais, monetárias e industriais).

Em síntese, neoindustrialização e a política industrial são sinônimos de soberania nacional, são um instrumento de defesa dos interesses nacionais cuja concepção é um desafio econômico, tecnológico e, sobretudo, geopolítico. Uma vez que vantagens competitivas não se herdam, mas se constroem, os objetivos principais são alcançar o domínio tecnológico em áreas estratégicas e complexificar a estrutura produtiva nacional.

Adicionalmente, a tendência tecnológica está diretamente relacionada com a denominada Quarta Revolução Industrial (4ª R.I.). Ela é definida por meio da transição direcionada a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital: inteligência artificial (IA), robótica, internet das coisas (IoT), veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação

[262] "Um primeiro avanço desta pesquisa foi propor uma tipologia dos trabalhos revisados em quatro grandes grupos, segundo seu prognóstico em relação ao impacto dos recursos naturais: (i) maldição incondicional, trabalhos que destacam os efeitos diretos negativos da dependência da exportação em recursos naturais sobre o crescimento, por meio dos mecanismos da Doença Holandesa ou baixos encadeamentos; (ii) maldição condicional, pesquisas que exaltam que os recursos naturais impactam indiretamente o desempenho de uma economia por meio do deslocamento de um fator essencial ao processo de crescimento; (iii) oportunidade condicional, artigos que ponderam que a dotação em riqueza natural pode produzir desenvolvimento desde que determinados níveis educacionais e institucionais sejam alcançados, assim como determinadas políticas públicas sejam eficazmente executadas; (iv) oportunidade potencial, análises que ressaltam o potencial dos recursos naturais para suportar o crescimento econômico, diretamente via incremento da produtividade e, indiretamente, por meio do estímulo ao incremento da acumulação de capital (físico e humano)" (Maciel, 2015, p.257).

quântica. Todas essas inovações vêm alcançando um ponto de inflexão de seu desenvolvimento, principalmente após a virada do século XXI, e necessitam de recursos naturais estratégicos para a sua implementação efetiva.

Herman, Pentek e Otto (2015) definem a Quarta Revolução Industrial (4ª R.I.)como um movimento de diversificação das tecnologias aplicadas às indústrias. Segundo Schwab (2016, pp. 12-13), a 4ª R.I. possui como características principais a velocidade (evolui num ritmo exponencial e não linear), a amplitude e profundidade (revolução digital como base que combina várias tecnologias) e o impacto sistêmico (envolve a transformação de sistemas inteiros entre países, empresas, indústrias e toda sociedade). Especificamente para o Brasil, uma vez que parcela considerável das estruturas industriais se encontra entre o estágio da Segunda e da Terceira Revolução Industrial, "faz-se crucial integrar, de outra forma, nossa atividade produtiva aos preceitos da indústria 4.0, da nanotecnologia, da internet das coisas e da tecnologia 5G" (Lacerda, 2022, p. 40).

Para um projeto de neoindustrialização 4.0, é imperioso que os novos paradigmas tecnológicos funcionem como janelas de oportunidades para a construção de novas tecnologias (Perez; Soete, 1988). Ou seja, os novos paradigmas tecno-econômicos devem possibilitar o desenvolvimento científico-tecnológico "para superar sua condição de industrialização tardia e competir com países pioneiros" (Moreira, 2023, p. 166).

Finalmente, é notório que a sustentabilidade é uma janela de oportunidade para uma mudança da estrutura produtiva e econômica do Brasil. Por exemplo, quase metade da matriz energética brasileira é considerada limpa; aproximadamente 10% da energia elétrica brasileira é oriunda dos parques eólicos do Nordeste; o país é o 13º maior produtor de energia solar do mundo (com possibilidade de triplicar até 2026), além de emergir como protagonista nas novas e promissoras modalidades da transição energética verde que apresentam vantagens competitivas nos planos de descarbonização.

Adicionalmente, um dos principais sustentáculos dessa revolução verde no Brasil consiste em desenvolver, sustentavelmente, as externalidades econômicas positivas das potencialidades da Amazônia Brasileira. Em contraposição ao desmatamento ocasionado pela agricultura, pecuária, mineração e exploração madeireira predatórias, o uso sustentável poderia viabilizar a agregação de valor à riqueza biológica. Este seria possível através do avanço da biologia sintética, que engendraria um impacto profundo e imediato na medicina, na agricultura, na indústria e até na produção de biocombustíveis (Rodrigues, 2022).

Fundamentalmente para o Brasil, o principal objetivo é contribuir para a indústria sustentável ter protagonismo no crescimento, se configurar na fronteira tecnológica verde e promover a descarbonização dos processos produtivos dos núcleos estratégicos nacionais (Rodrigues; Góes, 2024).

6. Considerações finais

O presente capítulo buscou apresentar um breve panorama dos recursos minerais brasileiros através dos principais fatos ou sinais que sinalizam possibilidades de eventos futuros. Reitera-se que, ainda que a perspectiva tenha sido mais voltada para a mineração, os recursos naturais brasileiros são bem maiores e complexos. Ao se pensar prospectivamente o Brasil, os recursos biogenéticos amazônicos tem um potencial extremamente elevado, assim como os recursos voltados para a geração de energias renováveis (hídrica, eólica, solar, biomassa), a gestão da água e dos Aquíferos Guarani e Alter do Chão, a exploração dos recursos minerais marinhos da Amazônia Azul, a própria exploração de gás e petróleo no pré-sal (e a perspectiva de atuação na Margem Equatorial do Rio Grande do Norte ao Amapá), dentre outras janelas de oportunidades em termos de potencialidades econômicas futuras e disruptivas.

Geograficamente, os recursos naturais distribuem-se pelo sistema internacional de maneira desigual, o que necessariamente incorre em disputas geopolíticas e geoeconômicas pelo seu controle. A simples presença em forma bruta numa região não constitui fator de desenvolvimento: é necessária uma política industrial como instrumento de defesa dos interesses nacionais voltados para a superação dos desafios econômicos e tecnológicos.

É fundamental reiterar que a exploração não controlada dos recursos naturais pode provocar violentos desequilíbrios ecológicos, demandando um modelo distinto de utilização dos recursos minerais. Ou seja, a sua exploração requer preocupações socioambientais, com a implementação de instrumentos de planejamento que considerem e incorporem a conservação e a utilização sustentável dos recursos naturais nos planos, programas e políticas setoriais ou intersetoriais, com incrementos tecnológicos baseados em pesquisas estabelecidas por centros, institutos e/ou organizações públicas e privadas.

Em vista desses fatores, a variável soberania nacional é imprescindível para as sementes de futuro dos recursos minerais brasileiro, principalmente com a necessidade de inventariar, quantificar e sistematizar informações como objetivo instrumental de enorme valor para o desenho de estratégias e políticas de gestão, preservação e aproveitamento sustentável.

Referências

BHASHYAM, Adithya. **2023 Hydrogen Levelized Cost Update: Green Beats Gray**. 2023. Disponível em: https://about.bnef.com/blog/2023-hydrogen-levelized-cost-update-green-beats-gray/.

BRASIL MINERAL. **O futuro das Minas Gerais vai além do minério de ferro**. 2024. Disponível em: https://www.brasilmineral.com.br/noticias/o-futuro-das-minas-gerais-vai-alem-do-minerio-de-ferro. Acesso em: 09 set. 2024.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Sumário Mineral Brasileiro 2021**. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2021.

BRASIL. **Agência Nacional de Mineração. Sumario Mineral** / Coordenação Geral Marina Marques Dalla Costa, Karina Andrade Medeiros e Thiers Muniz Lima. Brasília: ANM, 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Programa Nacional do Hidrogênio**: propostas e diretrizes. propostas e diretrizes. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-apresenta-ao-cnpe-proposta-de-diretrizes-para-o-programa-nacional-do-hidrogenio-pnh2/HidrognioRelatriodiretrizes.pdf.

BRASIL. SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL (SECOM). **Governo Federal aprova instalação de projeto de hidrogênio verde de R$ 17,5 bilhões**. 2024. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202410/governo-federal-aprova-instalacao-de-projeto-de-hidrogenio-verde-de-r-17-5-bilhoes-na-zpe-de-pecem-ce.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Reflexões sobre o Novo Desenvolvimentismo e o Desenvolvimentismo Clássico. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 36, n. 2, p.237-265, abr./jun. 2016.

BRUCKMANN, Monica. Recursos naturais e a geopolítica da integração sul-americana. In: VIANA, André Rego; BARROS, Pedro Silva; CALIXTRE, André Bojikian (Org.). **Governança Global e a integração da América do Sul**. Brasília: Ipea, 2011. p. 197-246.

DOWBOR, Ladislau. **A era do capital improdutivo**: a nova arquitetura de poder: dominação financeira, sequestro da democracia e destruição do planeta. São Paulo: Outras Palavras & Autonomia Literária, 2017.

GALLAGHER, Kevin. **The China Triangle**: Latin America's China boom and the fate of the Washington Consensus. New York: Oxford University Press, 2016.

HERMAN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**: a literature review. Technische Universitat Dortmund, 2015.

LACERDA, Antonio Corrêa de. A reindustrialização brasileira. In: LACERDA, Antonio Corrêa de (org.). **Reindustrialização**: para o desenvolvimento brasileiro. São Paulo: Editora Contracorrente, 2022. p. 15-42.

MACIEL, Gregório da Cruz Araújo. **Recursos naturais e desenvolvimento econômico**: bênção, maldição ou oportunidade? 2015. 305 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MEDEIROS, Carlos Aguiar de. Recursos naturais, nacionalismo e estratégias de desenvolvimento. **Oikos**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p.143-167, 2013.

MILANI, Carlos R. S. et al. (Org.). **Atlas da política externa brasileira**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CLACSO; Rio de Janeiro: EDUerj, 2014.

MOREIRA, Uallace. Estratégia de catch-up tecnológico para superar a armadilha da renda média. In: MATTOS, Fernando Augusto Mansor de; ARAUJO, Victor Leonardo de (org.). **Economia brasileira**: uma reconstrução necessária. São Paulo: Hucitec, 2023. p. 151-170.

NEOENERGIA. **Conheça o Hidrogênio Verde, o combustível do futuro**. 2024. Disponível em: https://www.neoenergia.com/w/conheca-o-hidrogenio-verde-o-combustivel-do-futuro.

PADULA, Raphael; BROZOSKI, Fernanda Pacheco de Campos. A geopolítica dos mares como fator estratégico para a integração na América do Sul. **Austral - Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, Porto Alegre, v. 5, n. 10, p.95-113, jul./dez. 2016.

PEREZ, Carlota; SOETE, Luc. Catching-up in technology: entry barriers and windows of opportunity. IN: DOSI, Giovanni; FREEMAN, Christopher; NELSON, Richard; SILVERBERG, Gerald; SOETE, Luc (eds.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, pp. 458-479, 1988.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **O que é Neoindustrialização? Portal da Indústria**, 2024b. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/neoindustrializacao/.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **O que é hidrogênio verde? Portal da Indústria**, 2024a. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/hidrogenio-verde/

RAISG. **Amazônia sob pressão**. Bogotá (colombia); Caracas (venezuela); Lima (perú); Paramaribo (suriname); Quito (ecuador); Santa Cruz de La Sierra (Bolivia); Belém e São Paulo (brasil): Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada, 2012. 35 p.

REIS, Cristina Fróes de Borja. **Recursos naturais e desenvolvimento econômico**: da especialização à diversificação produtiva e exportadora nos SEANICs. 2012. 232 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

RODRIGUES, Bernardo Salgado Rodrigues; GÓES, Guilherme Sandoval. **Sementes de futuro da geopolítica brasileira**. Rio de Janeiro: Alpheratz, 2024.

RODRIGUES, Bernardo Salgado. Análise dos recursos naturais sul-americanos como estratégia de política externa. **Brazilian Journal of International Relations**, Marília, v. 6, n. 1, p.113-148, jan./abr. 2017.

RODRIGUES, Bernardo Salgado. **Em defesa do Eldorado**: competição internacional pela Amazônia Brasileira e Sul-Americana. 1. ed. Rio de Janeiro: Multifoco, 2022.

RODRIGUES, Bernardo Salgado. **Geopolítica, desenvolvimento e integração na América do Sul? Os projetos de poder estadunidense e chinês na Amazônia sul-americana (2001-2016)**. Tese (Doutorado) - Curso de Economia Política Internacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

RODRIGUES, Bernardo Salgado; PADULA, Raphael. Por uma geoestratégia do triângulo do lítio sul-americano. **Revista de Estudos Internacionais (Rei)**, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 100-121, 2017.

SANTOS, Thauan; RODRIGUES, Bernardo Salgado; SCOTON, Samira. Amazônia Azul e recursos naturais. IN: SANTOS, Thauan (Org.). **Economia do mar e poder marítimo**. Rio de Janeiro: Alpheratz, 2021.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

UNASUR. **Estudio Prospectivo Suramérica 2025**. Buenos Aires: Centro de Estudios Estratégicos de Defensa – Consejo de Defensa Suramericano, 2015. 381 p.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral commodity summaries 2024**. Washington: United States, 2024.

YERGIN, Daniel. **A busca**: Energia, segurança e a reconstrução do mundo moderno. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

28

ECONOMIA DO MAR NO BRASIL[263]

Valdenize Oliveira[264]
Vanessa Passos Bandeira de Sousa[265]

1. Introdução

O ambiente marítimo desempenha um papel singular no mundo contemporâneo. Para além de sua importância geoestratégica, destaca-se ainda sua relevância para o desenvolvimento de diferentes atividades econômicas. Conforme a figura 1, a economia do mar abrange uma cadeia de diferentes setores (C2EA, 2024; Freitas, 2023; Hoerterer *et al*., 2020; Nogueira Matias; Rolim Tavares; Da Rocha GARCIA, 2023; OECD, 2016).

Nesse sentido, mares e oceanos também são vitais para a economia brasileira. Possuidor de uma costa de aproximadamente 10 mil km, o Brasil figura na lista dos 20 países com maior extensão litorânea no mundo. Em alusão à grandeza da Amazônia, o termo Amazônia Azul foi criado pela Marinha do Brasil para ratificar a importância de seu espaço marítimo. Tal área pode chegar a 5,7 milhões de km², o que equivale a cerca de 2/3 do território continental brasileiro (Alves, 2023; Brasil, 2022c; Freitas, 2023).

É nesse espaço que se desenvolvem diversas atividades cruciais para o desempenho econômico brasileiro. Aproximadamente 95% do petróleo, 80% do gás natural e 45% do pescado são extraídos em suas águas. Ademais, é nelas que transita mais de 95% do comércio exterior do país. A figura abaixo demonstra os setores relacionados à economia do mar que mais contribuem para o PIB nacional (Alves, 2023; Brasil, 2022c; Freitas, 2023).

A relevância do ambiente marítimo e da economia do mar para o Brasil, demonstrada acima, enfatiza a importância da construção de um capítulo dedicado à temática nessa obra. Desse modo, o presente capítulo tem

Figura 1 – Atividades relacionadas à Economia do Mar

Fonte: Freitas, 2023.

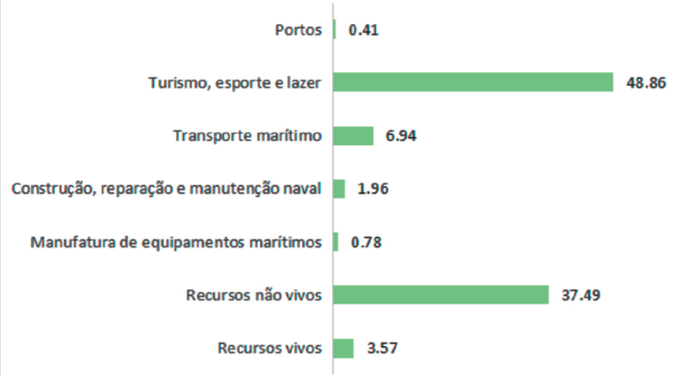
[263] Este capítulo é resultado da oficina de trabalho "Economia do Mar" realizado por meio do levantamento realizado utilizando-se a SocialPort Enterprise, no período 10 a 29 de junho de 2022, cujos resultados foram debatidos e consolidados nos dias 20 e 21 de setembro de 2022, no Rio de Janeiro, nas dependências da Escola de Guerra Naval. Esse conteúdo foi justificado e novas sementes de futuro acrescentadas com base na revisão da literatura.

[264] Doutoranda em Estudos Marítimos pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval (EGN). Mestre em Sistemas de Gestão (UFF). Especialista em Administração e Sistemas de Informação (UFF). Bacharel em Ciências Econômicas. Atualmente, é líder da Linha de Pesquisa Tendências e Impactos Marítimo-Naval do Laboratório de Simulações e Cenários da Escola de Guerra Naval (LSC/EGN). Área de interesse: Setor Portuário; Embarcações Autônomas; Descomissionamento de Navios. Contato: valdenizepoliveira@gmail.com

[265] Doutoranda em Relações Internacionais (UERJ), Mestre em Segurança Internacional e Defesa (ESG) e Bacharel em Relações Internacionais. Possui ainda MBA em Logística Internacional. Pesquisa sobre estudos de futuro desde 2017 e atua com temas correlatos à economia do mar desde 2011. Atualmente, é Líder da Linha de Pesquisa "Arranjos Metodológicos" no Laboratório de Simulações e Cenários da Escola de Guerra Naval (LSC/EGN) e Vice-Líder da Linha de Pesquisa "Tendências de Impacto Marítimo-Naval". Contato: vanessabandera@gmail.com https://linktr.ee/vanessabandera.

como objetivo apresentar as principais sementes de futuro coletadas para o tema economia do mar, considerando como horizonte temporal o ano de 2045, durante a "Oficina de Economia do Mar". Promovido pela Escola Superior de Guerra em parceria com a Escola de Guerra Naval (EGN), o evento ocorreu nos dias 20 e 21 de setembro de 2022 na sede da EGN e teve como público-alvo especialistas de diferentes setores relacionados ao tema. Na ocasião, foram realizadas diversas palestras, oficinas prospectivas e ciclos de debates para identificar as tendências, incertezas e rupturas de economia do mar. Após algumas rodadas, as sementes levantadas foram selecionadas para as próximas etapas. Para dar continuidade no processo, após algum tempo essas sementes foram submetidas novamente aos participantes do evento em busca de uma maior conformidade e convergência de opiniões, dessa vez de forma remota. Posteriormente, elas foram submetidas ainda ao crivo de um grupo de experts. Por fim, as 10 principais tendências, rupturas e incertezas foram selecionadas por seu grau de importância e/ou impacto para redação. A seguir, tais sementes serão apresentadas.

Figura 2 – Dados referentes ao PIB do mar no Brasil



Fonte: Freitas, 2023.

2. Tendências

2.1. Aumento do uso de CT&I nos processos relacionados à Economia do Mar

As mudanças climáticas estão no centro do debate ao redor do mundo, levando governos, academia e comunidade a buscar soluções com vistas a mitigar seus impactos, sobretudo os Estados costeiros que são fortemente influenciados pela Economia do Mar.

Diversos países que têm no turismo parte significativa de suas receitas, vêm enfrentando dificuldades com o branqueamento dos corais, e este fenômeno já atingiu os oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (Lasteck, 2024a; Rannard, 2024b).

Recentemente, uma ilha localizada em Zanzibar – uma região semiautônoma da Tanzânia), divulgou o resultado de um projeto de restauração de seu recife. O aumento da temperatura do mar levou ao embranquecimento de seus corais e, consequentemente, afetou a vida marinha da região, ocasionando perdas ambientais e financeiras, uma vez que os moradores da ilha se sustentam com a pesca e o turismo (Lasteck, 2024a).

A tecnologias emergentes, associadas à pesquisa e inovação, principalmente com o uso da Inteligência Artificial (IA), podem ser grandes aliadas para tomada de decisões afetas a esta causa.

2.2. Aumento no uso do espaço marítimo e na exploração de seus recursos (recursos vivos, energéticos, minerais etc.)

Os oceanos possuem diferentes ecossistemas, cada um com seus variados e abundantes recursos, incluindo-se os minerais. Os minerais mais conhecidos e utilizados pela sociedade são o petróleo, o carvão, o enxofre, o cascalho, o estanho e o titânio. Os depósitos de carvão mineral, de gás natural e petróleo são fontes de energia essenciais para a sociedade (ANM, 2024; Ciência Hoje, 2022; Geoscan, 2019).

Em diferentes profundidades dos oceanos, encontram-se, também, outros minerais: os nódulos polimetálicos (contém ferro e manganês), as crostas cobaltíferas (cobalto) e os sulfetos metálicos (ferro e cobre) (ANM, 2024; Ciência Hoje, 2022; Geoscan, 2019).

Os elementos citados acima são estratégicos para os Estados, uma vez que são utilizados para a fabricação de paineis solares, celulares, vidro, lentes de óculos, lâmpadas, ligas metálicas, cabos de transmissão de dados, entre outros. Sua exploração contribui significativamente para o desenvolvimento socioeconômico de um país (ANM, 2024; Ciência Hoje, 2022; Geoscan, 2019).

2.3. Aumento no transporte de cabotagem

O Brasil possui uma costa de aproximadamente 7.5 km de extensão e uma forte vocação marítima. O modal aquaviário é responsável por cerca de 90% do transporte de mercadorias do país, quer seja de navegação de longo curso (marítima), quer seja de navegação interior (fluvial) (ABAC, 2024a; Agência Infra, 2024; ANTAQ, 2024).

A navegação de cabotagem é realizada entre os portos pela costa e tem uma grande capacidade operacional, um baixo custo para operação, no Brasil, tem uma grande extensão aquaviária, redução de acidentes, entre outros, resultando em vantagens econômicas (ABAC, 2024a; Agência Infra, 2024; ANTAQ, 2024).

Atualmente, a cabotagem corresponde a 12% do transporte de cargas no Brasil e opera de forma sustentável, já que emite, pelo menos, quatro vezes menos CO2 se comparado ao modal rodoviário para o transporte de cargas com a mesma distância (ABAC, 2024a; Agência Infra, 2024; ANTAQ, 2024).

Através dos portos organizados e dos terminais privados (TUPs), somente no primeiro trimestre de 2024, o Brasil atingiu a marca de 302,9 milhões de toneladas em movimentações portuárias, demonstrando, assim, a relevância econômica do setor (ABAC, 2024a; Agência Infra, 2024; ANTAQ, 2024).

Dito isso, pode-se afirmar que a navegação de cabotagem tem potencial para crescer e ocupar posições maiores no sistema de transporte brasileiro (ABAC, 2024a; Agência Infra, 2024; ANTAQ, 2024).

2.4. Proliferação das embarcações não-tripuladas

A Economia do Mar abrange, entre outros, o transporte marítimo e a infraestrutura portuária e é nesse contexto que o setor acompanha o desenvolvimento de embarcações autônomas (DPC, 2020; IMO, 2024; IMRF, 2023).

A Organização Marítima Internacional (IMO) nomeou este novo tipo de transporte de Embarcações Marítimas de Superfície Autônoma (Maritime Autonomous Surface Ships – MASS) e vem desenvolvimento um código (code MASS) com vistas à regulamentação de suas operações (DPC, 2020; IMO, 2024; IMRF, 2023).

Estados, empresas, organizações e outros players ao redor do mundo vêm realizando pesquisas e debatendo os impactos do MASS para as operações não tripuladas. No Brasil, a Portaria DPC-59/2020 versa sobre o regulamento provisório para operação de embarcações autônomas (DPC, 2020; IMO, 2024; IMRF, 2023).

2.5. Aumento da demanda por maior adequação da infraestrutura portuária

Ao redor do mundo, os principais portos que atuam no comércio internacional, tem investido em novas tecnologias com vistas a diminuir os custos operacionais, principalmente com o emprego de Inteligência Artificial (IA).

Em outra frente, a China vem investindo em infraestrutura de portos situados em países estratégicos no contexto da nova rota da seda (Belt and Road Initiative) – nomeada iniciativa do Cinturão e Rota (Barría, 2024c).

Os custos portuários no Brasil são considerados altos, diminuindo consideravelmente sua competitividade frente aos seus congêneres internacionais, inviabilizando, portanto, maiores investimentos em infraestrutura (Poder 360, 2024; Grantham, 2024).

O sistema portuário do Brasil é inspirado no modelo "LandLord", isto é, a administração portuária fica a cargo do poder público, e as operações portuárias são exercidas pelo setor privado.

Com vistas ao aprimoramento da infraestrutura dos serviços logísticos e portuários do país, recentemente, o governo federal anunciou o alavancamento de investimento vultuosos para o setor, com o leilão de ativos portuários para o próximo triênio (Poder 360, 2024).

Os gargalos logísticos do país contribuem para o custo brasil ser elevado, e, considerando que os portos são os principais meios de escoamento de toda a produção brasileira, principalmente das *commodities*, cresce a insatisfação, bem como as cobranças de diversos players que atuam no setor para que haja iniciativas de investimentos em infraestrutura portuária (Grantham, 2024).

2.6. Diminuição dos estoques pesqueiros de captura

O consumo e captura de pescados faz parte do cotidiano e modo de vida de diversas populações em todo o mundo. Além de contribuir para a segurança alimentar, os pescados desempenham um papel crucial

na subsistência de inúmeras comunidades costeiras e no desenvolvimento de atividades econômicas ligadas ao setor pesqueiro. Contudo, vale ressaltar que a pesca de captura, especialmente a pesca artesanal, são profundamente impactadas pela pesca ilegal, não reportada e/ou não regulamentada (INN). De difícil gestão e controle, a pesca INN provoca um alto impacto no meio ambiente marítimo e vultuosos prejuízos aos países que sofrem com essas práticas (Bourscheit, 2023; Edgar, 2024).

A invisibilidade e baixa acurácia nos índices desse ilícito dificultam o gerenciamento e promoção de uma exploração em níveis sustentáveis dos estoques pesqueiros. Desse modo, potencializam a diminuição dos estoques pesqueiros de captura ao não permitir que eles tenham tempo para restauração. Outro agravante está relacionado à impunidade ou baixa punição daqueles que atuam com atividades correlatas à pesca INN.

A ausência de punições efetivas dos criminosos devido à falta de instrumentos que criminalizem essas práticas nas legislações domésticas, bem como de regulamentações e iniciativas internacionais em prol da problemática, propiciam a livre ocorrência dessas atividades (Bourscheit, 2023; Edgar, 2024).

Assim, considerando as projeções de aumento da população mundial, podemos inferir que haverá também um aumento da demanda por alimentos, fato que impactará diretamente as atividades pesqueiras. Logo, é possível inferir que há uma tendência de diminuição dos estoques pesqueiros de captura (Bourscheit, 2023; Edgar, 2024).

2.7. Disputas e conflitos de interesses pelo uso dos recursos e espaços marinhos

Os espaços marinhos são ricos em diferentes tipos de recursos. No Atlântico Sul, por exemplo, podemos destacar as significativas reservas de pescados, que contribuem para a segurança alimentar e são essenciais para o desenvolvimento e subsistência de populações costeiras; os depósitos de hidrocarbonetos; e de recursos minerais como nódulos polimetálicos, compostos por cobre, níquel, manganês e cobalto; sulfetos polimetálicos, que incluem ouro, zinco, cobre, ferro e prata; crostas cobaltíferas; diamantes; tálio; platina; ouro; fósforo; manganês; fosforita; e telúrio (Ashford *et al*., 2024; BBC News Brasil, 2024d; Branco, 2024; Brandin; Biazon, 2021; Favero, 2022; Haddad, 2023; Miller *et al*., 2017).

Levando em consideração as estimativas de crescimento populacional global projetadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), recursos desse tipo serão cada vez mais demandados. As projeções da ONU apontam que a população mundial atingirá a marca de 9,8 billhões de pessoas em 2050, um aumento de aproximadamente 20% em relação ao atual montante de 8,2 bilhões de pessoas[266]. Nesse sentido, as possibilidades de exaustão e escassez de recursos se tornam cada vez mais factíveis (Ashford et al., 2024; BBC News Brasil, 2024d; Branco, 2024; Brandin; Biazon, 2021; Favero, 2022; Haddad, 2023; Miller *et al*., 2017).

Atualmente, já é possível perceber algumas movimentações estratégicas no tabuleiro geopolítico internacional, que podem potencialmente visar e facilitar o acesso a recursos. Por exemplo, o continente africano, rico em inúmeras reservas biológicas, energéticas e minerais, têm sido alvo de disputas de potências extrarregionais por influência. Essas buscam tanto aumentar quanto consolidar sua presença na África através de diferentes instrumentos: cooperação, parcerias comerciais e investimentos, por exemplo. Assim, podemos inferir que há uma tendência de aumento de disputas e conflitos de interesses pelo uso dos recursos e espaços marinhos (Ashford *et al*., 2024; BBC News Brasil, 2024d; Branco, 2024; Brandin; Biazon, 2021; Favero, 2022; Haddad, 2023; Miller *et al*., 2017).

2.8. Questões ambientais como fator com maior peso para tomada de decisões

Nos últimos anos, as preocupações ambientais vêm povoando as discussões nos mais diversos ambientes. Os receios relacionados aos impactos das mudanças climáticas suscitaram cobranças e debates sobre a responsabilidade de países e de empresas na preservação do meio ambiente. Nesse sentido, é possível perceber um movimento de pressão global em prol do estabelecimento de iniciativas mais sustentáveis e menos poluentes.

Considerando a previsão de aumento de eventos climáticos extremos, bem como alguns fenômenos que já ocorrem na atualidade, tais como o aumento da temperatura e a elevação do nível dos oceanos, a tendência global é de que as questões ambientais ganhem cada vez mais protagonismo e relevância no processo de tomada de decisão (ACN, 2022; Martins, 2021; Rocha, 2021).

[266] Dados apontados pela ONU em 2024.

Analisando o caso do Brasil, há de se considerar ainda os impactos que os acidentes e desastres ambientais causaram em diversos municípios nos últimos anos. As tragédias decorrentes do rompimento de barragens em Mariana, em 2015, e em Brumadinho, em 2019, permanecem vivas na memória da sociedade e nos prejuízos e impactos que reverberam até os dias de hoje. Podemos citar como exemplo, ainda, as manchas de óleo que atingiram o litoral brasileiro em 2019.

Após o vazamento de petróleo cru, manchas de óleo apareceram em diversas praias no litoral do Nordeste e do Sudeste. O evento impactou na biodiversidade marinha, no meio ambiente, nas atividades econômicas relacionadas ao domínio marítimo e na vida das populações costeiras (ACN, 2022; Martins, 2021; Rocha, 2021).

Desse modo, o peso desses casos, não só no imaginário da sociedade, mas também para a imagem do Brasil no cenário internacional, salienta a tendência de que questões ambientais sejam um fator de grande impacto no processo de tomada de decisão (ACN, 2022; Martins, 2021; Rocha, 2021).

2.9. A concentração e oligopolização do transporte marítimo de cargas de longo curso por armadores estrangeiros

O setor do transporte marítimo é dominado por empresas estrangeiras. Com relação à navegação de longo curso para o transporte de cargas conteinerizadas, por exemplo, podemos inferir que tal área vivencia um oligopólio devido ao percentual de mercado que está concentrado nas mãos de poucas empresas. Atualmente, as quatro maiores companhias do ramo detêm juntas 57,6% do mercado, são elas: a suíça *Mediterranean Shipping Company* (MSC), em 1º lugar com 19,9%; a dinamarquesa *A.P. Moller–Maersk*, em 2º com 14,4%; a francesa *CMA CGM*, em 3º com 12,6%; e a chinesa *COSCO Shipping Lines* (COSCO), em 4ª posição com 10,7%.

Ao estendermos a análise para o top 10 armadores de cargas em contêineres, a concentração de mercado chega ao vultuoso percentual de 84,5%. Somado a isso, há ainda o fato de que essas companhias frequentemente se associam em alianças estratégicas mutuamente benéficas como por exemplo: a 2M[267], a Ocean Alliance[268]; a *THE Alliance*[269]; e mais recentemente a Gemini[270] (Alphaliner, 2024; CNI, 2018; Hapag-Lloyd, 2024; Leão, 2024; Li, 2024; Portos E Navios, 2024; Schulze, 2024; THE Alliance, 2024).

Para o Brasil, que possui 95% de seu comércio exterior transitando via navegação marítima, esse modal é de suma relevância. Apesar disso, a participação de navios de bandeira brasileira é bem baixa. Tal fato torna o país dependente desses grandes conglomerados para o escoamento e circulação de suas mercadorias.

Levando em consideração que, neste momento, não é possível visualizar a implementação de esforços que resultem numa mudança desse panorama, a tendência é que esse nicho permaneça concentrado sob o domínio de empresas estrangeiras (Alphaliner, 2024; CNI, 2018; Hapag-Lloyd, 2024; Leão, 2024; Li, 2024; Portos E Navios, 2024; Schulze, 2024; THE Alliance, 2024).

2.10. Tendência à conteinerização e ao transporte marítimo de cargas como GNL

Historicamente, o transporte aquaviário de cargas líquidas e gasosas a granel era realizado prioritariamente em embarcações próprias e especializadas nas especificidades desses tipos de produtos. Assim, a carga era alocada em tanques, toneis ou em navios-tanques. Contudo, esse tipo de logística torna necessária a adoção de alguns procedimentos extras para sua movimentação dos portos até o destino final (Auyan, 2024; Malheiros, 2022; Oliveira, 2020; Souza, 2022).

Desse modo, visando otimizar o processo logístico e facilitar a intermodalidade e multimodalidade, é possível observar nos últimos tempos uma tendência à conteinerização de cargas desse tipo. Nesse sentido, as cargas são alocadas em contêineres tanques ou *isotanks* com dimensões de 20 ou 40 pés, assim como as demais cargas sólidas gerais.

Tal fato dispensa a necessidade de um navio específico para o transporte desse tipo de carga e possibilita que os graneis líquidos e gasosos sejam transportados em navios porta-contêineres "padrão" comumente associados apenas ao transporte de carga geral. Nesse sentido, a oferta de fornecedores de serviços logísticos pode

[267] Composta por MSC e Maersk. A 2M está em vigência até fevereiro de 2025, quando será encerrada por decisão das partes;
[268] Cujos membros são: CMA CGM, COSCO e *Evergreen Marine Corporation*;
[269] Tem como membros: Hapag-Lloyd, *Ocean Network Express* (ONE), *HMM Co. Ltd*. e *Yang Ming Marine Transport Corporation*.
[270] Composta pela Maersk e pela Hapag-Lloyd, entrará em vigor a partir de março de 2025.

ser potencialmente ampliada, possibilitando uma maior negociação que vise redução de custos, por exemplo. Ademais, a alocação desse tipo de carga em *isotanks* ou contêineres tanques para GNL também facilita a logística dos portos até os destinos finais, tendo em vista que esses recipientes possuem as mesmas dimensões de contêineres padrão de carga geral (Auyan, 2024; Malheiros, 2022; Oliveira, 2020; Souza, 2022).

Por conseguinte, a tendência ao transporte aquaviário desse tipo de cargas se deve à possibilidade de diversificação da logística e movimentação dessas cargas. Em geral, o transporte de cargas via navegação também tende a ser mais barato que outros modais. Considerando a possibilidade de ampliação de fornecedores mencionada anteriormente, o aumento do transporte via navegação marítima se configura então como uma tendência nesse caso (Auyan, 2024; Malheiros, 2022; Oliveira, 2020; Souza, 2022).

3. Incertezas

3.1. Quais serão os impactos socioeconômicos da automação na cadeia produtiva marítima?

O emprego da Inteligência Artificial (IA), bem como o incremento e robustez de novas tecnologias, vem impactando setores produtivos de diversos segmentos ao redor do mundo, gerando resultados econômicos satisfatórios para os stakeholders envolvidos.

A eficiência comprovada com a automação vem impulsionando os players, os governos e as forças a investirem em novas tecnologias, aumentando ainda mais o uso da máquina em detrimento da mão de obra humana.

Estimativas recentes dão conta de que haverá extinção de algumas profissões, alterações na atuação de outras, e contribuirá, certamente, para o aumento do desemprego, com um custo social e econômico para empresas e governos.

3.2. Haverá manutenção da matriz energética ligada ao óleo e gás nos próximos 20 anos?

As mudanças climáticas e suas consequências encontram-se no centro do debate mundial. A busca por fontes limpas de energia desencadeou uma busca e aumentou a concorrência entre os países.

A descoberta das reservas de petróleo de xisto nos EUA deixou a potência em uma situação privilegiada em relação à China, que depende da importação de cerca de 75% de seu consumo, ampliando, assim, a guerra comercial entre as grandes potências econômicas mundiais.

Países da União Europeia vem intensificando o investimento em energias renováveis com vistas a diminuir sua dependência de gás, principalmente, após o início da guerra entre a Rússia e a Ucrânia.

No Brasil, a descoberta de petróleo na margem equatorial brasileira, no litoral do estado do Amapá, vem gerando grandes conflitos entre a sociedade civil, o governo e entidades que atuam na defesa ambiental. A Petrobras defende a exploração, inclusive para gerar condições para a transição energética.

3.3. Por meio da Lei BR do Mar o Brasil conseguirá adequar suas infraestruturas e atividades marítimas às modernizações e demandas atuais visando o resgate, desenvolvimento e modernização da indústria naval?

O PL 4.199/2020 foi aprovado com uma expressiva expectativa de novos investimentos na indústria naval, bem como incrementar a oferta da qualidade do transporte marítimo com o aumento da competitividade entre as empresas de navegação.

Em relação à indústria naval, pesa negativamente o alto custo operacional para seu desenvolvimento, ensejando, assim, um grande aporte de orçamento público.

No comércio internacional, ano após ano, o Brasil vem apresentando recordes de exportações e um aumento expressivo das movimentações portuárias, uma vez que o principal modal de transporte utilizado é o aquaviário.

Os países que estão na vanguarda de investimento em tecnologias apresentam os melhores resultados com seus custos operacionais.

O Brasil possui uma costa de aproximadamente 7.500 km e dimensões continentais, o que o coloca como um grande player no cenário internacional. Contudo, apresenta um custo operacional elevado em suas operações, já que depende da intermodalidade para o transporte de mercadorias. O investimento em infraestrutura é necessário para o fortalecimento da cadeia logística, bem como de todo o setor portuário.

3.4. Qual será o impacto de novos anexos da IMO, da MARPOL e das demais Organizações Internacionais marítimas nas operações marítimas?

Mudanças climáticas, poluição dos Oceanos, descarbonização, transição energética, desenvolvimento de novas tecnologias, entre outros fatores, vêm alterando, de forma significativa, o arcabouço legal para as operações marítimas.

Entidades, Organismos, Governos e outros stakeholders vêm se debruçando sobre o estudo da atualização, adequação e/ou mudanças dos marcos regulatórios existentes.

Um exemplo deste novo cenário é o exercício do escopo regulatório para o desenvolvimento do Code MASS da IMO. MASS é a nomenclatura para embarcação marítima de superfície autônoma. Os atores envolvidos no(s) processo (s) preconizam mudanças de grande natureza que afetarão toda a cadeia que norteia e tangencia operações marítimas em todo o mundo.

3.5. Quais os impactos das energias limpas, como a eólica offshore, na cadeia de atividades relacionadas à indústria naval brasileira e à economia do mar, incluindo a segurança energética?

O Brasil vem se destacando na economia global como uma potência na transição energética. Com dimensões continentais, os parques eólicos vêm cobrindo grande espaço do solo brasileiro, sobretudo, em Estados do Nordeste.

Concernente à legislação, os marcos regulatórios vêm se aprimorando para ir de encontro ao preconizado por organismos internacionais acerca da sustentabilidade e da proteção ao meio ambiente.

Quanto à offshore, dado ao conhecimento técnico acumulado com a exploração de petróleo ao longo dos anos, o Brasil possui grande capacidade de implantação, desde que atenda aos requisitos ambientais.

As medidas que serão adotadas impactarão sobremaneira a cadeia produtiva da indústria naval, podendo gerar um avultado crescimento e desenvolvimento econômicos para o país, além de posicionar o Brasil como um influente player no cenário internacional.

3.6. A Lei BR do Mar vai tornar a navegação de cabotagem um modal relevante na logística brasileira, deixando-a mais competitiva e mais barata para o usuário, reduzindo, ainda, custos dos produtos que chegam ao consumidor?

Em alusão às rodovias federais, a chamada BR do Mar foi instituída com o intuito de regulamentar e fomentar o tráfego via cabotagem no Brasil. É denominada cabotagem a navegação realizada margeando a costa e/ou entre os portos do mesmo país (ABAC, 2024b; Brasil, 2022a; Moura, 2023; Totvs, 2023; 2024).

Atualmente, grande parte da logística do Brasil está atrelada ao modal de transporte rodoviário. Todavia, o país possui um enorme potencial para o desenvolvimento da navegação de cabotagem. Considerando as proporções continentais de seu território, além de diversificar a logística, tal modal também poderia potencialmente contribuir, por exemplo, para a redução de custos e para integrar diferentes partes do território nacional (ABAC, 2024b; Brasil, 2022a; Moura, 2023; Totvs, 2023; 2024).

Nesse sentido, a adoção da Lei da BR do Mar se configurou como um importante passo para incentivar o desenvolvimento desse modal no país. Contudo, ainda é incerto se apenas as diretrizes estabelecidas pela BR do Mar serão suficientes para estabelecer e consolidar a navegação de cabotagem como um modal relevante para a logística nacional (ABAC, 2024b; Brasil, 2022a; Moura, 2023; Totvs, 2023; 2024).

3.7. Há possibilidade de crescimento de ilícitos nas atividades marítimas e aquaviárias?

Corriqueiramente nos deparamos com notícias de ilícitos marítimos. Ataques de pirataria e/ou roubo armado; atividades relacionadas à pesca ilegal, não regulamentada e/ou não reportada; contrabando; sequestros no mar; e o tráfico em geral; estão entre as modalidades de ameaças marítimas mais frequentes na atu-

alidade. Considerando esse amplo rol de crimes e atividades que ameaçam o ambiente marítimo, bem como a dificuldade e complexidade de geri-las e saná-las, a possibilidade de aumento de sua ocorrência permanece sendo uma incerteza (Brasil, 2024b; Campos; Cantarelli, 2020).

Apesar de ganhar mais destaque nos últimos anos, a forma de tratamento dos ilícitos marítimos na política internacional e na política doméstica ainda não é linear e uniforme. Os holofotes e, consequentemente, as iniciativas em prol da segurança marítima são diretamente impactados pela incidência de outros eventos no cenário internacional, que acabam "roubando as atenções" por serem supostamente mais prioritários. Assim, o aumento de ilícitos marítimos está condicionado aos fatores mencionados (Brasil, 2024b; Campos; Cantarelli, 2020).

Desse modo, para responder se haveria possibilidade de crescimento de ilícitos nas atividades marítimas e aquaviárias seria necessário, em primeiro lugar, responder outros questionamentos de definição igualmente incerta, e que impactam diretamente nessa análise. Por exemplo, qual será a pressão internacional dedicada a essa temática? Por conseguinte, a resposta para tal questionamento depende de outras muitas e complexas variáveis, que ainda permanecem incertas na atual conjuntura (Brasil, 2024b; Campos; Cantarelli, 2020).

3.8. Haverá resiliência das infraestruturas críticas marítimas frente aos eventos climáticos extremos?

Cada vez mais, o mundo tem vivenciado alterações climáticas significativas em diferentes regiões do globo. Nesse sentido, eventos climáticos extremos, de rara ocorrência, vêm se intensificando nas últimas duas décadas. Estudos apontam que os próximos anos serão marcados pelo aumento da temperatura global; aquecimento dos oceanos; bem como pelo aumento da incidência de precipitações intensas; estiagens e secas; de ventos; tornados; furacões; tempestades severas; ondas de calor e frio extremo; e pela elevação do nível dos oceanos (Brasil, 2018; 2024c; 2020; 2022c; G1, 2024; National Geographic Brasil, 2024).

Considerando a importância singular das infraestruturas críticas, se destaca o questionamento sobre a capacidade de resiliência das infraestruturas críticas marítimas frente a esses eventos climáticos extremos. Infraestruturas críticas são todas as instalações, bens, serviços e sistemas estratégicos para um país e/ou sociedade. São consideradas críticas devido aos catastróficos impactos que o dano ou destruição dessas estruturas, bem como a interrupção de seu funcionamento, poderia potencialmente causar em diferentes âmbitos.
Com relação às infraestruturas críticas marítimas, podemos citar como exemplo: os cabos submarinos, responsáveis por 99% da transmissão de voz e dados da comunicação transoceânica global; plataformas de petróleo; e instalações portuárias (Brasil, 2018; 2024c; 2020; 2022c; G1, 2024; National Geographic Brasil, 2024).

O Brasil possui três documentos estratégicos que versam sobre necessidade de garantir a segurança e resiliência de suas infraestruturas críticas: a Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (PNSIC); a Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas; e o Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas. Os dois últimos, mencionam os desastres naturais como um potencial ameaça, demonstrando uma preocupação já existente no Estado com essas infraestruturas. Porém, a capacidade de resiliência delas ainda permanece uma incerteza. Seriam necessárias atualizações e adaptações para enfrentar os novos tempos? Tais estruturas são capazes de suportar esses eventos ou precisarão de adaptações? (Brasil, 2018; 2024c; 2020; 2022c; G1, 2024; National Geographic Brasil, 2024).

3.9. Qual será a frequência e intensidade de conflitos com reflexos no ambiente marítimo?

O ambiente marítimo é constantemente permeado por diversos tipos de eventos que desafiam sua segurança e estabilidade. A complexidade em gerir esse espaço pode ser atribuída, dentre outras coisas, à grandeza de suas dimensões. Ao delimitarmos os grandes corpos d'água como uma grande via que interconecta diferentes regiões do mundo, é possível perceber quão exposto aos diferentes conflitos ao redor do globo esse espaço está (Guia Marítimo, 2024; Malagon, 2024; Stilben, 2024).

Nesse sentido, podemos citar a ofensiva de Israel na Faixa de Gaza como um dos exemplos mais recentes de eventos que impactam na segurança marítima. O adensamento das tensões no Oriente Médio vem prejudicando a movimentação de navios na região do Mar Vermelho e do Estreito de Ormuz e causando significativos aumentos nos preços de fretes marítimos e de seguros. Vale ressaltar que os vultuosos prejuízos não se restringem aos países locais, mas a todos àqueles que têm seu comércio impactado por essas alterações, como o próprio Brasil, por exemplo (Guia Marítimo, 2024; Malagon, 2024; Stilben, 2024).

Tomando por base o exemplo citado acima, bem a importância do espaço marítimo para o desenvolvimento de inúmeras atividades cruciais para a sociedade, buscar entender sobre eventos que impactam nesse ambiente é de suma relevância. Entretanto, tendo em vista as instabilidades e os diversos conflitos que desdobram na atualidade, a frequência e intensidade dos conflitos que podem potencialmente reverberar no domínio marítimo se apresenta como uma incerteza (Guia Marítimo, 2024; Malagon, 2024; Stilben, 2024).

3.10. O Brasil terá um papel de protagonismo nas relações, especialmente as comerciais, com os países do Atlântico Sul?

O Brasil delimita em seus documentos estratégicos de defesa e em suas ações de política externa seus anseios por um maior protagonismo no cenário internacional e a busca por um papel de liderança regional. Apesar de perseguir esses objetivos arduamente, sua posição como liderança no regional ainda não está consolidada ou plenamente reconhecida por seus pares. Para cumprir com tais metas, seria necessário, dentre outras coisas, maiores esforços e investimentos. Considerando um panorama no qual o Brasil enfrenta diversos outros desafios no âmbito doméstico, que também necessitam de sua atenção, o protagonismo brasileiro nas relações com os países do Atlântico Sul continua sendo uma incerteza (Brasil, 2024c; Carneiro, 2022; Schleicher, 2024).

Ademais, vale ressaltar ainda a constante e crescente busca de países exógenos ao Atlântico Sul por aumentar sua influência e presença na região a fim de assegurar seus interesses. O acirramento dessa competição com países que, muitas vezes, dispõem de mais recursos para se projetar na região também ratifica a incerteza relacionada ao papel de protagonismo brasileiro (Brasil, 2024c; Carneiro, 2022; Schleicher, 2024).

4. Rupturas

4.1. Elevado aumento na produção de aquicultura

Com o aumento do nível de poluição nos rios e mares, o Brasil desenvolveu novas técnicas na aquicultura que resultou em um aumento expressivo do cultivo de peixes, crustáceos (camarão) e moluscos (lula e polvo). Também foi constatado o crescimento da produção de algas e outros organismos que vivem no ambiente aquático.

4.2. O Brasil atinge a autossuficiência de óleo refinado, ganhando autonomia em relação ao mercado internacional

O Brasil desenvolveu tecnologias para o refino dos diferentes tipos de petróleo extraído em solo brasileiro, e com isso aumentou a produção nas refinarias e atingiu sua autossuficiência em relação à importação de óleo e seus derivados do Oriente Médio e de alguns países da África.

4.3. Retrocesso no estabelecimento da indústria naval 4.0 (Iot, IA, robótica, 5G)

A Quarta Revolução Industrial transformou substancialmente a relação entre homem e máquina, bem como o ambiente onde está inserida. No Brasil, a falta de investimentos de grande porte no emprego de IA em diferentes ambientes (carros autônomos, drones, digitalização de processos, entre outros), associado à revolução causada pela Internet das Coisas (IoT), a robótica e ao 5G, ocasionou um retrocesso no desenvolvimento da indústria naval 4.0.

4.4. Decréscimo de sistemas autônomos marítimos

Projetos de tecnologia autônoma alcançaram grande monta ao redor do mundo com aplicações no meio civil e militar. Entre outros fatores, contribui para a redução de acidentes e a eficiência operacional do transporte marítimo no comércio internacional.

No Brasil, os players (governos, marinha, indústria, organismos, academia, entre outros) envolvidos no desenvolvimento (de leis, de normas, da qualificação etc.) e incremento de novas tecnologias, não acompa-

nharam a consolidação do desenvolvimento de projetos de sistemas autônomos marítimos em outros países e deixou o Estado brasileiro em posição desproporcional frente a seus pares internacionais.

4.5. Conflitos de larga escala que impactem nas Linhas de Comunicação Marítimas, provocando alterações significativas nos fluxos, rotas e/ou volumes de transporte marítimo

A intensificação de conflitos envolvendo nações dos cinco continentes vem impactando as principais linhas de comunicações marítimas e de hidrovias no Brasil. Foi necessário o estabelecimento de novas rotas comerciais, bem como a adaptação dos volumes de cargas, além do fortalecimento da segurança e monitoramento das AJB. O trabalho vem sendo realizado com operações conjuntas (interagências) visando a redução dos prejuízos e consequências ocasionados pelos conflitos.

4.6. Recarbonização da matriz energética global

Cada vez mais atores globais vêm sendo incitados a buscar o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis e menos poluentes em diversos nichos de atuação. Nesse sentido, devido à importância do setor de energia para a execução das atividades de inúmeras outras áreas, as preocupações ambientais também se fazem presentes (Brasil, 2021; Brasil, 2023b; Raízen, 2024).

A atual tendência global preconiza e pressiona pela busca do desenvolvimento de fontes de energia que possam substituir o uso e exploração dos hidrocarbonetos. Assim, iniciativas que potencialmente incentivassem a recarbonização da matriz energética global seriam consideradas uma ruptura, tendo em vista que poderiam alterar as dinâmicas econômicas e de segurança no mundo (Brasil, 2021; Brasil, 2023b; Raízen, 2024).

4.7. Nuclearização da frota de grandes navios mercantes (sobretudo contêineres) como fonte energética alternativa

Podemos dizer que a questão nuclear é uma espécie de tabu nas Relações Internacionais. Considerando o potencial de destruição das bombas nucleares, o desenvolvimento de tecnologias nucleares está frequentemente atrelado aos receios de que essas culminem no domínio da expertise para a fabricação de armas. Tais receios podem ser exemplificados, por exemplo, através do Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP). O TNP visa fomentar o desarmamento nuclear bem como fiscalizar o desenvolvimento de energia nuclear para fins pacíficos (Brasil, 2022d; UN, 2010).

Levando em consideração os movimentos e incentivos da comunidade internacional em prol da desnuclearização, a utilização da energia nuclear como fonte energética alternativa para a alimentação de navios se coadunaria uma ruptura (Brasil, 2022d; UN, 2010).

4.8. Perda de soberania nas águas jurisdicionais brasileiras

O Brasil exerce sua soberania sobre seu território marítimo através do contínuo monitoramento, patrulhamento, gestão e defesa de suas águas jurisdicionais. A amplitude desse espaço marítimo, batizado pela Marinha do Brasil de Amazônia Azul em alusão à sua grandeza, torna esse processo desafiador. Ademais, reforça a necessidade do estabelecimento das devidas capacidades que permitam ao Brasil a defesa e projeção de poder nesse espaço (Brasil, 2022b; 2022e).

Desse modo, na contramão da atual realidade, a perda de soberania nas águas jurisdicionais brasileiras se configuraria como uma ruptura de significativos impactos para o Estado brasileiro. Ao considerarmos a constante competição entre os países e a busca de diversos Estados por novos recursos, podemos inferir que tais perdas poderiam ainda desencadear impactos na esfera socioeconômica, por exemplo (Brasil, 2022b).

4.9. Atingimento da Fusão Nuclear estável que poderá oferecer à humanidade energia virtualmente infinita

As fontes de energia são cruciais para subsidiar as atividades e modo de vida do ser humano. A busca por reservas de potenciais combustíveis bem como pelo desenvolvimento de novas fontes de energia está intrinsecamente ligada às relações de poder entre os Estados e aos seus desenvolvimentos. Nesse contexto, o atingimento da Fusão Nuclear estável poderia transformar completamente o mundo como conhecemos (IFUSP, 2022; MCT, 2024).

Fusão nuclear é um núcleo estável, composto por um conjunto de núcleos atômicos leves, e que poderia em tese fornecer uma capacidade energética virtualmente infinita. Trata-se da mesma forma de alimentação e fonte de energia das estrelas, como o nosso Sol, por exemplo (IFUSP, 2022; MCT, 2024).

4.10. Ataques às infraestruturas críticas marítimas como cabos submarinos, portos e plataformas de petróleo, prejudicando assim a cadeia logística de suprimentos e de telecomunicações, afetando às atividades produtivas

São denominadas infraestruturas críticas aquelas cujas atividades e existência é vital para a sociedade. Com relação às infraestruturas críticas pertencentes ao domínio marítimo, podemos citar como exemplos: portos, plataformas de petróleo e os cabos de comunicação transoceânicos. Esses últimos, também chamados de cabos submarinos, são responsáveis por 99% das transmissões de voz e dados que ocorrem no mundo. Levando em conta a relevância da internet e tráfego de dados e voz para o desenvolvimento de inúmeras atividades, qualquer dano ou comprometimento dessas estruturas poderia ocasionar severos prejuízos e impactos em diferentes áreas (Brasil, 2022b; 2023a; 2024b; Cury, 2024; Garriga, 2022; Oliveira, 2022).

Os portos, por sua vez, são cruciais para escoar o comércio exterior. Atualmente, estima-se que cerca de 95% do volume total de cargas de importação e exportação do Brasil seja movimentado via transporte marítimo. Tal fato enfatiza e ratifica a relevância das estruturas portuárias para o país (Brasil, 2022b; 2023a; 2024b; Cury, 2024; Garriga, 2022; Oliveira, 2022).

Por fim, as plataformas petrolíferas têm seu papel salientado pela importância do petróleo para a economia. Segundo as estatísticas de comércio exterior brasileiro, elaboradas pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, o petróleo e seus derivados são um dos principais produtos de exportação do país. Em 2023, por exemplo, o petróleo figurou em 3º lugar no ranking[271] dos principais produtos exportados pelo Brasil, demonstrando a importância dessa commodity e, por conseguinte, das plataformas petrolíferas. Assim, podemos inferir que um ataque à essas infraestruturas desencadearia significativos impactos em diferentes setores (Brasil, 2022b; 2023a; 2024b; Cury, 2024; Garriga, 2022; Oliveira, 2022).

Referências

AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS (ACN). **Enchentes recentes ampliam impacto das tragédias de Brumadinho e Mariana, dizem atingidos**. Meio ambiente e energia. 03 fev. 2022. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/848155-enchentes-recentes-ampliam-impacto-das-tragedias-de-brumadinho-e-mariana-dizem-atingidos/ . Acesso em: 06 ago.2024.

AGÊNCIA INFRA. **Cabotagem**: tendências para 2024 do modal de transporte mais sustentável do Brasil. 2024. Disponível em: https://agenciainfra.com/blog/cabotagem-tendencias-para-2024-do-modal-de-transporte-mais-sustentavel-do-brasil/ . Acesso em: 01 ago.2024.

[271] Considerando o valor FOB (Free on Board) em dólar.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). **Exploração Mineral**. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/exploracao-mineral . Acesso em: 01 ago.2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Movimentação portuária no primeiro trimestre de 2024 atinge 302,9 milhões de toneladas**. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2024/movimentacao-portuaria-no-primeiro-trimestre-de-2024-atinge-302-9-milhoes-de-toneladas. Acesso em: 06 ago. 2024.

ALPHALINER. **Alphaliner TOP 100**. 29 ago. 2024. Disponível em: alphaliner.axsmarine.com/ PublicTop100. Acesso em: 06 ago.2024.

ALVES, Tatiana. **Costa brasileira está entre as 20 mais extensas do mundo**. Empresa Brasileira de Comunicação. 23 nov. 2023. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/meio-ambiente/audio/2023-11/costa-brasileira-esta-entre-20-mais-extensas-do-mundo . Acesso em: 02 jul. 2024.

ASHFORD, Oliver; BAINES, Jonathan; BARBANELL, Melissa; WANG, Ke. **What we know about deep-sea mining – and what we don't**. 23 fev. 2024. Disponível em: https://www.wri.org/insights/deep-sea-mining-explained . Acesso em: 06 ago.2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ARMADORES DE CABOTAGEM (ABAC). **Números do setor**. 2024a. Disponível em: https://abac-br.org.br/cabotagem/numeros-do-setor/ . Acesso em: 06 ago.2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ARMADORES DE CABOTAGEM (ABAC). **A cabotagem no Brasil**. 20 jul. 2024b. Disponível em: https://abac-br.org.br/cabotagem/a-cabotagem-no-brasil/. Acesso em: 06 ago.2024.

AUYAN. *Contêiner tanque de GNL de 40 pés para armazenamento criogênico*. 2024. Disponível em: https://www.auyangloble.com/pt/cryogenic-storage-tank/gas-storage-tank.html . Acesso em: 06 ago.2024.

BARRÍA, Cecília. BBC NEWS BRASIL. **A estratégica rede de portos que a China controla no mundo e avança até no Brasil**. 2024c. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/internacional-58982435 . Acesso em: 06 ago.2024.

BBC NEWS BRASIL. **Por que dizem que população mundial atingiu 8,2 bilhões se não há forma precisa de calculá-la?** 12 jul. 2024. 2024d. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/crgkzdlvxxgo . Acesso em: 06 ago.2024.

BRANCO, Pércio de Moraes. **Recursos Minerais do Fundo do Mar**. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. 2024. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/recursos-minerais-do-fundo-do-mar . Acesso em: 06 ago.2024.

BRANDINI, Frederico; BIAZON, Tássia. **Recursos marinhos renováveis e o rumo da sustentabilidade socioeconômica costeira no Brasil**. Jornal da USP. 09 set. 2021. Disponível em: https://jornal.usp.br/?p=451967. Acesso em: 06 ago.2024.

BOURSCHEIT, Aldem. **Níger**: 67% dos estoques do país são alvo de pesca excessiva. ((o))eco. Reportagens. 27 jul. 2023. Disponível em: https://oeco.org.br/reportagens/67-dos-estoques-do-pais-sao-alvo-de-pesca-excessiva/. Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Não há dúvida que esses eventos extremos são associados à mudança do clima, afirma cientista**. 06 mai. 2024. 2024c. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/05/nao-ha-duvida-que-esses-eventos-extremos-sao-associados-a-mudanca-do-clima-afirma-cientista . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.573, de 22 de novembro de 2018**. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 22 nov. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9573.htm . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 10.569, de 09 de dezembro de 2020**. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 09 dez. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9573.htm . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Brasil é referência no campo da energia limpa e renovável. **Entrevista com o Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia, Paulo Cesar Domingues**. 18 out. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/10/brasil-e-referencia-no-campo-da-energia-limpa-e-renovavel . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. **Lei nº 14.301, de 7 de janeiro de 2022**. Diário Oficial da União. Atos do Poder Legislativo. 07 jan. 2022a. Disponível em: http://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.301-de-7-de-janeiro-de-2022-372761122. Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. **A importância dos cabos submarinos no Brasil**. Ciência e Tecnologia. 2022b. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/noticias/importancia-dos-cabos-submarinos-no-brasil. Acesso em 06 ago.2024.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 11.200, de 15 de setembro de 2022**. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 15 set. 2022. 2022c. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D11200.htm . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Desarmamento e não-proliferação**. Missão junto às Nações Unidas. Paz e Segurança Internacional. 15 nov. 2022. 2022d. Disponível em: https://www.gov.br/mre/pt-br/delbrasonu/paz-e-seguranca-internacional/desarmamento-e-nao-proliferacao) . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. **Marinha do Brasil**. Amazônia Azul. 2022e. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/cgcfn/amazonia_azul . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). **Estatísticas de Comércio Exterior**. 2023a. Disponível em: https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movport.html#pt . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Descarbonização, um processo que pode ajudar o meio ambiente**. Transição energética. 17 out. 2023b. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/descarbonizacao-um-processo-que-pode-ajudar-o-meio-ambiente . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). **ComexStat**: Dados do Ano de 2023. 2024a. Disponível em: https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home . Acesso em: 06 ago.2024.

BRASIL. Agência Marinha de Notícias. **Exercício marítimo internacional aprimora táticas de combate a ilícitos na costa africana**. Defesa Naval. 09 jun. 2024. 2024b.

BRASIL. Agência Gov. **Brasil retoma protagonismo internacional e assume importantes frentes de discussão**. Relações exteriores. 02 jan. 2024c. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202401/brasil-retoma-protagonismo-internacional-e-assume-importantes-frentes-de-discussao . Acesso em: 06 ago.2024.

CAMPOS, Ingrid Zanella Andrade; CANTARELLI, Margarida de Oliveira. A pirataria marítima enquanto ameaça econômica internacional e sua possível caracterização como avaria grossa. **Revista Duc In Altum Cadernos de Direito**, v. 12, n. 27, mai.-ago. 2020. p. 101-128.

CARNEIRO, Adriano. Brasil: retorno ao protagonismo sul global. **Le Monde Diplomatique Brasil**. 3 nov. 2022. Disponível em: https://diplomatique.org.br/brasil-retorno-ao-protagonismo-sul-global /. Acesso em: 06 ago.2024.

CENTRO DE COMPETÊNCIA EM ECONOMIA AZUL (C2EA). **Economia azul**: a nova economia do mar. 2024. Disponível em: https://www.economiaazul.pt/economia-azul-economia-do-mar . Acesso em: 02 jul. 2024.

CIÊNCIA HOJE. **Recursos marinhos não renováveis**: vão durar? 2022. Disponível em: https://cienciahoje.org.br/artigo/recursos-marinhos-nao-renovaveis-vao-durar/ . Acesso em: 06 ago.2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Transporte marítimo de contêineres e a competitividade das exportações**. Brasília: CNI, 2018. 74 p.

CURY, Teo; RIBBEIRO, Leonardo. Governo prepara decreto que cria grupo para aperfeiçoar segurança de infraestruturas críticas. **CNN Brasil**. Brasília, 19 mar. 2024.

DIRETORIA DE PORTOS E COSTA (DPC). **Portaria DPC-59/2020**. 2020. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dpc/en/cpaor/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/Port-59-2020-DPC-EmbAutonomas_651.pdf. Acesso em: 06 ago.2024.

EDGAR, Graham. Study: Far More of the World's Fisheries Are Depleted Than We Thought. **The Conversation**. Aug. 2024. Disponível em: https://www.maritime-executive.com/editorials/study-far-more-of-the-world-s-fisheries-are-depleted-than-we-thought . Acesso em: 06 ago.2024.

FAVERO, Jana del. **Explorar, definir e fiscalizar**: o mar como fonte de recursos. Bate Papo com Netuno. 5 mai. 2022. Disponível em: https://www.batepapocomnetuno.com/post/explorar-definir-e-fiscalizar-o-mar-como-fonte-de-recursos . Acesso em: 06 ago.2024.

FREITAS, Alexandre. **O Brasil é uma nação de frente para o Mar**: Um novo olhar para os oceanos. Centro de Estudos da Economia do Mar (CEEMAR). 12 mai. 2023. Disponível em: https://ceemar.ufrrj.br/post-blog/ Acesso em: 02 jul. 2024.

G1. **Aquecimento dos oceanos atinge nível inédito nos estudos científicos; pesquisadores culpam a queima de combustíveis fósseis**. Jornal Nacional. 07 mar. 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/03/07/aquecimento-dos-oceanos-atinge-nivel-inedito-nos-estudos-cientificos-pesquisadores-culpam-a-queima-de-combustiveis-fosseis.ghtml . Acesso em: 06 ago.2024.

GARRIGA, Gustavo Calero Pires. Participação de Pessoal e Meios da MB Em Operações e Exercícios de Segurança Marítima. In: **Colóquio Pirataria Marítima e a Legislação Brasileira**: Possibilidades e Características de Emprego Operacional, 1, 2022, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2022.

GEOSCAN. **Exploração de Recursos minerais**. 2019. Disponível em: https://www.geoscan.com.br/exploracao-de-recursos-minerais/ . Acesso em: 06 ago.2024.

GRANTHAM, Robert. PORTOS E NAVIOS. **Infraestrutura...de novo**. Artigo. Disponível em: https://www.portosenavios.com.br/artigos/artigos-de-opiniao/artigo-infraestrutura-de-novo?utm_source=newsletter_10694&utm_medium=email&utm_campaign=noticias-do-dia-portos-e-navios-date-d-m-y . Acesso em: 06 ago.2024.

GUIA MARÍTIMO. **Mar Vermelho**: conflitos impactam o comércio global. 03 jan. 2024. Disponível em: https://www.guiamaritimo.com.br/noticias/maritimo/mar-vermelho-conflitos-msc-maersk-hapag-lloyd-comercio-global Acesso em: 06 ago.2024.

HADDAD, Mohammed. **World Population Day**: What will the world look like in 2050? 11 jul. 2023. Disponível em: https://www.aljazeera.com/news/2023/7/11/world-population-day-what-will-the-world-look-like-in-2050 Acesso em: 06 ago.2024.

HAPAG-LLOYD. **Maersk and Hapag-Lloyd are entering into an operational cooperation**. Press Release. 17 jan. 2024. Disponível em: https://www.hapag-lloyd.com/en/company/press/releases/2024/01/maersk-and-hapag-lloyd-are-entering-into-an-operational-cooperat.html . Acesso em: 06 ago.2024.

HOERTERER, C.; SCHUPP, M. F.; BENKENS, A.; NICKIEWICZ, D.; KRAUSE, G.; BUCK, B. H. **Stakeholder perspectives on opportunities and challenges in achieving sustainable growth of the blue economy in a changing climate**. Frontiers in Marine Science, [s. l.], Vol. 6, p. 1-12, 2020

INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IFUSP). **O que falta para tornar a fusão nuclear uma fonte de energia**. São Paulo: USP, 2022.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Autonomous Ships**. 2024. Disponível em: https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx . Acesso em: 06 ago.2024.

INTERNATIONAL MARITIME RESCUE FEDERATION (IMRS). **Regulamentações MASS em destaque no seminário JAMS LONDON**. 2023. Disponível em: https://www.international-maritime-rescue.org/News/mass-regulations-in-the-spotlight-at-jams-london-seminar. Acesso em: 06 ago. 2024.

LASTECK, Alfred. BBC NEWS BRASIL. **A engenhosa solução de um paraíso turístico para salvar seu recife de corais**. Jun. 2024. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/c511v4lnqepo . Acesso em: 06 ago.2024.

LEÃO, Ivan. **Competição em contêineres**. Sindicato dos Operadores Portuários do Estado do Pará (SINDOPAR). jul. 2024. Disponível em: https://www.sindopar.org.br/competicao-em-conteineres/ . Acesso em: 06 ago.2024.

LI, Martina. THE Alliance should seek cooperation with MSC, post-Hapag. **The Loadstar**. News. 05 mar. 2024. Disponível em: https://theloadstar.com/the-alliance-should-seek-cooperation-with-msc-post-hapag/ . Acesso em: 06 ago.2024.

MALAGON, Javier Caamaño. **A tensão no Oriente Médio tem impacto nos riscos do tráfego marítimo**. Mapfre Economics. 30 abr. 2024. Disponível em: https://www.mapfre.com/pt-br/actualidade/seguros-pt-br/tensao-oriente-medio-riscos-trafego-maritimo . Acesso em: 06 ago.2024.

MALHEIROS, Gabriel. O uso do GNL em contêineres é a mais nova alternativa ao abastecimento tradicional. **DatamarNews**. 11 mar. 2022. Disponível em: https://www.datamarnews.com/pt/noticias/o-uso-do-gnl-em-conteineres-e-a-mais-nova-alternativa-ao-abastecimento-tradicional . Acesso em: 06 ago.2024.

MARTINS, Jonatas. Dia do Meio Ambiente: 5 desastres ambientais recentes para não esquecer (ou repetir). **Correio Braziliense**. Brasil. 05 jun. 2021. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2021/06/4929070-dia-do-meio-ambiente-5-desastres-ambientais-recentes-para-nao-esquecer--ou-repetir.html#google_vignette . Acesso em: 06 ago.2024.

MILLER, Kathryn A.; THOMPSON, Kirsten F.; JOHNSTON, Johnston; SANTILLO, David. An Overview of Seabed Mining Including the Current State of Development, Environmental Impacts, and Knowledge Gaps. **Frontiers in Marine Science**, v. 4, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00418 . Acesso em: 06 ago.2024.

MOURA, Delmo Alves de. **Uma nova lei pode aumentar a competitividade do transporte por cabotagem no Brasil?** Blog UFABC Divulga Ciência, v.6, n.3. 2023. 16 mar. 2023. Disponível em: https://ufabcdivulgaciencia.proec.ufabc.edu.br/2023/03/16/uma-nova-lei-pode-aumentar-a-competitividade-do-transporte-por-cabotagem-no-brasil-v-6-n-3-p-5-2023/ . Acesso em: 06 ago.2024.

MUSEU DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (MCT). **Fusão nuclear**: a energia do "futuro". Porto Alegre: PUC/RS, 2024. Disponível em: https://www.pucrs.br/mct/fusao-nuclear-a-energia-do-futuro/ . Acesso em: 06 ago.2024.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. **O que são eventos climáticos extremos e por que eles são tão perigosos?** Meio Ambiente. 10 de mai. de 2024. Disponível em: https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/05/o-que-sao-eventos-climaticos-extremos-e-por-que-eles-sao-tao-perigosos . Acesso em: 06 ago.2024.

NOGUEIRA MATIAS, João Felipe; ROLIM TAVARES, Fernanda Beatryz; DA ROCHA GARCIA, Editinete André. **Economia do mar e o desenvolvimento sustentável**: um ensaio teórico sob a perspectiva da teoria dos stakeholders. Novos Cadernos NAEA, [S.l.], v. 26, n. 3, dez. 2023. ISSN 2179-7536. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/13715 . Acesso em: 24 jul. 2024. doi:http://dx.doi.org/10.18542/ncn.v26i3.13715.

OECD. **The Ocean Economy in 2030**. OECD Publishing. Paris, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1787/9789264251724-en. Acesso em: 24 jul. 2024.

OLIVEIRA, Danilo. Logística de GNL ao interior vai estimular isotanques e multimodalidade. **Portos e Navios**. 01 abr. 2020. Disponível em: https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/logistica-de-gnl-ao-interior-vai-estimular-isotanques-e-multimodalidade . Acesso em: 06 ago.2024.

OLIVEIRA, Márcio Rebello de. As Infraestruturas críticas nacionais ante às ameaças cibernéticas: análise comparativa das governanças cibernéticas do Brasil e do Reino Unido, com foco nas Infraestruturas Críticas Marítimas. **Tese**. Curso de Política e Estratégia Marítimas. Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 2022. 114 p.

PODER 360. **Governo anuncia R$ 145 bi em investimentos para o setor portuário**. Disponível em: https://www.poder360.com.br/poder-infra/infraestrutura/governo-anuncia-r-145-bilhoes-em-investimentos-para-o-setor-portuario/) . Acesso em: 06 ago.2024.

PORTOS E NAVIOS. **CMA CGM, Cosco, Evergreen e OOCL estenderão a Ocean Alliance até 2032**. Redação. 27 jan. 2024. Disponível em: https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/cma-cgm-cosco-evergreen-e-oocl-estenderao-a-ocean-alliance-ate-2032 . Acesso em: 06 ago.2024.

RAÍZEN. **Descarbonização e estratégias para um futuro sustentável**. Sustentabilidade. 12 jan. 2024. Disponível em: https://www.raizen.com.br/blog/descarbonizacao. Acesso em: 06 ago. 2024.

RANNARD, Georgina. BBC NEWS BRASIL. **Nova onda global de branqueamento de corais é sinal da morte dos oceanos?** Abr. 2024. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/cq5n9r1e0ljo . Acesso em: 06 ago.2024.

ROCHA, Leonardo Cristian. As Tragédias de Mariana e Brumadinho: É Prejuízo? Para Quem? **Caderno de Geografia**, v. 31, n. 1, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2021v31nesp1p184 . Acesso em: 06 ago.2024.

SCHLEICHER, Rafael Tavares. Do desafio metodológico ao protagonismo brasileiro: a história da pesquisa Cobradi. **Boletim de Análise Político-Institucional**. Brasília-DF, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2024. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/13474 . Acesso em: 06 ago.2024.

SCHULZE, Anders. **The Future of Carrier Alliances**. Flexport blog. 18 mar. 2024. Disponível em: https://www.flexport.com/blog/future-of-carrier-alliances/ . Acesso em: 06 ago.2024.

SIQUEIRA, Tagore Villarim. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16085/1/PRArt_Aquicultura%20a%20nova%20fronteira_compl.pdf Acesso em: 07 Ago. 2024.

SOUZA, Marcelo. **Tudo sobre carga a granel: tipos, dicas e como transportar com segurança**. Lachmann. 20 de junho de 2022. Disponível em: https://www.lachmann.com.br/carga-a-granel/ . Acesso em: 06 ago.2024.

STILBEN, João. **Conflitos e pirataria no Mar Vermelho atingem economia brasileira**. Agência Marinha de Notícias. Poder Naval. 01 mar. 2024. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/conflitos-e-pirataria-no-mar-vermelho-atingem-economia-brasileira . Acesso em: 06 ago.2024.

THE ALLIANCE. **Welcome to THE Alliance**. 2024. Disponível em: https://theanetwork.com/ . Acesso em: 06 ago.2024.

TOTVS. **O que é cabotagem e quais seus benefícios na logística?** Gestão logística. 04 ago. 2023. Disponível em: https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/cabotagem/ . Acesso em: 06 ago.2024.

TOTVS. **BR do Mar: entenda os detalhes da lei que visa agilizar a logística nacional**. Gestão logística. 05 fev. 2024. Disponível em: https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/br-do-mar/ . Acesso em: 06 ago.2024.

UNITED NATIONS (UN). **2010 Review Conference of the Parties to the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons**. 2010. Disponível em: https://www.un.org/en/conf/npt/2010/docs.shtml . Acesso em: 06 ago.2024.

29

SEMENTES DE FUTURO DA SOCIOECONOMIA DA AMAZÔNIA: TENDÊNCIAS E INCERTEZAS[272]

Renato Mendes Freitas[273]
Mauro Thury de Viera Sá[274]
José Alberto da Costa Machado[275]

1. Introdução

A proposta deste capítulo é trazer elementos substanciais que possam subsidiar a indicação de algumas das principais sementes de futuro colhidas nas oficinas que discutiram o tema relacionado ao Futuro da Amazônia, sem a pretensão de esgotar as inúmeras dimensões e interações que caracterizam e se desenrolam nessa importante e complexa região do planeta. Portanto, serão apresentadas informações que contextualizam a evolução de aspectos da dimensão social, econômica e ambiental e que apontam para possibilidades de cenários futuros por meio de tendências, incertezas e rupturas do processo de desenvolvimento da região traduzidos por indicadores sintéticos como a Índice de Pobreza, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), Índice de Progresso Social (IPS), Produção Interna Bruta (PIB), dentre outros. O artigo está estruturado em quatro seções, além desta introdução seguem as seções de metodologia, análise de algumas tendências e incertezas, conclusão e referências.

Na Amazônia se encontram a maior biodiversidade (Dirzo e Raven, 2003) concentrando de 15 a 20% da diversidade biológica (Lewinsohn e Prado, 2002; ONU News, 2019) e cerca de 20% da água doce do planeta (Davidson e Artaxo, 2004) dentro da maior floresta tropical do globo com papel fundamental no sistema climático terrestre e conta com área de aproximadamente 6,4 milhões de Km2 nos territórios de 08 países sul-americanos e 01 Departamento Ultramarino da França, denominada de Pan-Amazônia abrangendo parte do Brasil, Peru, Colômbia, Venezuela, Bolívia, Suriname, Equador, Guiana e Guiana Francesa (Oliveira, 1981). O recorte geográfico entendido como Pan-Amazônia corresponde à região de drenagem da bacia Amazônica ocupando cerca de 60% da superfície da América Latina e 4,9% da área continental mundial (CEPAL, 2013; RAISG 2015 *apud* Silva e Nohra, 2021).

A extensão da região e sua diversidade socioeconômica destacam-se como de essencial importância para os países dos quais faz parte, assim como para a vida humana no planeta seja pela condição atual como regulador do clima, de fornecedor de energia, como fonte de água doce e de insumos da geodiversidade, seja

[272] Este capítulo é resultado das atividades promovidas no âmbito do Projeto "Amazônia 2040: cenários prospectivos e agenda estratégica para o desenvolvimento", incluindo as oficinas de trabalho realizadas nos dias 25 e 26 de julho de 2022, e seus desdobramentos em Fóruns (Óleo e Gás; Bioeconomia; 5G e Indústria 4.0; Fertilizantes; Mineração Sustentável; Start UPs; Ambiente de Negócios), que ocorreram em Manaus, nas dependências do Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA, alinhado ao Projeto "Brasil 2045", que contou com a participação de 381 inscritos dentre especialistas palestrantes, debatedores convidados e representantes de mais de 50 instituições de âmbito federal, estadual e municipal.

[273] Mestre em Desenvolvimento Regional, Especialista em Investimentos com graduação em Engenharia Elétrica, Direito e Economia, pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). É servidor público federal da SUFRAMA, tendo ocupado os cargos de Superintendente Adjunto de Operações (SAO), e de Secretário Executivo de Desenvolvimento Econômico do Estado do Amazonas – SEDECTI/AM (e-mail: renato.freitas@suframa.gov.br).

[274] Doutor em Ciência Econômica pela Universidade Estadual de Campinas (2004). Atualmente é Professor do Dept de Economia e Análise (DEA) da Faculdade de Estudos Sociais da Universidade Federal do Amazonas (FES/ UFAM). Participa como pesquisador associado da Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist), sediada na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Foi economista do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) (e-mail:mtvsa@ufam.edu.br).

[275] Doutor em Desenvolvimento Socioambiental (1999), Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação (1990), graduado em Administração de Empresas (1978) e Economista Emérito (2010). Vínculos atuais: Diretor Geral do Ministério Público do Estado do Amazonas; Professor Associado, Nível IV, aposentado, do Departamento de Economia e Análise, Faculdade de Estudos Sociais, Universidade Federal do Amazonas (e-mail: zemachado53@hotmail.com).

como área estratégica para o desenvolvimento de novos e inovadores produtos com base na biodiversidade ainda pouco estudada. O Bioma da Amazônia está composta em maior proporção no território brasileiro (61,8%), seguido das participações no Peru (11,4%), na Bolívia (8,4%), na Colômbia (6%), na Venezuela (5,6%), na Guiana (2,5%), no Suriname (1,7%), no Equador (1,6%) e na Guiana Francesa (1%). Na sua extensão, o bioma amazônico avança sobre o território dos países da Pan-Amazônia ocupando 58,8% do território do Brasil, 43,3% da Bolívia, 42,4% da Colômbia, 46,9% do Equador, 60,9% do Peru, 49,5% da Venezuela e 100% nos territórios da Guiana, Suriname e Guiana Francesa. Somam-se também 12 macrobacias e 158 sub-bacias com 33 milhões de habitantes em 4.969 municípios e 68 departamentos, estados ou províncias, além de 385 povos indígenas em 2.344 territórios indígenas e 610 áreas naturais protegidas que correspondem a 45% de toda essa extensão (Aragón, 2018; RAISG 2015; PNUMA e OTCA, 2008 *apud* Silva e Nohra, 2021). Ressalta-se que a maioria da população dessa região se encontra em área urbana, inclusive com cidades de mais de 1 milhão de habitantes como Manaus e Belém na Amazônia Brasileira (Aragón, 2018).

2. Metodologia

Nos ensina a Profa. Dra. Elaine Marcial que as "*sementes do futuro referem-se a fatos ou a sinais existentes no passado e no presente que sinalizam possibilidades de futuro*" sendo este imprevisível e depende de diversas variáveis que o moldam, principalmente, "*pelas estratégias e pelas ações de diversos atores que muitas vezes possuem objetivos e planos conflitantes*". A identificação e a análise sistêmica das sementes de futuro é imprescindível para a elaboração de bons cenários "*considerando o confronto entre elas e as estratégias dos principais atores capazes de alterar o curso dos acontecimentos*"(Marcial, 2011 *apud* Marcial, 2015).

Neste texto trataremos de analisar as principais sementes de futuro colhidas durante os eventos no âmbito do Projeto Amazônia 2040[276] que foram categorizadas conforme os conceitos apresentados abaixo (Marcial, 2011 *apud* Marcial, 2015):

a) **Tendências:** *"As tendências de peso foram definidas por Michel Godet (1987) e referem-se àqueles eventos cujas perspectivas de direção e de sentido são suficientemente consolidadas e visíveis para se admitir suas permanências no período considerado. São movimentos bastante prováveis de um ator ou uma variável dentro do horizonte de estudo, além de serem redigidas na forma de sentença afirmativa, descrevendo o movimento."*

b) **Incertezas (priorizadas e não priorizadas):** *"As incertezas são variáveis as quais não se sabe os comportamentos futuros. Elas se apresentam como um mundo de possibilidades futuras, muitas vezes como sinais ínfimos, pouco percebidos, mas imensos em potencialidades. Entretanto, são de grande importância para a questão-foco do estudo de futuro e são redigidas em forma de pergunta (Schwartz, 1996)."*

c) **Rupturas ou Cisnes Negros:** *O que chamamos aqui de Cisne Negro (com iniciais maiúsculas) é um evento com os três seguintes atributos. Primeiro, trata-se de um outlier, um ponto fora da curva, pois escapa do reino das expectativas regulares, uma vez que nada no passado consegue apontar de modo convincente para essa possibilidade. Segundo, exerce um impacto extremo (diferente da ave). Terceiro, apesar de seu status de anormalidade, a natureza humana nos faz engendrar explicações para sua ocorrência após o fato, tornando o um evento explicável e previsível (Taleb, 2007).*

A necessidade da elaboração e análise de diversos cenários exploratórios, normativo e alvo que traduzem tendências, multiplicidades e incertezas para o ambiente externo e interno que possam representar oportunidades e ameaças com impactos no Desenvolvimento Sustentável da região de abrangência da Amazônia Legal, inferindo-se os respectivos riscos e as contingências de forma que possibilitem respostas adequadas e assertivas para a evolução e/ou a superação das restrições e condicionantes imposta no horizonte temporal até 2045.

Desta forma, as sementes de futuro podem subsidiar estratégias de Desenvolvimento Sustentável, com base ***cenários prospectivos e eixos temáticos*** que contribuam para a formulação de políticas públicas visando a redução das desigualdades regionais e a melhoria da qualidade de vida da população, em especial com sugestões que possam resultar em apoio ou fomento às atividades voltadas ao ***Desenvolvimento Endógeno com menor dependência da instrumentalização dos incentivos fiscais regionais***.

[276] Os autores agradecem a colaboração, nas discussões preliminares e na fase interna, dos servidores da Suframa - Thelma Jakliny Martins Arruda, Vitor Cesar Picanço Lopes, Igor Bahia Costa, Doriel Andrade dos Santos, Caroline Vital Vieira Colares, Rafael Soares Gouveia e Marcelo Klinger Cavalcante – tendo recebido o apoio a Alta Administração liderada, à época, pelo Superintendente Gen. Algacir Antônio Polsin, e dos Superintendentes Adjuntos Cel. Manoel Fernandes Amaral Filho e Cel. Antônio Fernando Nascimento Ribeiro.

Figura 1 – Modelo Síntese de elaboração de cenários prospectivos

Fonte: Megatendências Globais (Marcial, 2011).

Além disso, diversos estudos têm apontado outros aspectos importantes para a promoção da diversificação econômica com grande potencial para atividades geradoras de valor adicionado, investimentos em infraestrutura e em P&D&I, emprego e renda, a partir da sociobiodiversidade ou da geodiversidade como produções que podem de maneira complementar adicionar novos vetores a matriz econômica existente e possibilitar o aumento da complexidade das cadeias regionais, inclusive com participação no mercado global de valor.

Um conceito importante a ser estudado que aponta potencial de futuro é o do estímulo ao desenvolvimento endógeno que pode ser entendido como:

> *"(...) um processo de crescimento econômico que implica em uma contínua ampliação da capacidade de geração e agregação de valor sobre a produção bem como da capacidade de absorção da região, na retenção do excedente econômico gerado na economia local e na atração de excedentes provenientes de outras regiões. Esse processo tem como resultado a ampliação do emprego, do produto e da renda local/regional gerada por uma determinada atividade econômica"* (Amaral Filho, 2002 *apud* Campos et al., 2005).

Ressalta-se que a proposta do referido trabalho nasce com o objetivo da convergência entre os diversos esforços consignados em planos, programas, projetos, ações e atividades, já vislumbrados, em andamento ou a serem implantado nos territórios amazônicos, inclusive podendo servir de base para Planos Estratégicos de Governos e Instituições.

A proposta metodológica foi de utilizar para a cenarização a metodologia já bastante consolidada do Modelo Síntese dos Métodos de Construção de Cenários (Marcial, 2011), conforme Figura 1.

Após as fases de identificação de sementes de futuro e a cenarização, é indispensável a abertura das discussões internas por gestores e técnicos sobre a percepção e a participação efetivas nas interações e nos métodos de consolidação das informações e de tratativas para conclusão dos trabalhos e para oportunizar a discussão com a sociedade, inclusive com as entidades representativas dos setores econômicos, sociais e ambientais.

3. Análise de algumas tendências e incertezas no desenvolvimento da Amazônia

Entender a evolução recente dos aspectos socioeconômicos e ambientais na Amazônia, incluindo o desenvolvimento humano, o progresso social, evolução demográfica, índices de violência e criminalidade, taxas de crescimento econômico e as relações produtivas e seus reflexos sobre o bem-estar da população da região, é de extrema importância para o alcance dos objetivos deste estudo.

3.1. Reversão da tendência de redução dos níveis de pobreza na Amazônia (Tendência)

Os dados disponibilizados pelo IBGE do retrato censitário do Brasil formam a série 1991, 2000 e 2010 que serão utilizados para as análises deste item do capítulo em nível de divisão por Estados e Municípios, além de dados publicados pela Síntese de Indicadores Sociais (IBGE, 2023) com aplicação de dados da Pesquisa Nacional por

Amostra de Domicílios Contínua – PNADC/2022 visando complementar a informação com a atualização para anos mais recentes em que podem apresentar em parte os reflexos provocados pela Pandemia de COVID-19 e as crises econômicas do período 2012-2022, embora com as devidas ressalvas quanto às diferenças metodológicas para mensuração do indicador de proporção de pobres no âmbito do recorte geográfico do Brasil e das Unidades da Federação que formam a Amazônia Legal.

Tabela 1 – Proporção de pobres – Brasil e Amazônia Legal (1991, 2000, 2010 e 2012*, 2022*)

Brasil e Ufs da Amazônia Legal	1991	2000	2010	Variação (p.p.)	2012(*)	2022(*)	Variação (p.p.)
BRASIL	**38,16**	**27,90**	**15,20**	**-22,96**	**34,71**	**31,62**	**-3,09**
Acre	52,54	44,02	29,46	-23,08	53,93	51,03	-2,90
Amazonas	45,00	48,50	30,78	-14,22	53,48	55,07	1,59
Amapá	36,43	38,13	24,07	-12,36	52,67	47,79	-4,88
Maranhão	73,27	62,78	39,53	-33,74	64,32	56,67	-7,65
Mato Grosso	35,48	22,00	10,52	-24,96	26,67	22,05	-4,62
Pará	53,85	46,92	32,33	-21,52	54,54	29,59	-24,96
Rondônia	48,19	29,81	14,80	-33,39	39,89	45,13	5,24
Roraima	36,75	33,56	26,65	-10,10	41,42	47,04	5,62
Tocantins	59,08	45,18	22,15	-36,93	48,19	33,99	-14,20

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE. Censo Demográfico (1991, 2000 e 2010) e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2012, acumulado de primeiras visitas e 2022, acumulado de quintas visitas.
Notas: (*) Menos de US$ 6,85 PPC 2017 (1)
Exclusive as pessoas cuja condição no domicílio era pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico.
Rendimentos deflacionados para reais médios do próprio ano.
1. Taxa de conversão da paridade de poder de compra para consumo privado, R$ 2,3273771 para US$ 1,00 PPC 2017, valores diários tornados mensais e inflacionados pelo IPCA para anos recentes.

Observa-se na Tabela 1 pelo levantamento censitário da proporção de pobres que havia uma tendência clara de redução desse indicador registrando queda no Brasil de 38,16% em 1991 para 14,20% em 2010, passando pelo valor intermediário de 27,90% em 2000. Nessa mesma base, os Estados da região da Amazônia Legal tiveram reduções no referido indicador mostrando tendências na série, exceto no caso do AM que iniciou em 1991 com 45,00% subindo para 48,50% em 2000 e caindo para 30,78 em 2010, obtendo redução no período de 14,22 p.p. ficando entre as menores reduções ao lado da AP (-12,36 p.p.) e RR (-10,10 p.p.). Os Estados que tiveram reduções intermediárias acima de 20 p.p. foram MT (-24,96 p.p.), AC (-23,08 p.p.) e PA (-21,52 p.p.), enquanto as maiores reduções acima de 30 p.p. foram TO (-36,93 p.p.), MA (-33,74 p.p.) e RO (-33.39 p.p.).

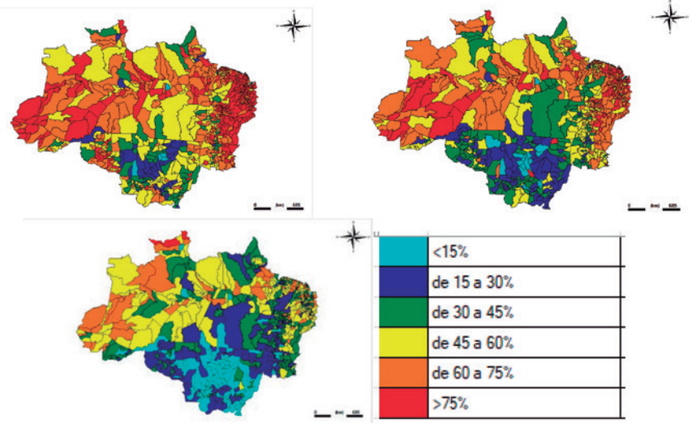
Verifica-se ainda na Tabela 1, no período de 2012-2022, considerando a nova metodologia adotada pela Banco Mundial para determinação da Linha de Pobreza para países de renda média-alta como é o caso do Brasil, tem referência de US$ 6,85 PPC 2017 (Paridade de Poder de Compra – 2017) com taxa de conversão de R$ 2,3273771 para US$ 1,00, que foram registradas variações tanto positivas, ou seja, aumento da proporção de pobres como no caso do AM (1,59 p.p.), de RR (5,62 p.p.) e de RO (5,24 p.p.), quanto negativas entre -3,00 e -10,00 p.p. como no BR (-3,09 p.p.), AC (-2,90 p.p.), AP (-4,88 p.p.), MT (-4,62 p.p.) e MA (-7,65 p.p.) e negativos abaixo de -10 p.p. como no TO (-14,20 p.p.) e PA (-24,96 p.p.).

Pode-se observar que o Estado do MA e os Estados da região da Amazônia Ocidental (AC, AM, RO e RR) mais o AP encontram-se em 2022 com os maiores indicadores de proporção de pobres atingindo valores acima de 45% de sua população residente, sendo em 1º. MA (56,67%); 2º. AM (55,07%); 3º. AC (51,03%); 4º. AP (47,79%); 5º. RR (47,04%) e 6º. RO (45,13%).

A distribuição espacial da proporção de pobres, considerando os dados censitários por município, mostra o quanto é heterogênea e não-aleatória os registros do referido indicador. Ressalva-se que os dados foram aplicados para a malha georreferenciada da Amazônia Legal de 2022 disponibilizada pelo IBGE, e com aplicação do software IpeaGeo 2.1.1. disponibilizado pelo IPEA, e tendo em vista as alterações relativas à criação, fusão, divisão e correção de limites de municípios foram necessárias algumas adaptações na formatação dos dados sendo atribuído o valor nulo para as variáveis de um ano sem registro que continham dados nos demais anos, sendo afetado menos de 0,8% dos dados.

O Cartograma 1 apresenta 3 mapas com a distribuição do indicador de proporção de pobres na Amazônia Legal nos anos de 1991, 2000 e 2010, em que foram consideradas as classes divididas em percentuais de 15% do referido indicador. Os resultados apontam para uma tendência na redução da proporção de pobres a partir da sub-região Sul e Sudoeste localizada nos Estados do Mato Grosso e de Rondônia, respectivamente e nos limítrofes dessa sub-região com o Sul e Sudoeste do Estado do Pará e o Oeste do Estado de Tocantins. Ademais, pelos dados de 2010, com exceção de Macapá/AP que restou ainda com 18,15% de proporção de pobres, todas as Capitais apresentaram indicadores menores que 15% ficando com 14,38% – Rio Branco/AC; 13,81% – São Luís/MA; 13,61% – Boa Vista/RR; 13,04% – Belém/PA; 12,90% – Manaus/AM; 6,91% – Palmas; e, 5,31% – Cuiabá/MT.

Cartograma 1 – Proporção de Pobres 1991, 2000 e 2010 na Amazônia Legal



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE – Censos Demográficos 1991, 2000 e 2010 com aplicação do software IpeaGeo 2.1.

Os mapas ao lado também apontam para a situação de pobreza de grandes áreas da Amazônia Legal com percentuais iniciais em 1991 acima da 75% de população em situação de pobreza chegando em 2010, após 20 anos, com elevados valores deste indicador. Inclui-se nessa condição, quase toda a área do Estado do AM, com exceção à sua região Sul, limítrofe com os Estados do RO e MT e sua Capital Manaus com os municípios vizinhos; também o Noroeste e o Nordeste do PA; o Noroeste do AC; o Norte de Roraima e, praticamente todos os municípios do MA, com exceção da sua Capital São Luís.

3.2. Desaceleração da evolução do Desenvolvimento Humano na Amazônia (Tendência)

O mais recente Relatório do Desenvolvimento Humano de 2021/2022, publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e elaborado ainda sob a situação pandêmica da Covid-19, apresentou-se com o Título "*Tempos Incertos, Vidas instáveis a construir o futuro num mundo em transformação*" retratando o período recente da História da Humanidade em que as preocupações com as incertezas dominam o imaginário das populações e dos governos de todos os países apontando a Pandemia da Covid-19; a guerra na Ucrânia e em outros lugares ao redor do mundo; as altas temperaturas com incêndios e tempestades decorrentes da crise climática e provocando elevação da tensão Geopolítica com "*mais sofrimento humano*" e contribuindo para "*um quadro de tempos incertos e vidas instáveis*".

O conceito de Desenvolvimento Humano, segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013), é "*o processo de ampliação das liberdades das pessoas, no que tange suas capacidades e as oportunidades a seu dispor, para que elas possam escolher a vida que desejam ter*", o que inclui a expansão das dinâmicas socioeconômicas, políticas e ambientais devendo ocorrer centrado nas pessoas e no seu bem-estar, seja na ampliação da renda e riqueza com aumento das oportunidades, seja pelo aumento da capacidade de escolha com liberdade em ambiente propício para o exercício do potencial individual e coletivo. O crescimento econômico deve conter transformações concretas em conquistas para a qualidade de vida das pessoas, com reflexos em "*crianças mais saudáveis, educação universal e de qualidade, ampliação da participação política dos cidadãos, preservação ambiental, equilíbrio da renda e das oportunidades entre toda a população, maior liberdade de expressão, entre outras*".

A Tabela 2 apresenta períodos cronológicos distintos com valores do IDH com base nos dados dos Censos Demográficos (IBGE) de 1991, 2000 e 2010, e do IDHM para os anos de 2012, 2019, 2020 e 2021 e suas variações (1991-2000 e 1991-2010; 2012-2019, 2019-2021 e 2012-2021), para o Brasil e os Estados da Amazônia Legal, de forma que permite verificar as variações dos valores relativos dentro do período considerando a metodologia aplicada.

O Cartograma 2 apresenta a evolução do IDHM a partir dos dados mais desagregados ao nível de Municípios que estão disponíveis para os anos de 1991, 2000 e 2010 e que tiveram como base os Censos Demográficos (IBGE), representando claramente a dominância do grau de IDHM muito baixa e baixa para a maioria dos Municípios da Amazônia Legal em 1991, nas subregiões Central e mais ao Oeste e ao Leste da região, com alguma "ilhas" com nível médio e alto de IDHM relacionados à parte das Capitais dos Estados e ao Sul de Sudeste da região. Em 2000 houve o agravamento da situação registrado reduzindo os níveis de áreas de maiores IDHM para níveis mais inferiores e em 2010 a região se apresenta mais "iluminada" com a preponderância do IDHM médio e com diversos registros de IDHM alto e muito alto, mas ainda com alguns Municípios inertes no Leste e Norte do AM, Norte de RR e Nordeste do PA com grau muito baixo de desenvolvimento humano.

Tabela 2 – IDH(1), IDHM(2) e variação – Brasil e Amazônia Legal (1991, 2000, 2010 e 2012*, 2019* e 2021*)

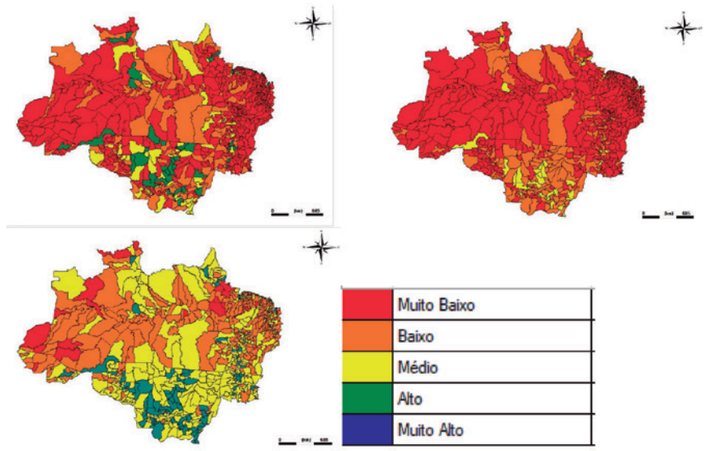
Brasil e Ufs da Amazônia Legal	1991	2000	2010	Variação (p.p.)		2012*	2019*	2020*	2021*	Variação (p.p.)		
				1991-2000	1991-2010					2012-2019	2019-2021	2012-2021
BRASIL	**0,74**	**0,61**	**0,73**	**-17,52%**	**-2,02%**	**0,75**	**0,79**	**0,78**	**0,77**	**5,23%**	**-2,42%**	**2,68%**
Acre	0,58	0,52	0,66	-11,47%	13,53%	0,70	0,74	0,75	0,71	5,42%	-3,92%	1,28%
Amazonas	0,66	0,52	0,67	-21,73%	2,43%	0,69	0,73	0,73	0,70	5,07%	-3,58%	1,30%
Amapá	0,69	0,58	0,71	-16,01%	3,06%	0,71	0,74	0,72	0,69	4,24%	-6,65%	-2,69%
Maranhão	0,46	0,48	0,64	4,39%	40,13%	0,65	0,69	0,70	0,68	7,10%	-2,59%	4,32%
Mato Grosso	0,70	0,60	0,73	-14,39%	3,28%	0,74	0,78	0,76	0,74	4,99%	-5,52%	-0,81%
Pará	0,60	0,52	0,65	-12,94%	8,57%	0,67	0,70	0,72	0,69	5,71%	-1,99%	3,60%
Rondônia	0,64	0,54	0,69	-15,43%	8,66%	0,69	0,73	0,74	0,70	5,19%	-4,11%	0,86%
Roraima	0,73	0,60	0,71	-17,86%	-2,88%	0,74	0,75	0,74	0,70	1,49%	-6,68%	-5,28%
Tocantins	0,56	0,53	0,70	-6,25%	24,82%	0,71	0,75	0,76	0,73	5,77%	-2,66%	2,96%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados dos Censos Demográficos (1991, 2000 e 2010): IBGE e IPEA – Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/ acessado em 14/09/2024 e 2012-2021:

Tabela 5 - RELATÓRIO ESPECIAL 2023 | 25 ANOS: DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL (2012, 2019, 2020e 2021) Anexo estatístico | Valores Do IDHM dos Estados, De 2012 A 2021, E Suas Variações (2012 – 2019, 2019 - 2021 e 2012 - 2021) – Publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), 2024, disponível em: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-06/relatorio_pnud_sr_25_anos_idh_brasil_2024.pdf, acessado em 14/09/2024.

Notas:
(1) Para 1991, 2000 e 2010 foi utilizada a metodologia da edição 1998. Para obter informações metodológicas, consulte o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - 1998
(2) Índice sintético calculado pela média simples de três subíndices, referentes às dimensões de Longevidade (IDHM-L), Educação (IDHM-E) e Renda (IDHM-R. A partir de 2012 foi utilizada a metodologia da Edição 2013 do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Cartograma 2 – IDHM 1991, 2000 e 2010 na Amazônia Legal



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, PNUD – 2013 com aplicação do software IpeaGeo 2.1.

A evolução do IDHM para o Brasil e os Estados da Amazônia Legal traz aspectos importantes relacionados ao período de fortes crises econômicas, como observado no período de 1991-2000 e, recentemente, no período da ocorrência da Pandemia de COVID-19. No período de 1991-2000, observou-se uma redução considerável do IDH no Brasil (-17,52%) e na Amazônia Legal, com o AM (-21,73%) liderando a redução seguido de RR (-17,86%), AP (-16,01%), RO (-15,43%), MT (-14,39%), PA (-12,94%) e AC (-11,47%), a exceção do MA (4,39%) que obteve variação positiva, entretanto sob uma base muito pequena (0,456) permanecendo com o menor IDH (0,476) da região classificado como IDH muito baixo (<0,499), enquanto apenas MT se encontrava no ano 2000 com a classificação de IDH (0,601) de médio e os demais com baixo desenvolvimento humano.

Na análise do IDHM (PNUD, 2024) do período 2012-2019, pré-pandemia COVID-19, verifica-se alteração positiva acima da média Brasil (5,23%) para MA (7,10%), TO (5,77%), PA (5,71%) e AC (5,42%), e abaixo da média para RO (5,19%), AM (5,07%), MT (4,99%), AP (4,24%) e muito abaixo da média RR (1,49%). Já no período de crise da Pandemia da COVID-19, os impactos sobre os indicadores socioeconômicos refletiram fortemente no IDHM no triênio 2019-2021 fazendo com que o Brasil (-2,42%) e todos os estados da região amargassem retração dos níveis de desenvolvimento humano com maior variação negativa RR (-6,68%) que se encontrava no grau de alto em 2012 (0,738) voltou ao médio desenvolvimento humano em 2021 (0,699), ocorrendo também essa situação para AP (de 0,707 – 2012 para 0,688 – 2021) com redução do IDHM em 6,65%, enquanto PA com queda de -1,99% havia evoluído de 0,666 (2012) para 0,704 (2019) e 0,719 (2020) retornou para a classificação de médio desenvolvimento humano marcando 0,690, e MA (-2,59%) não conseguiu sair do nível considerado baixo desenvolvimento, entretanto mesmo com queda para AC (-3,92%), AM (-3,58%), MT (-5,52%), RO (-4,11%) e TO (-2,66%) mantiveram o grau de alto IDHM.

3.3. Manutenção do baixo nível de Progresso Social na Amazônia (Tendência)

O progresso social é definido pela *Social Progress Imperative* (SPI) como a "*capacidade da sociedade em satisfazer as necessidades humanas básicas, estabelecer as estruturas que garantam qualidade de vida aos cidadãos e dar oportunidades para que todos os indivíduos possam atingir seu potencial máximo*" tendo sido formulado o Índice de Progresso Social (IPS) com estrutura abrangente que permite aos tomadores de decisão traçar prioridades estratégicas e buscar atuar em questões mais relevantes em seus territórios (SPI, 2021a; SPI, 2021b apud IPS,2021).

O IPS parte da concepção que indicadores econômicos considerados isoladamente não são suficientes para formulação de medidas de desenvolvimento posto que "crescimento econômico sem progresso social resulta em degradação ambiental, aumento na desigualdade, exclusão e conflitos sociais" (IPS Amazônia, 2023). Conforme a publicação do IPS Amazônia 2023, assim como o global, está estruturado em 3 dimensões e 12 componentes sendo que cada um dos componentes abrange de 2 até 5 indicadores permitindo classificar e pontuar todos os 772 municípios da região (disponível em http://www.ipsamazonia.org.br, acessado em 14/09/2024).

Segundo dados da última publicação do IPS Amazônia (2023), conforme Tabela 3, após as devidas adaptações para tornar os resultados comparáveis com aqueles de 2014, 2018 e 2021, de forma geral, a região obteve índice ligeiramente menor em 2023 (54,32) quando comparado ao ano de 2021 (54,94), e abaixo da média do Brasil (67,94) demonstrando estagnação do progresso social na região, mas registrando alguns avanços mais expressivos em 2023 frente 2021 nos componentes: Acesso ao Conhecimento Básico (de 63,80 para 71,79) e Saúde e Bem-estar (de 80,22 para 82,31).

Além disso, todos os 09 estados da Amazônia Legal tiveram IPS abaixo da média nacional, estando os estados de Mato Grosso (57,38), Rondônia (56,71) e Amapá (55,58) com os melhores índices, e os com piores pontuações são Roraima (53,19), Acre (52,99) e Pará (52,68). Observa-se na Tabela 4 que nenhum estado da região obteve resultado superior à média do Brasil para nenhuma das dimensões, ficando RR (62,74), AP (62,53) e o PA (62,31) com os piores resultados na dimensão Necessidades Humanas Básicas; o AC (58,90), o MA (55,33) e o PA (54,71) com os menores indicadores na dimensão Fundamentos para o Bem-estar; e RR (35,88), TO (35,79) e AC (35,60) com as pontuações menores na dimensão Oportunidades.

No Mapa 02 verifica-se a distribuição espacial do IPS Amazônia 2023, que demonstra a ocorrência de elevada heterogeneidade relacionados aos valores máximos e mínimos entre os municípios dentro dos Estados.

Além do IPS-Amazônia/2023, foi publicado em 2024 o estudo do IPS-Brasil que recebeu a metodologia para os 5.570 municípios (disponível em: IPS Brasil, acessado em 14/09/2024) e permitindo a comparação dos municípios da Amazônia Legal com os demais municípios brasileiros.

Tabela 3 – Resultados do IPS Amazônia 2014, 2018, 2021 e 2023

		2014	2018	2021	2023
IPS Amazônia		**54,35**	**54,03**	**54,94**	**54,32**
Dimensão 1. Necessidades Humanas Básicas		**63,36**	**63,59**	**66,19**	**64,83**
Componentes	Nutrição e Cuidados Médicos Básicos	89,87	88,80	88,47	86,70
	Água e Saneamento	38,38	39,25	39,53	39,92
	Moradia	69,41	79,21	80,52	79,66
	Segurança Pessoal	55,78	47,13	56,25	53,06
Dimensão 2. Fundamentos para o Bem-estar		**55,09**	**54,08**	**55,80**	**57,83**
Componentes	Acesso ao Conhecimento Básico	59,87	62,14	63,80	71,79
	Acesso à Informação e Comunicação	14,00	12,45	14,53	13,25
	Saúde e Bem-estar	81,29	76,54	80,22	82,31
	Qualidade do Meio Ambiente	65,22	65,17	64,66	63,96
Dimensão 3. Oportunidades		**44,61**	**44,42**	**42,82**	**40,31**
Componentes	Direitos Individuais	22,97	20,40	25,12	25,59
	Liberdades Individuais	59,98	63,56	56,12	47,54
	Inclusão Social	85,18	82,38	77,16	74,90
	Acesso à Educação Superior	10,29	11,35	12,87	13,19

Fonte: Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira – IPS Amazônia 2023

Tabela 4 – IPS Amazônia 2023 considerando as dimensões para a Amazônia Legal

Estados	IPS Amazônia 2023	Necessidades Humanas Básicas	Fundamentos para o Bem-estar	Oportunidades
Acre	52,99	64,46	58,90	35,60
Amapá	55,58	62,53	62,12	42,10
Amazonas	55,06	68,96	59,65	36,59
Maranhão	53,21	63,51	55,33	40,79
Mato Grosso	57,38	66,52	61,15	44,45
Pará	52,68	62,31	54,71	41,03
Rondônia	56,71	65,25	60,28	44,60
Roraima	53,19	62,74	60,95	35,88
Tocantins	53,34	66,02	58,22	35,79
Amazônia	**54,32**	**64,83**	**57,83**	**40,31**
Brasil	**67,94**	**76,30**	**69,14**	**58,38**

*Resultados obtidos com a média aritmética do IPS dos municípios da Amazônia.

Fonte: Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira – IPS Amazônia 2023

O IPS-Brasil apresentou, conforme Quadro 01, o rank dos municípios com as 20 melhores e as 20 piores pontuações recebidas em 2024, observa-se que nenhum dos municípios da região está no rol das melhores pontuações, e ao contrário, todos os municípios que estão na lista das piores pontuações estão localizados na Amazônia Legal (AC=1; AM=2; AP=2; MA=1; MT=2; PA=8; RR=4; RO=0 e TO=0).

Essa realidade Amazônica, de longa data e persistente, impõe um olhar diferenciado para o atendimento das necessidades básicas, para os fundamentos do bem-estar e para a geração de oportunidades que possam impulsionar o desenvolvimento endógeno da região com reflexos na apropriação da renda pelas populações locais e na melhoria das condições de infraestrutura e acessibilidade de transporte, conectividade, educação, saúde e segurança alterando os rumos do desenvolvimento dessa região.

3.4. Crescimento da taxa de violência e criminalidade na Amazônia (Tendência)

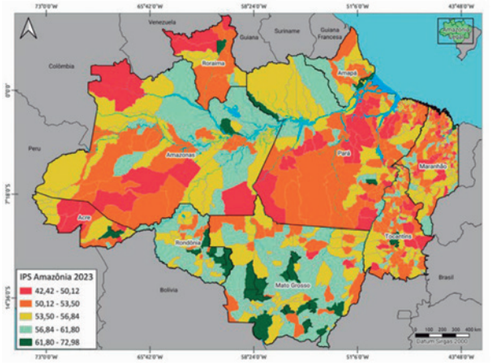
O IPS 2023 também apontou que o componente Segurança Pessoal apresenta situação crítica para o indicador (índice igual a 53,06) com a violência como problema social crônico na Amazônia, como demonstrado no Mapa 03 com a distribuição espacial da taxa de homicídios que é um dos indicadores dessa realidade.

Corroborando com os resultados obtidos para a dimensão da Segurança Pessoal do IPS 2023, o Anuário Brasileiro de Segurança Pública de 2023 registrou importantes indicadores de incidência de criminalidade nos Municípios da Amazônia Legal e foram analisados a partir dos dados de 2022, relatando a situação gravíssima desses municípios que possuem Taxa de Mortes Violentas Intencionais (TMVI) com 54% superior ao resto do país.

Outra constatação dos problemas relacionados à Segurança Pública nos Município da Amazônia Legal no ranking das 50 cidades mais violentas do país com população acima de 100 mil habitantes, das quais 15 (ou 30%) são cidades amazônicas, em especial as capitais de Macapá/AP em 8º, Manaus/AM em 23º e Porto Velho/RO em 47º, evidenciando-se a situação de insegurança pública inclusive em cidades de grande importância na região.

Quando se considera as estatísticas de TMVI, medida por 100 mil habitantes, para o território das Unidades da Federação, também ocorrem destaques para todos os Estados da região da Amazônia Legal, que apresentam esse indicador acima da nacional de TMVI de 23,3 destacando o AP com 50,6 (mais que o dobro); seguido do AM (38,8), PA (36,9), RO (34,3), TO (30,5), RR (30,5), MT (29,3), MA (28,0) e AC (28,6).

Mapa 2 – IPS Amazônia 2023 nos municípios da Amazônia



Fonte: Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira – IPS Amazônia 2023

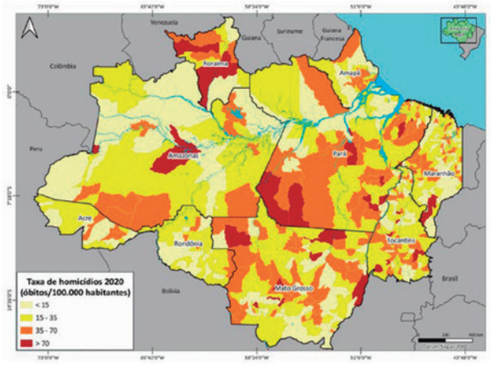
Quadro 01 – Pontuações dos 20 municípios brasileiros com os melhores e piores desempenhos no IPS Brasil 2024

20 MUNICÍPIOS COM MELHORES PONTUAÇÕES NO IPS BRASIL 2024		
Município	UF	Pontuação
Gavião Peixoto	SP	74,49
Brasília	DF	71,25
São Carlos	SP	70,96
Goiânia	GO	70,49
Nuporanga	SP	70,47
Indaiatuba	SP	70,47
Gabriel Monteiro	SP	70,42
Águas de São Pedro	SP	70,37
Jaguariúna	SP	70,29
Araraquara	SP	70,22
Presidente Lucena	RS	70,14
Luzerna	SC	70,09
Pompeia	SP	70,06
São Caetano do Sul	SP	70,02
Maringá	PR	69,96
Piracicaba	SP	69,95
Nova Lima	MG	69,89
Campinas	SP	69,88
Caxambu	MG	69,69
Vinhedo	SP	69,65

20 MUNICÍPIOS COM PIORES PONTUAÇÕES NO IPS BRASIL 2024		
Município	UF	Pontuação
Uiramutã	RR	37,63
Alto Alegre	RR	38,38
Trairão	PA	38,69
Bannach	PA	38,89
Jacareacanga	PA	38,92
Cumaru do Norte	PA	40,64
Pacajá	PA	40,70
Uruará	PA	41,26
Portel	PA	42,23
Bonfim	RR	42,27
Anapu	PA	42,30
Oiapoque	AP	42,46
Pauini	AM	42,63
Nova Nazaré	MT	42,78
São Félix de Balsas	MA	43,05
Feijó	AC	43,11
Amajari	RR	43,38
Pracuúba	AP	43,50
Gaúcha do Norte	MT	43,53
Santa Rosa do Purus	AC	43,78

Fonte: IPS-Brasil, 2024 (disponível em: https://ipsbrasil.org.br).

Mapa 3 – Taxa de homicídios (óbitos por 100 mil habitantes) nos municípios da Amazônia em 2020



Fonte: Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira – IPS Amazônia 2023

3.5. Aumento da população residente e da urbanização na Amazônia (Tendência)

A dinâmica populacional na Amazônia segue, em certa medida, a tendência demográfica das principais variáveis agregadas para o Brasil, entretanto em ritmo e perfil diferenciado, tanto no recorte geográfico regional, considerando o agregado da Amazônia Legal, quanto aos Estados que a compõem per se, corroborando as observações das várias "*Amazônias*" presentes na região, cada uma delas com especificidades que resultam em grandes desigualdades inter e intrarregionais e que devem ser consideradas pelos *policy makers* para a elaboração de política pública para a Amazônia.

Por exemplo, observa-se na Tabela 05 a redução da proporção da população rural frente a população residente total no Brasil, saindo de 44,1% (1970) para 15,6% (2010) representando uma variação de 28,43 p.p. nos 40 anos do período, e de forma complementar seria 84,4% de população urbana, enquanto na Amazônia ocorre o mesmo fenômeno com maior intensidade, embora inicia-se o período com base aumentada com 62,6% (1970) e ao término com 28,2% (2010) resultando em decréscimo da razão população rural/total em 34,45% e 78,1% de população urbana.

Verifica-se na Tabela 05 que todos os Estados que compõem a Amazônia Legal passaram pela redução da proporção da população rural no total dos residentes, partindo de 1970 com níveis entre 45,4% (AP) e 74,8% (MA), exclusive de MT e TO (vide Notas), finalizando o período em 2010 entre 10,2% (AP), única UF abaixo da média do Brasil, e 36,9% (MA), obtendo também a maior variação de -37,93 p.p.

Outro importante indicador é a Taxa Geométrica de Crescimento Anual apresentada na Tabela 06 onde o Brasil registra uma taxa anual negativa de -0,8% (1970-2010) para a população rural, e taxas positivas para a população urbana e total, 2,9% e 1,8%, respectivamente. Enquanto no Brasil a população rural foi sendo reduzida de aproximadamente 41 milhões (1970) para 30 milhões (2010), a Amazônia mantinha taxa positiva no agregado (0,8%) e em todos as UFs, exceto em TO com taxa negativa de 1,5% a.a., com destaque para as maiores taxas de crescimento da população rural, acima de 1%, nos Estado do PA (1,9%), RO (5,3%) e RR (3,8%) ficando a menor taxa no MA (0,2%).

A Tabela 06 registra que, ao contrário da taxa negativa da população rural para o Brasil, a população urbana obteve

Tabela 5 – Proporção de População Rural na População Residente Total e variação - Brasil, Amazônia Legal (agregado) e UFs da Amazônia Legal (1970-2010, % e p.p.)

Brasil e Ufs da Amazônia Legal	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010	Variação (p.p.)
Brasil	**44,10%**	**32,40%**	**24,40%**	**21,60%**	**18,80%**	**15,60%**	**15,60%**	**-28,43**
Amazônia legal	62,60%	55,10%	44,80%	38,90%	31,80%	28,70%	28,20%	-34,45
Acre	72,40%	56,20%	38,10%	34,80%	33,50%	29,10%	27,40%	-44,95
Amazonas	57,50%	40,10%	28,60%	26,10%	25,10%	22,50%	20,90%	-36,57
Amapá	45,40%	40,80%	19,10%	12,90%	10,50%	10,20%	10,20%	-35,14
Maranhão	74,80%	68,60%	60,00%	48,10%	40,60%	38,60%	36,90%	-37,93
Mato Grosso (*)	n.d.	42,50%	26,70%	24,20%	20,60%	19,20%	18,20%	-24,29
Pará	52,90%	51,00%	47,50%	46,50%	33,50%	29,10%	31,50%	-21,38
Rondônia	46,30%	53,50%	41,80%	38,00%	35,90%	31,10%	26,30%	-19,99
Roraima	57,00%	38,40%	35,30%	29,50%	23,60%	22,40%	23,20%	-33,78
Tocantins (**)	n.d.	n.d.	42,30%	29,30%	25,40%	22,50%	21,20%	-21,11

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados dos Censos Demográficos (1970, 1980, 1991, 2000 e 2010) e da Contagem da População (1996 e 2007) no IBGE, e IPEA - disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/ acessado em 19/09/2024.

(*) exclusive 1970 posto que Mato Grosso incorporava o território atualmente do Mato Grosso do Sul que foi criado em 11/10/1977, por meio da Lei Complementar nº 31/1977 ocorrendo o desmembramento partir de 01/01/1979.

(**) exclusive 1970 e 1980 posto que Tocantins foi criado apenas em 05/10/1988 na Constituição Federal do Brasil.

Tabela 6 – Taxa Geométrica de Crescimento Anual - Brasil, Amazônia Legal (agregado) e UFs da Amazônia Legal (1970-2010)

Brasil e Ufs da Amazônia Legal	Rural	Urbana	Total
Brasil	**-0,80%**	**2,90%**	**1,80%**
Amazônia legal	0,80%	4,60%	2,90%
Acre	0,60%	5,60%	3,10%
Amazonas	0,70%	4,90%	3,30%
Amapá	0,70%	5,80%	4,50%
Maranhão	0,20%	4,40%	2,00%
Mato Grosso (*)	0,40%	3,30%	1,60%
Pará	1,90%	4,10%	3,20%
Rondônia	5,30%	7,70%	6,80%
Roraima	3,80%	7,70%	6,20%
Tocantins (**)	-1,50%	3,90%	2,20%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados dos Censos Demográficos (1970, 1980, 1991, 2000 e 2010) e da Contagem da População (1996 e 2007) no IBGE, e IPEA - disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/ acessado em 19/09/2024.

(*) exclusive 1970 posto que Mato Grosso incorporava o território que atualmente seria o Estado do Mato Grosso do Sul, que foi criado apenas em 11/10/1977, por meio da Lei Complementar nº 31/1977 ocorrendo o desmembramento a partir de 01/01/1979.

(**) exclusive 1970 e 1980 posto que Tocantins foi criado apenas em 05/10/1988 na Constituição Federal do Brasil.

uma taxa considerável de crescimento de 2,9% no período de 40 anos e a Amazônia com taxas mais alavancadas de 4,6% no agregado, sendo as maiores de 7,7% em RO e RR, e 5,8% no AP e 5,6% no AC. O Brasil registrou taxa de crescimento de 1,8% para a população residente total e a Amazônia ficou com 2,9% e todos os Estados da região superaram a média brasileira com exceção do MT que marcou 1,6%, seguidos de MA (2,0%) e TO (2,2%) sendo destaques de maiores taxas RO (6,8%), RR (6,2%) e AP (4,5%) complementando de forma decrescente AM (33%), PA (3,2%) e AC (3,1%)

3.6. Manutenção da base etária ampliada e das razões de dependência da população da Amazônia (Tendência)

O perfil demográfico do Brasil e do agregado da Amazônia Legal, embora guardem relação na evolução temporal, possuem diferenciais quanto à composição por faixa etária de suas populações. A Tabela 08 sintetiza as informações do Censo Demográfico/IBGE de 2022 em que aponta a população total no Brasil de cerca de 203 milhões de residentes, sendo 104,5 (51,48%) milhões são mulheres e 98,5(48,52%) milhões são homens, enquanto a população da Amazônia chegou a mais de 27,7 milhões, ou seja, 13,6% da população brasileira vivem nos Estados da Amazônia Legal, e destes 13,9 (50,2%) milhões são mulheres e 13,8 (49,8%) milhões são homens.

Tabela 7 – Razões de Dependência (Jovens, Idosos e Total) – Brasil e Amazônia Legal (2022,%)

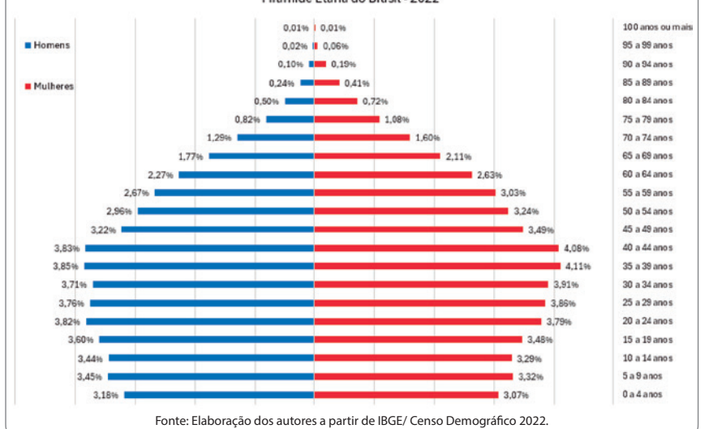
Faixa Etária	BRASIL			AMAZÔNIA LEGAL		
	Mulheres	Homens	Total	Mulheres	Homens	Total
0 a 14 anos	19.663.544	20.465.717	40.129.261	3.355.807	3.490.509	6.846.316
15 a 64 anos	72.335.599	68.446.795	140.782.394	9.522.617	9.360.291	18.882.908
65+ anos	12.549.182	9.619.101	22.169.101	1.078.025	982.983	2.061.008
Totais	104.548.325	98.532.431	203.080.756	13.956.449	13.833.783	27.790.232
Razão de Dependência Jovens (RDJ)			28,5%			36,3%
Razão de Dependência Idoso (RDI)			15,7%			10,9%
Razão de Dependência Total (RDT)			44,3%			47,2%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de IBGE/ Censo Demográfico 2022.
Nota: Inclui todos os municípios do Maranhão, não só os amazônicos.

Ainda na Tabela 07 são apresentados as Razões de Dependência de Jovens (RDJ), Idosos (RDI), e Total (RDT) que pressupõem que jovens de 0 a 14 anos e idosos acima dos 65 anos são dependentes economicamente das populações na faixa etária de 15 a 64 anos quando estão na idade considerada ativa na produção econômica. No Brasil a RDJ de 28,5% encontra-se menor que o RDJ de 36,3% na Amazônia indicando que nessa região a ocorrência da faixa etária de jovens ainda é bem representativa, ocorrendo o inverso quanto ao RDI, posto que no Brasil avança para 15,7% e na Amazônia está em 10,9%, retratando a tendência de envelhecimento da população brasileira em geral com taxa menos aceleradas na Amazônia. Em relação ao RDT o Brasil encontra-se com percentual de 44,3% e na Amazônia essa proporção é maior registrando 47,2%, o que indica que o Brasil já se encontra relativamente no estágio de bônus demográfico e na Amazônia representa a possibilidade de aproveitamento desse momento no futuro que se avizinha.

As relações demográficas acima podem ser melhor entendidas por meio dos Gráficos 01 e 02 que trazem as Pirâmides Etárias do Brasil e dos Estados da Amazônia Legal para o ano 2022, onde se observa no primeiro o estreitamento da sua base com

Gráfico 01 – Pirâmide Etária do Brasil, 2022

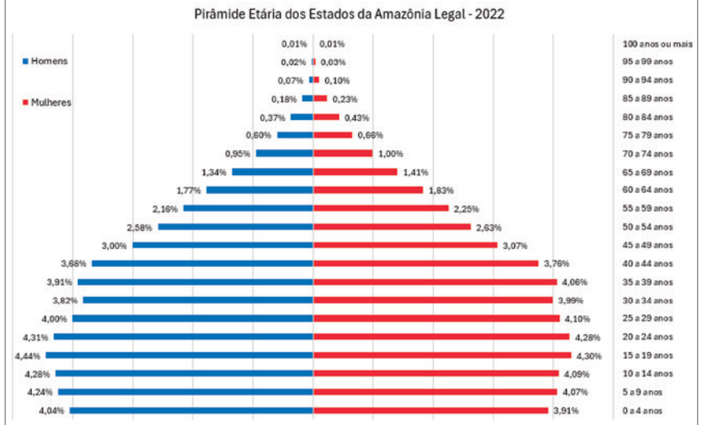


Fonte: Elaboração dos autores a partir de IBGE/ Censo Demográfico 2022.
Nota: Inclui todos os municípios do Maranhão, não só os amazônicos.

cerca de 40,1 milhões de residentes na faixa de 0 a 14 anos; 140,7 milhões entre 15 e 64 anos e 22,1 milhões com idade acima dos 65 anos; e, no segundo com a base etária alargada com 6,8 milhões de jovens; 18,8 milhões de pessoas na idade economicamente ativa e 2 milhões de idosos.

Desta forma, as sementes de tendências de intensificação da urbanização e a manutenção da pirâmide etária de base ampliada na Amazônia podem ser justificada, enquanto que a redução da densidade demográfica populacional do interior da região não foi observada em toda região, posto que as Taxas Geométricas de Crescimento Anual ainda são positivas, exceto para o Estado de Tocantins que obteve uma TGCA rural de -1,5% conforme Tabela 6, indicando decrescimento da população rural no período 1991-2022 e, consequentemente, da densidade demográfica daquela população no Estado (considerando a área rural constante).

Gráfico 02 – Pirâmide Etária dos Estados da Amazônia Legal, 2022



Fonte: Elaboração dos autores a partir de IBGE/ Censo Demográfico 2022.
Nota: Inclui todos os municípios do Maranhão, não só os amazônicos.

3.7. Manutenção da taxa de analfabetismo funcional na Amazônia Legal (Incerteza)

Na análise da situação atual de analfabetismo funcional na Amazônia Legal foram utilizados os dados referentes às taxas de analfabetismo e de população residente do IBGE – Censo Demográfico de 2022 tendo sido calculado, preliminarmente, a população em situação de analfabetismo no Brasil e nas UFs que compõem a Amazônia Legal e, desta forma, obter os valores das taxas de analfabetismo da região pela razão da totalização dessa população sobre a população total residente na região.

Foram consideradas pessoas em situação de analfabetismo funcional, àquelas com idade de 15 anos ou mais, categorizadas por cor ou raça (Branca, Preta, Amarela, Parda e Indígena), que não sabem ler e escrever um recado ou bilhete simples no idioma que conhecem.

Na Tabela 8 registra-se as elevadas taxas de analfabetismo ainda existentes no Brasil e na Amazônia Legal, com taxas totais de 7,0% e 9,5%, respectivamente. Quando se verifica essas taxas anuais para os grupos identificados por cor ou raça, se expõe uma das graves desigualdades persistentes na sociedade brasileira em que a situação dos grupos de cor ou raça indígena (16,1% e 18,7%), preta (10,1% e

Tabela 8 – Taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais de idade, por cor ou raça e grupo de idade (*) Brasil, Amazônia Legal e UFs que a compõem (2022, %)

	Total	Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena
Brasil	7,0%	4,3%	10,1%	2,5%	8,8%	16,1%
Amazônia Legal (*)	9,5%	6,9%	13,5%	5,0%	9,5%	18,7%
Rondônia	6,5%	5,3%	9,8%	3,5%	6,4%	13,3%
Acre	12,1%	9,3%	16,5%	9,6%	11,9%	24,2%
Amazonas	6,9%	4,9%	9,9%	3,1%	6,2%	17,4%
Roraima	6,9%	3,7%	8,2%	4,8%	4,9%	22,3%
Pará	8,8%	6,6%	11,7%	4,5%	8,8%	16,7%
Amapá	6,5%	4,8%	7,8%	4,1%	6,7%	10,0%
Tocantins	9,1%	6,5%	13,8%	6,0%	8,8%	15,5%
Maranhão	15,1%	11,6%	19,3%	11,6%	15,1%	27,7%
Mato Grosso	5,8%	4,0%	8,8%	2,3%	6,1%	16,1%

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE - Censo Demográfico 2022
Notas:

(*) A taxa de analfabetismo da Amazônia Legal foi calculada com a razão dos valores de população na condição de analfabetismo, com idade de 15 anos ou mais, e a população residente na região. A população na condição de analfabetismo de cada UF foi calculada a partir da aplicação da taxa de analfabetismo sobre a população residente de cada Estado.
1 - Dados do Universo.
2 - No Censo Demográfico 2022, definiu-se como indígena a pessoa residente em localidades indígenas que se declarou indígena pelo quesito de cor ou raça ou pelo quesito se considera indígena; ou a pessoa residente fora das localidades indígenas que se declarou indígena no quesito de cor ou raça. Por essa razão, o total de pessoas indígenas é superior ou igual ao total de pessoas de cor ou raça declarada indígena, nos diferentes recortes.
3 - No Censo Demográfico 2022, foram consideradas localidades indígenas aquelas que compõem o conjunto das Terras Indígenas, dos agrupamentos indígenas e das demais áreas de conhecida ou potencial ocupação indígena. Para mais detalhes, consultar a documentação metodológica.
4 - No Censo Demográfico 2022, foram consideradas as Terras Indígenas declaradas, homologadas, regularizadas ou encaminhadas como Reservas Indígenas até 31 de julho de 2022, data de referência da pesquisa, conforme os dados da Fundação Nacional dos Povos Indígenas – FUNAI. Para mais informações, consultar a documentação metodológica.
5 - A categoria Total de cor ou raça inclui os ignorados omitidos na tabela.

13,5%) e parda (8,8% e 9,5%) apresentam as maiores taxas de analfabetismo com diferenças de até 9,1 p.p. e 9.2 p.p. em relação aos Totais, para o Brasil e o agregado dos Estados da Amazônia Legal.

Para identificar se a taxa de analfabetismo possui alguma tendência, seja de aumento, seja de redução, foram necessários investigar os dados em curto período temporal utilizando-se das informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Anual – Contínua (PNAD-C) publicados pelo IBGE, disponíveis para os anos de 2016-2019 e 2022-2023, aplicando-se o Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA).

A Tabela 9 traz o resultado da TGCA de analfabetismo com as categorias por cor ou raça Branca e Preta ou Parda, sendo que na taxa "Total" incluem-se pessoas que se declaram de cor ou raça Indígena, Amarela e sem declaração. Verifica-se pelos dados da PNAD-C que ocorreu no período recente uma redução da taxa de analfabetismo no agregado total dos Estados da Amazônia Legal (-3,1%) e nas categorias de cor ou raça Branca (-3,2%) e Preta ou Parda (3,1%), de forma pouco mais intensa que no Brasil (-2,7%) com diminuição nos grupos Branca (-2,3%) e Preta ou Parda (-3,1%). A redução da taxa de analfabetismo foi generalizada para a região, exceto no AP que ao contrário do movimento de queda teve um aumento significativo da TGCA com crescimento de 4,4% no indicador total e 3,7% e 4,4%, para os grupos Branca e Preta ou Parda, respectivamente.

As maiores queda da TGCA foram de RR (-5,1%), e depois MA (-3,6%) e MT (-3,6%), AM (-3,0%) e AC (-2,9%) que superaram o resultado Brasil (-2,7%), enquanto, PA (-2,4%) e TO (-2,4%) mantiveram-se com redução menos expressivas.

Tabela 9 – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da incidência de analfabetismo, total e por cor ou raça, Brasil, Amazônia Legal e UFs (2016-2023)

	Total	Branca	Preta ou Parda
Brasil	**-2,7%**	**-2,3%**	**-3,1%**
Amazônia Legal (*)	**-3,1%**	**-3,2%**	**-3,1%**
Rondônia	-1,4%	-2,1%	-1,5%
Acre	-2,9%	-5,4%	-2,5%
Amazonas	-3,0%	-2,2%	-3,7%
Roraima	-5,1%	-1,3%	-4,2%
Pará	-2,4%	-2,5%	-2,5%
Amapá	4,4%	3,7%	4,4%
Tocantins	-2,4%	-4,8%	-2,1%
Maranhão	-3,6%	-2,6%	-3,8%
Mato Grosso	-3,6%	-4,3%	-3,4%

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE -Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - 2º trimestre

(*) A categoria Total para "Cor ou raça" inclui as pessoas que se declaram indígenas, amarelas ou sem declaração.

Taxa de analfabetismo é a razão entre o número de pessoas de determinada faixa etária que não sabem ler e escrever um recado ou bilhete simples no idioma que conhecem e o total de pessoas dessa mesma faixa etária.

A partir de 01 de agosto de 2022, as estimativas deste tema passaram a ser divulgadas com base no novo método de ponderação da pesquisa, conforme a Nota Técnica 03/2021 – IBGE. Consequentemente, a série histórica dos indicadores foi atualizada.

A semente proposta como tendência só foi observada para o Estado do Maranhão que teve suas taxas de analfabetismo crescentes no período de 2016 a 2022, sendo tal situação confirmada pelo "retrato" do Censo Demográfico de 2022. Entretanto, a situação exposta para os demais Estados da região, não é menos grave pois a realidade regional se apresenta ainda com elevados níveis de analfabetismo e com expressivo diferencial entre os resultados quando categorizados por cor ou raça, expondo mais uma "face" da desigualdade social no Brasil e, em especial, nas terras amazônicas.

3.8. Manutenção da taxa de Crescimento Econômico na Amazônia Legal (Incerteza)

Na região amazônica, a produção mercantil e não mercantil possui perfis bastantes diversificados no território, que passa pela agricultura de subsistência, pesca artesanal e pelo extrativismo de "drogas do sertão" (como eram denominadas as "especiarias" retiradas da Floresta Amazônia e que foram muito demandadas pelos europeus entre os séc. XVII e XVIII, causando cobiça de portugueses, espanhois, ingleses, franceses e holandeses, que disputaram a posse das terras da região), até a produção em escala de produtos da agropecuária e das indústrias extrativas mineral e de transformação de bens e de capital com emprego de tecnologia de ponta.

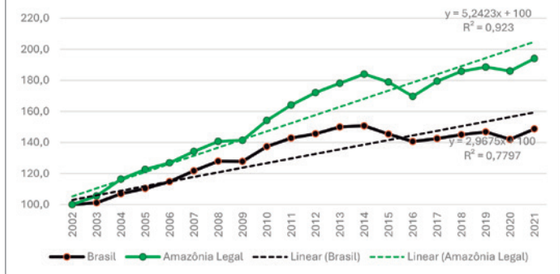
A mensuração do Produto Interno Bruto (PIB) dos que compõem a Amazônia Legal, publicado pelo IBGE nas Contas Regionais do Brasil, apontam para tendência de crescimento econômico quando considerada agregação para a região e a comparação com a evolução do PIB no Brasil. O Gráfico 03 registra o comportamento tendencial do PIB do agregado da Amazônia Legal e do Brasil em termos de número-índice considerando a série temporal encadeada da variação do volume do PIB no período de 2002 a 2021 (ano 2002 = 100 número-índice).

Pode-se observar no Gráfico 03 que a curvas temporais traçadas para o Brasil e para a Amazônia Legal possuem comportamento semelhantes quanto a evolução perante os ciclos de crescimento econômico nacional (2002-2008 e 2010-2014) e os períodos de crises externas, como a Crise Internacional do *subprime* em 2008-2009 e a Pandemia do *Covid-19* (2019-2021); e, a crise interna referente à Crise Político-Econômica de 2014-2016;

estes últimos somados produzem reflexos ainda na atualidade, e após 10 anos sem registrar recuperação econômica aos níveis pré-2015. Entretanto, nota-se que a região tem respondido com uma taxa de variação positiva mais acentuada que a taxa nacional, correspondendo a inclinação da curva de tendência por regressão linear simples, a cerca de 76% (coeficiente α1 / α2 = 5,2423 / 2,9675) maior que a trajetória média brasileira.

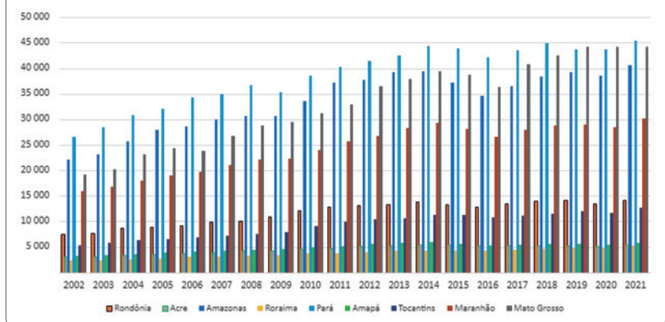
O Gráfico 04 traz o detalhamento da evolução do PIB dos Estados que compõem o agregado da Amazônia Legal, no período 2002-2021 e considerando os preços constantes de 2002. Ressalta-se que é possível notar a heterogeneidade do crescimento econômico entre as UFs da Amazônia que marca também a forte desigualdade intrarregional nessa variável. Em 2002, PA e AM apresentam-se destacados com PIB acima dos R$ 26,0 e dos R$ 22,0 bilhões, e em 2021 estão com mais de R$ 45 e R$ 40 bilhões, respectivamente, enquanto o MT encontrava-se abaixo dos R$ 20,0 bilhões (2002) e chegou a mais de R$ 44 bilhões, ou seja, pouco abaixo do PA, tendo ultrapassado o AM em 2014 e se mantendo em 2º. lugar em PIB na região com demonstração de elevada taxa de crescimento econômico pós crise de 2015. Destaca-se também no Gráfico 04 a evolução de MA saindo de quase R$ 16,0 bilhões (2002) para mais de R$ 30,0 bilhões (2021) e TO de R$ 5,0 bilhões (2002) para R$ 12,0 bilhões (2021).

Gráfico 03 – Evolução e tendência da variação encadeada do Volume do PIB do Brasil e agregado da Amazônia Legal, 2002-2021(número-índice 100=2002)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE: Contas Regionais do Brasil, 2022-2021.

Gráfico 04 – Evolução do PIB das UFs que compõem a Amazônia Legal, 2002-2021(a preços constantes de 2002, em bilhões R$)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE: Contas Regionais do Brasil, 2022-2021.

Tabela 10 – Produto Interno Bruto (valores constantes a preço de 2002) Brasil, agregado Amazônia Legal e Unidades da Federação – 2002-2021)

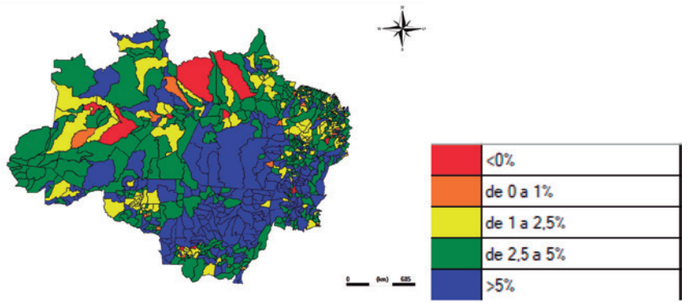
	Produto Interno Bruto (1 000 000 R$)		Partic. (%) da Amazônia Legal e das UF no PIB do Brasil		Partic. (%) das UF no PIB da Amazônia Legal		Variação (p.p.) da Partic. no PIB		TGCA 2002-2021 (% a.a.)
	2002	2021	2002	2021	2002	2021	BR	AMZL	2002-2021
Brasil	1 488 787	2 214 472	100%	100%	---	---	---	---	2,11%
Amazônia Legal (*)	105 017	203 768	7,05%	9,20%	100%	100%	2,15	---	3,55%
Rondônia	7 468	14 119	0,50%	0,64%	7,11%	6,93%	0,14	-0,18	3,41%
Acre	2 971	5 425	0,20%	0,24%	2,83%	2,66%	0,05	-0,17	3,22%
Amazonas	22 093	40 676	1,48%	1,84%	21,04%	19,96%	0,35	-1,08	3,26%
Roraima	2 392	5 193	0,16%	0,23%	2,28%	2,55%	0,07	0,27	4,16%
Pará	26 482	45 466	1,78%	2,05%	25,22%	22,31%	0,27	-2,9	2,89%
Amapá	3 173	5 754	0,21%	0,26%	3,02%	2,82%	0,05	-0,2	3,18%
Tocantins	5 323	12 705	0,36%	0,57%	5,07%	6,24%	0,22	1,17	4,69%
Maranhão	15 924	30 146	1,07%	1,36%	15,16%	14,79%	0,29	-0,37	3,42%
Mato Grosso	19 191	44 284	1,29%	2,00%	18,27%	21,73%	0,71	3,46	4,50%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados das Contas Regionais do Brasil - IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA. Nota: (*) PIB do agregado Amazônia Legal calculado pelo somatório do PIB (a preços constantes de 2002) das UFs que compõem a região estimado pela Série encadeada do Volume do PIB para o Brasil e as UFs (Números-Índices).

A Tabela 10 corrobora com as informações do Gráfico 04 trazendo a síntese da evolução dos valores dos PIBs do Brasil, do agregado da Amazônia Legal e da UFs que a compõe, a preços constantes de 2002. Considerando os anos inicial e final do período disponível, foi observado que houve o crescimento da participação da Amazônia no resultado do PIB do Brasil, saindo de 7,05% para 9,20% (+2,15 p.p.) refletindo o aumento da participação de todas as UFs.

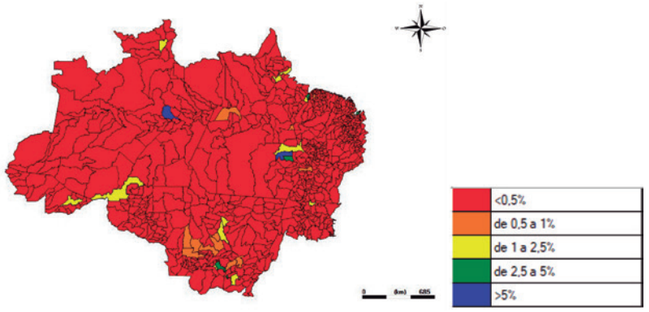
Conforme a Tabela 10, o Estado do PA aumentou sua participação no PIB brasileiro de 1,78% (2002) para 2,05% (2021), mantendo assim sua posição de maior contribuição para o PIB brasileiros dentre as UFs do agregado da Amazônia Legal, entretanto quando se verifica essa proporção frente ao PIB da Amazônia, tem queda de sua participação em -2,90 p.p., de 25,22% para 22,31%. Essa situação se repete para a maioria dos Estados que aumentaram sua parcela no PIB do Brasil, mas tiveram reduções no PIB regional, sendo exceções MT cresce 0,71 p.p. (de 1,29% para 2,00%) e 3,46 p.p. (de 18,27% para 21,73%); TO com 0,22 p.p. (de 0,36% para 0,57%) e 1,17 p.p. (de 5,07% para 6,24%); e, RR com 0,07 p.p. (de 0,16% para 0,23%) e 0,27 p.p. (de 2,28% para 2,55%).

Cartograma 3 – Distribuição espacial da taxa de crescimento anual do PIB dos Municípios na Amazônia Legal, 2021



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE: Sistema de Contas Regionais, com aplicação do software IpeaGeo 2.1.

Cartograma 4 – Distribuição espacial da participação no PIB da Amazônia Legal, 2021



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE: Sistema de Contas Regionais, com aplicação do software IpeaGeo 2.1.

Na análise da taxa crescimento anual (TGCA) no período de 2002 a 2021, o agregado da Amazônia Legal registrou crescimento anual de 3,55%, bem acima dos 2,11% da taxa do Brasil, puxado pela evolução anual do PIB do TO (4,69%), MT (4,50%) e RR (4,16%) que ficaram acima da média da região, seguidos do MA (3,42%), RO (3,41%), AM (3,26%), AC (3,22%), AP (3,18%) e PA (2,89%).

O Cartograma 3 apresenta a distribuição espacial da taxa de crescimento anual do PIB dos municípios na região da Amazônia Legal com a maioria dos municípios com taxas nas faixas de 2,5% a 5% ou maior que 5% ao ano.

Entretanto, quando se observa a distribuição espacial da participação do PIB dos municípios no PIB do agregado da Amazônia Legal no ano de 2021, se tem o contraponto que demonstra que a produção na região é extremamente concentrada em apenas poucos municípios com a maioria absoluta participando com menos de 0,5% da produção total regional, conforme se verifica no Cartograma 04.

3.9. Manutenção da especialização produtiva de commodities e na atividade da Administração Pública na Amazônia Legal (Incerteza Crítica)

Nota-se na Tabela 11, que traz os valores calculados para o Quociente Locacional Simétrico (QLS) do agregado da Amazônia Legal, que a região tem demonstrado especialização, nos setores de Agropecuária, incluindo as atividades de Agricultura, Pecuária e Produção florestal, pesca e aquicultura; na Indústria Extrativa; e na Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social em todo o período de 2010 a 2021. De 2012 a 2021, a atividade de Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação; de 2010 a 2020 a atividade de Construção; de 2010 a 2019 a atividade de Comércio; também Alojamento e alimentação em 2010,2012, 2018 e 2021; e, Atividades Imobiliárias em 2010 tiveram os seus indicadores de QLS acima de 1.

Pelo exposto na Tabela 11, a região tem sido, basicamente, fornecedora de commodities de produtos da agropecuária e minerais e de produção de energia, além de serviços da Administração Pública, com baixo QLS da Indústria de Transformação e dos Serviços, mesmo a despeito da relevante produção do Polo Industrial de Manaus (PIM).

Tabela 11 – Quociente Locacional Simétrico (QLS*), agregado dos Estados da Amazônia Legal (2010-2021)

Atividades econômicas	Participação no valor adicionado bruto (%)											
Estados da Amazônia Legal (agregado)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Agropecuária	**0,36**	**0,40**	**0,44**	**0,43**	**0,43**	**0,43**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**0,38**	**0,42**
Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós-colheita	0,32	0,35	0,43	0,43	0,42	0,41	0,38	0,38	0,37	0,39	0,39	0,42
Pecuária, inclusive apoio à Pecuária	0,43	0,44	0,44	0,40	0,40	0,43	0,42	0,41	0,42	0,40	0,35	0,38
Produção florestal, pesca e aquicultura	0,39	0,53	0,50	0,52	0,53	0,55	0,50	0,50	0,47	0,49	0,40	0,46
Indústria	**0,00**	**0,02**	**-0,02**	**0,01**	**-0,02**	**0,00**	**0,00**	**0,03**	**0,02**	**0,04**	**0,09**	**0,03**
Indústrias extrativas	0,32	0,29	0,18	0,21	0,05	0,16	0,45	0,44	0,21	0,36	0,52	0,33
Indústrias de transformação	-0,15	-0,16	-0,19	-0,17	-0,16	-0,14	-0,14	-0,18	-0,17	-0,18	-0,17	-0,24
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	-0,06	-0,02	0,04	0,12	0,10	0,14	0,15	0,29	0,32	0,26	0,20	0,22
Construção	0,09	0,09	0,08	0,08	0,12	0,11	0,03	0,04	0,03	0,04	0,01	-0,01
Serviços	**-0,04**	**-0,06**	**-0,05**	**-0,06**	**-0,05**	**-0,06**	**-0,05**	**-0,06**	**-0,05**	**-0,06**	**-0,10**	**-0,10**
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	0,05	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,00	-0,01
Transporte, armazenagem e correio	-0,11	-0,08	-0,11	-0,12	-0,11	-0,12	-0,07	-0,10	-0,11	-0,11	-0,14	-0,17
Alojamento e alimentação	0,01	-0,01	0,06	-0,03	-0,05	-0,04	-0,03	-0,01	0,02	-0,04	-0,03	0,01
Informação e comunicação	-0,48	-0,51	-0,53	-0,54	-0,46	-0,46	-0,48	-0,48	-0,50	-0,51	-0,54	-0,57
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	-0,55	-0,55	-0,53	-0,51	-0,47	-0,47	-0,49	-0,47	-0,44	-0,43	-0,47	-0,44
Atividades imobiliárias	0,02	-0,02	-0,05	-0,05	-0,04	-0,04	-0,04	-0,06	-0,04	-0,08	-0,12	-0,15
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	-0,32	-0,32	-0,30	-0,33	-0,29	-0,33	-0,37	-0,34	-0,32	-0,33	-0,39	-0,38
Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social	0,16	0,15	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,13	0,12
Educação e saúde privadas	-0,27	-0,28	-0,26	-0,30	-0,27	-0,27	-0,26	-0,27	-0,29	-0,29	-0,33	-0,34
Artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços	-0,17	-0,20	-0,18	-0,19	-0,15	-0,14	-0,17	-0,19	-0,19	-0,18	-0,20	-0,19
Serviços domésticos	-0,01	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,07	-0,07	-0,05	-0,07	-0,05

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE/ Contas Regionais. Nota: Inclui todos os municípios do Estado do Maranhão, não só os amazônicos.
* O indicador QLS compara a participação percentual de um setor específico em uma região com a participação da mesma região no total do emprego da economia nacional, de tal forma que sendo o resultado QLS>1 a região é relativamente mais importante, no contexto nacional, em termos do setor do que em termos gerais de todos os setores (Economia Regional e Urbana – SE314 – Prof. Alexandre Porsse e Prof. Vinícius Vale, disponível em: https://nedur.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2020/08/04-medidas-de localizacao-especializacao-e-concentracao.pdf).

3.10. Crescimento da defasagem entre demanda e oferta de mão de obra qualificada (Incerteza)

O confronto entre a demanda e a oferta de mão de obra qualificada não é trivial. Entretanto, neste estudo, como esforço para quantificar a relação oferta-demanda de mão de obra qualificada no Brasil e na Amazônia Legal, foi utilizado como uma proxy da tendência de demanda a participação de pessoas ocupadas com nível de instrução Superior Completo no total de 14 anos ou mais pessoas ocupadas.

Isso foi possível por meio dos dados da PNAD-C/IBGE que resultaram na Tabela 11 na qual registrou-se nos períodos de 2012-2019 e 2022-2023 o crescimento da parcela de pessoas ocupadas com nível Superior Completo no mercado de trabalho.

Conforme a Tabela 12, em 2012 o Brasil contava com 14% de pessoa ocupadas com instrução Superior Completa no mercado de trabalho evoluindo para 23% em 2023, enquanto o agregado das UFs da Amazônia Legal partiu de 9% (2012) para chegar a 19% de ocupados com esse mesmo nível de instrução.

Os Estados que tiveram menores proporções iniciais de ocupações com nível Superior Completo foram o MA (6%) e o PA (7%) em 2012 e com o mesmo valor de participação de 17% em 2023, permanecendo com os menores indicadores da região, enquanto os maiores indicadores ficaram com AP que registrou 13% em 2012 passando para significativos 31% em 2023, seguido de RR com patamar inicial mais alto de 16% (2012) até 24% (2023) e o AC de 13% (2012) a 23% (2023) igualando o resultado do Brasil. As demais UFs também tiveram crescimento da participação de ocupados com instrução Superior Completa, abaixo da média nacional, consignando em 2023, as seguintes marcas: TO (22%), MT (21%), AM (20%) e RO (18%).

A Tabela 12 também traz algumas estatísticas básicas de Média, Desvio-padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV), aplicados aos resultados das UFs (exceto Brasil e Amazônia Legal) com os quais se pode conferir a variação positiva da participação das pessoas ocupadas com nível Superior Completo no período estudado. Assim, verifica-se a Média dos indicadores variar de 11% para 21% com o DP mantido em torno de 3% a 4%, o que resulta em CVs reduzindo de 28% em 2012 a 14% em 2019 e subindo novamente no último ano pesquisado para 20%, mas ainda assim abaixo do marco inicial. Desta forma, a hipótese aventada de uma tendência de demanda por mão de obra qualificada pode ser, em alguma medida, evidenciada pela convergência do CV para o agregado da Amazônia Legal, mesmo que não peremptório devido ao tamanho da série temporal observada.

O Cartograma 5 apresenta a distribuição espacial do Indicador de Emprego de Nível Superior (número de empregos por mil habitantes) calculado com os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) estratificado por município da Amazônia Legal nos anos de 2014 e 2023.

Tabela 12 – Participação de pessoas ocupadas com nível de instrução Superior Completo no total de pessoas de 14 anos ou mais de idade ocupadas na semana de referência – Brasil, Amazônia Legal e UFs (2012-2019 e 2022-2023, %)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2022	2023
Brasil	**14%**	**15%**	**16%**	**17%**	**18%**	**18%**	**20%**	**20%**	**22%**	**23%**
Amazônia Legal (*)	**9%**	**10%**	**10%**	**11%**	**12%**	**13%**	**15%**	**15%**	**18%**	**19%**
Rondônia	10%	10%	9%	11%	13%	12%	15%	15%	19%	18%
Acre	13%	12%	14%	15%	16%	16%	18%	20%	23%	23%
Amazonas	10%	11%	11%	13%	14%	16%	16%	17%	20%	20%
Roraima	16%	17%	15%	18%	20%	21%	22%	20%	21%	24%
Pará	7%	8%	9%	9%	10%	10%	13%	13%	15%	17%
Amapá	13%	15%	16%	17%	22%	20%	22%	19%	22%	31%
Tocantins	12%	13%	14%	13%	15%	18%	19%	19%	21%	22%
Maranhão	6%	8%	7%	8%	9%	11%	12%	13%	16%	17%
Mato Grosso	13%	14%	14%	13%	16%	17%	19%	18%	18%	21%
Média da UFs	**11%**	**12%**	**12%**	**13%**	**15%**	**16%**	**17%**	**17%**	**19%**	**21%**
Desvio-padrão da UFs	**3%**	**3%**	**3%**	**3%**	**4%**	**4%**	**4%**	**3%**	**3%**	**4%**
Coeficiente de Variação	**28%**	**26%**	**26%**	**26%**	**28%**	**24%**	**20%**	**17%**	**14%**	**20%**

Fonte: IBGE - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - 1ª visita

Notas:

(*) Cálculo para a Amazônia Legal realizado pela razão do total da população de nível de instrução Superior Completo sobre o total de 14 anos ou mais pessoas ocupadas, na semana de referência, nas UFs que compõem a região.

Até o 3º trimestre de 2015, as pessoas em licença remunerada na semana de referência da pesquisa e que estavam afastadas por período inferior a 4 meses eram classificadas como "ocupadas". Caso esse afastamento fosse igual ou superior a 4 meses, essas pessoas eram definidas como "fora da força de trabalho".

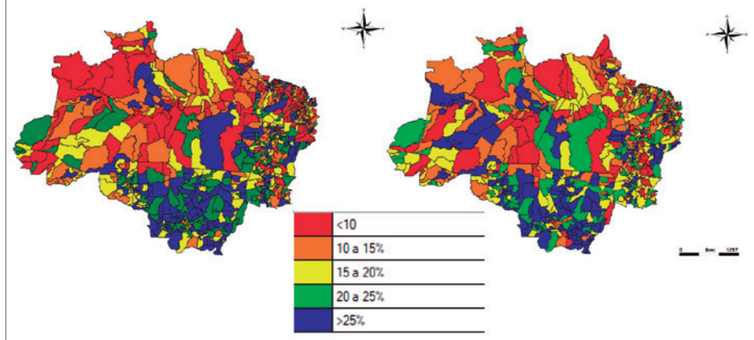
A partir do 4º trimestre de 2015, em acordo com as recomendações da 19ª Conferência Internacional de Estatísticos do Trabalho - CIET, da OIT, pessoas em licença remunerada, independentemente do tempo de afastamento, passaram a ser classificadas como "ocupadas".

Até o 3º trimestre de 2015, as pessoas que cursavam o ensino fundamental não seriado eram classificadas como "Sem instrução". A partir do 4º trimestre de 2015, as pessoas que cursavam o ensino fundamental não seriado foram classificadas como "Sem instrução" (se cursavam os anos iniciais) ou "Fundamental incompleto ou equivalente" (se cursavam os anos finais).

A partir de 22 de julho de 2022, essas estimativas passaram a ser divulgadas com base no novo método de ponderação da pesquisa, conforme a Nota Técnica 03/2021. Consequentemente, a série histórica deste indicador foi atualizada.

Pode-se verificar que em 2023 ocorre um maior "espalhamento" do indicador na região alterando alguns recortes de municípios que haviam registrados valores abaixo de 10% (vermelho) para a faixa de 10% a 15% (laranja), em especial no Norte e no Noroeste da região, embora tenha se mantido a concentração de indicadores nas faixas de 20% a 25% (verde) e acima de 25% (azul) no Sul e Sudeste, além de em algumas "ilhas" na parte central e capitais da Amazônia Legal.

Cartograma 5 – Indicador de Empregos de Nível Superior, 2014 - 2023 na Amazônia Legal



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Rais-Caged/Ministério do Trabalho e Previdência com aplicação do software IpeaGeo 2.1.

4. Conclusão

A Amazônia mantém, há séculos, um lugar permanente no imaginário coletivo global como a região em que mitos e realidades se misturam e provocam encantos, preocupações, cobiças, conflitos e desejos de domínio e de poder sobre essa grande área, onde convergem atividades humanas e recursos naturais incomensuráveis de populações e culturas, florestas e rios, ares e solos inexplorados em pleno séc. XXI.

Entretanto, apesar de representar parte expressiva da Bio, Geo e Sociodiversidade do planeta, a realidade socioeconômica e ambiental da população residente na região, tanto seja no meio urbano ou rural, quanto os povos indígenas amazônicos, que atualmente somam mais de 27 milhões de pessoas, sofrem com o baixo nível de desenvolvimento extensamente demonstrado pelos indicadores relacionados com a pobreza, o desenvolvimento humano, o progresso social, o analfabetismo, a violência e a criminalidade, a produção regional etc.

Ressalta-se ainda que o panorama apresentado expõe a dicotomia entre imagem mítica da Amazônia com suas riquezas inexploradas que contrastam com o quotidiano das populações com dificuldades na atenção às necessidades básicas de alimentação, moradia, transporte, trabalho, saneamento e segurança, com escassez de oportunidades e reduzido bem-estar social, passando pela vida com muitas privações sem desenvolver seus plenos potenciais.

Nesse sentido, o texto deste capítulo busca contribuir para subsidiar o planejamento de longo prazo baseado em cenários prospectivos, em que se espera, com políticas públicas adequadas e persistentes no tempo, considerando as especificidades de cada uma das "*Amazônias*" inseridas nesse território, que possa resultar em mudança significativa dos vários aspectos do Desenvolvimento da região.

5. Síntese das sementes de futuro levantadas

A proposta da elaboração de cenários prospectivos com a identificação das principais sementes do futuro para a Amazônia 2045 remete ao trabalho prévio realizado a partir da proposta do "*PROJETO AMAZÔNIA 2040: cenários prospectivos e agenda estratégica para o desenvolvimento*" que foi coordenado por um dos autores no âmbito da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) com a parceria do Projeto Cenário Brasil 2045.

O levantamento das sementes de futuro para a Amazônia com participação de diversos especialistas resultou no quantitativo de 28 Tendências, 79 Incertezas (35 Incertezas priorizadas e 44 Incertezas Levantadas) e 18 Rupturas, conforme enumerado abaixo:

TENDÊNCIAS LEVANTADAS:

1. Crescimento da defasagem entre demanda e oferta de mão de obra qualificada

2. Aumento da digitalização

3. Enfraquecimento das estruturas institucionais na fronteira e locais de difícil acesso com ampliação da percepção internacional das consequências

4. Desconexão das legislações federais em relação às demandas regionais

5. Aumento da escala econômica do turismo na região

6. Ampliação da perda da atratividade para investimento da Zona Franca de Manaus, em consequência da redução de incentivos fiscais

7. Crescimento da exclusão social da população do interior pela ampliação do uso das tecnologias digitais

8. Crescimento do analfabetismo funcional

9. Crescimento do investimento em energia renovável

10. Diminuição da densidade populacional do interior

11. Diminuição da umidade das florestas na terra firme

12. Aumento da exploração mineral na Amazônia

13. Manutenção da falta de Governança

14. Manutenção da transição energética

15. Ampliação e fortalecimento da conectividade

16. Manutenção da Pirâmide Etária de Base ampliada

17. Ampliação do Teletrabalho (tendência)

18. Internacionalização dos empregos com contratos para fornecimento de serviços por meios digitais (home office) (tendência)

19. Intensificação da urbanização (tendência)

20. Mudanças nos hábitos alimentares (tendência)

21. Ampliação de bens ativos virtuais/digitais (tendência)

22. Avanço da Indústria 4.0 (tendência)

23. Digitalização de atividades em nível regional (tendência)

24. Mudanças nas relações do trabalho (tendência)

25. Fortalecimento das cadeias globais de valor (tendência)

26. Aumento de demanda por alimentos funcionais com aplicação de técnica de modificação genética (tendência)

27. Aplicação de moléculas com base na nanotecnologia (tendência)

28. Mudança na tecnologia de produção agropecuária tornando a atividade mais sustentável (tendência)

INCERTEZAS PRIORIZADAS:

1. Até 2045 a Amazônia terá seu potencial de Biotech aproveitado/explorado?

2. A Amazônia se tornará referência nacional em biotecnologia até 2045?

3. Até 2045, o Estado conseguirá reduzir os conflitos de soberania junto aos territórios indígenas?

4. Até 2045, o Estado conseguirá implementar políticas educacionais para reverter o aumento do analfabetismo?

5. Até 2045, o Estado conseguirá gerar opções que permitam uma redução da dependência da ZFM?

6. Até 2045, a insurgência criminal terá adquirido poder de combate suficiente para enfrentar o Estado?

7. A Amazônia se tornará referência nacional em inovação?

8. Até 2045, o Estado conseguirá gerar créditos de carbono suficientes com contribuição relevante no PIB do Estado?

9. Até 2045, o Estado conseguirá regularizar, a extração de minerais na região, fazendo com que a Amazônia seja um dos principais produtores?

10. Haverá um crescimento do analfabetismo funcional?

11. A Amazônia, até 2045, será o principal polo turístico do Brasil?

12. Até 2045, a região terá alcançado um crescimento econômico sustentável em conformidade com os ODS?

13. Até 2045, haverá investimentos em infraestrutura logística na Amazônia permitindo a redução dos custos logísticos em níveis internacionais?

14. Até 2045, a psicultura na Amazônia vai crescer e estruturar-se para produzir peixes de cultivo em escala industrial para atender o aumento do consumo que vem ocorrendo na região, no Brasil e no mundo?

15. Até 2045, Os estoques pesqueiros das espécies de peixes amazônica vão suportar o esforço de pesca, que vem sendo submetidas pela frota pesqueira industrial e pela frota de pesca artesanal que atuam no bioma amazônico?

16. O Estado realizará os investimentos em logística na Amazônia para o Desenvolvimento?

17. Haverá mão de obra qualificada para atender as demandas Indústria 4.0?

18. A mão de obra excedente da Indústria 4.0 será absorvida por outras áreas da região?

19. Haverá infraestrutura necessária nas indústrias para possibilitar a aplicação das tecnologias da revolução 4.0?

20. Haverá redução das atividades de narcotráfico nas regiões de fronteira da Amazônia?

21. Até 2045, a região Amazônica possuirá cidades inteligentes e sustentáveis?

22. Haverá a interiorização do Desenvolvimento na Amazônia até 2045?

23. O Estado conseguirá realizar a Regularização Fundiária suficiente para a promoção do Desenvolvimento?

24. Até 2045, o Estado será capaz de desenvolver um novo paradigma de desenvolvimento para a Amazônia profunda?

25. Até 2045, a Amazônia conseguirá adensar os fluxos de comércios com impacto no PIB da região?

26. Até 2045, o Estado fortalecerá o sistema de Governança para o Desenvolvimento da Amazônia?

27. O Estado, até 2045, possuirá governança efetiva sobre as políticas de CT&I?

28. O Estado conseguirá fornecer a infraestrutura necessária para que os rios amazônicos se tornem hidrovias?

29. Até 2045, todas as capitais da Amazônia Ocidental terão interligações por rodovias apropriadas e com governança para mitigação de impactos ambientais (incerteza)?

30. Haverá demanda para cientistas, técnicos e outros profissionais capacitados para contratação por players internacionais em jornada virtual (home office) (incerteza)?

31. Até 2045, haverá altas taxas anuais de desmatamento e de queimadas na Amazônia (incerteza)?

32. Até 2045, será possível a exploração mineral em terras indígenas (incerteza)?

33. Haverá Governança sobre as atividades que impactam no meio ambiente no âmbito do Bioma Amazônico (incerteza)?

34. Até 2045, haverá aumento da frequência de intensas cheias e secas na Bacia Amazônica (incerteza)?

35. Até 2045, haverá um sistema logístico eficiente na Amazônia (incerteza)?

RUPTURAS LEVANTADAS:

1. Redução da soberania nacional na Amazônia

2. Hub logístico multimodal / inter-hemisférico com o adensamento geopolítico

3. Centro de lançamento de foguetes no Amapá

4. Advento do mercado de gás com polo gás-químico e geração de energia

5. Amazônia com Hub de Bioinovação como referência mundial

6. Amazônia se torna principal destino turístico no Brasil

7. Quebras de acordo de Propriedade Intelectual e Propriedade Genética com redução de possibilidade de uso da biodiversidade

8. Premissas tributárias da ZFM a ponto de inviabilizar o Polo Industrial de Manaus (PIM)

9. Identificação de ativos amazônicos com possibilidade de geração de energia em grande escala

10. Generalização da tokenização de ativos ambientais Amazônia

11. Redução brutal nos financiamentos educacionais e CT na Amazônia

12. Ocorrência de Golpe de Estado com base em forte convulsão social (cisne negro).

13. Intensificação de Movimentos Separatista com desagregação da Amazônia (cisne negro)

14. Invasão da Amazônia por coalização de forças militares estrangeiras (cisne negro)

15. Ocorrência de Guerra Mundial Nuclear colocando a Amazônia como território estratégico no esforço de guerra (cisne negro)

16. Ocorrência de Novas Pandemias com graves reflexos na sociedade e na economia (cisne negro).

17. Colapso Energético por ocorrência de grandes alterações nos reservatórios e no fornecimento de petróleo (cisne negro)

18. Catástrofe natural (erupção vulcânica, terremoto, etc.) que altere o ciclo das águas da Bacia Amazônica por longo período (cisne negro).

INCERTEZAS LEVANTADAS:

1. A Amazônia, até 2045, será o maior produtor de produtos de madeira do Brasil?

2. A Amazônia, até 2045, será exemplo de igualdade social?

3. Até 2045, aumentará a sensação da exclusão social do homem da Amazônia devido a hiperconectividade?

4. A Amazônia, até 2045, será um exemplo de tratamento de resíduos?

5. Até 2045, haverá impacto na Biota da Amazônia devido as mudanças climáticas?

6. Até 2045, o Estado conseguirá normatizar a mineração na Amazônia?

7. Até 2045, a região Amazônica permanecerá sendo o polo exportador de matéria-prima?

8. Até 2045, a região terá superado entraves logísticos?

9. Até 2045, a BR 319 se tornará um corredor do desenvolvimento da Amazônia?

10. Qual será o impacto ambiental para Amazônia até 2045, se não for gerado novos agentes de negócios e receitas?

11. Até 2045, haverá a emancipação de algum território indígena na Amazônia?

12. Até 2045, os investimentos em ciência e tecnologia na região terão se consolidado na Amazônia?

13. Até 2045, teremos a possibilidade de recuperar as bacias presentes na cidade de Manaus?

14. Até 2045, a insegurança jurídica irá impactar negativamente o desenvolvimento econômico a ponto de gerar uma redução do PIB?

15. Até 2045, poderá surgir uma política de crédito em apoio às MPEs, desoneradas das garantias reais?

16. Até 2045, poderemos ter a cobertura total dos incentivos fiscais da ZFM, abrangendo todos os municípios do Estado do Amazonas?

17. Até 2045, utilizaremos as bacias presentes na cidade como alternativa para transporte público?

18. Até 2045, a Amazônia será o maior produtor de peixe do Brasil?

19. Até 2045, o êxodo rural poderá aumentar no Amazônia?

20. Até 2045, a Amazônia permanecerá desconectada do restante do Brasil?

21. O transporte na região continuará com grandes dificuldades até 2045?

22. Até 2045, teremos transporte público sob trilhos na Amazônia?

23. Até 2045, a Amazônia será o maior gerador de patentes do Brasil?

24. Até 2045, O segmento de turismo se consolidará na Amazônia?

25. Os benefícios fiscais da ZFM ainda existirão em 2045?

26. Haverá alteração no sistema de governo do Presidencialismo para o Parlamentarismo que altere a visão sobre o Modelo ZFM (incerteza)?

27. Haverá a manutenção da SUFRAMA como protagonista do desenvolvimento na região de sua abrangência (incerteza)?

28. Ocorrerá a incorporação da SUFRAMA por outros órgãos do Governo Federal (incerteza)?

29. Haverá a intensificação da polarização política-ideológica que cause instabilidade no pacto social (guerra civil, manifestações, vandalismos, etc.) (incerteza)?

30. Até 2045, haverá marcos legais do uso de recursos da Biodiversidade da Amazônia (incerteza)?

31. Haverá ameaça à Soberania Nacional em relação a exploração dos recursos hídricos na Amazônia (incerteza)?

32. Ocorrerá a Internacionalização da Amazônia (incerteza)?

33. A Amazônia se tornará fonte de fornecimento de água para o mundo (incerteza)?

34. Soberania da Amazônia em discussão global (fato portador de futuro)

35. Até 2045, haverá avanços no fornecimento de serviços básicos para a população em saneamento básico, tratamento de água e esgoto, coleta de lixo e fornecimento de energia de qualidade (incerteza)?

36. Até 2045, haverá mudança expressiva na vulnerabilidade juvenil na região que possa gerar maiores oportunidades para ocupação dos jovens (incerteza)?

37. Haverá manutenção dos altos índices de violência, especialmente, entre os jovens (incerteza)?

38. Haverá manutenção das desigualdades regionais com possíveis mudanças tributárias (incerteza)?

39. Até 2045, o Amazonas terá um Polo Industrial competitivo (incerteza)?

40. Até 2045, a Bioeconomia vai gerar valor agregado relevante na região com apropriação desse valor para a população local (incerteza)?

41. Até 2045, o Polo Digital de Manaus e o ecossistema de inovação na região estará estruturado e fortalecido de forma independente do PIM (incerteza)?

42. Fragilização da oferta de mão-de-obra qualificada (fato portador de futuro)

43. Até 2045, haverá taxa de investimento, de origem público e privado, compatível para a promoção do Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (incerteza)?

44. Ocorrerá a Reforma Tributária que leve em consideração a manutenção das vantagens comparativas inerentes aos incentivos fiscais regionais (ZFM, ALCs e AMOC) (incerteza)?

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA / Fórum Brasileiro de Segurança Pública. – 1 (2006)- . – São Paulo: FBSP, 2023.

ARAGÓN, L. E. Introdução ao estudo da migração internacional na Amazônia. Contexto internacional, Rio de Janeiro: PUC, v. 33, n. 1, p. 71-102, 2011.

BRANDÃO, Carlos. *Transversalidade, Multiescalaridade e os Desafios da Legitimação das Políticas Regionais no Brasil. In* Política e Planejamento Regional: uma coletânea. Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2013.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil, 1988*. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 01 out. 2015.

DINIZ, Clélio Campolina. *Celso Furtado e o desenvolvimento regional*. Revista Nova Economia, vol. 19, nº 02, Belo Horizonte, maio-setembro/2009.

DIRZO. R., RAVEN. P. *Global State of Biodiversity and Loss*. Instituto de Ecologıa, Departamento Ecologıa Evolutiva, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexico DF 04510; e-mail: urania@ecologia.unam.mx ´ 2 Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri 63166-0299; e-mail: praven@nas.edu.

FREITAS, R.M *et al. AMAZÔNIA OCIDENTAL E SUFRAMA: Desenvolvimento Regional, Institucionalidade e Governança*. Boletim Estatísticas Públicas, n. 1, (2005-) Rio de Janeiro: Anipes, 2015 n. 11. Boletim eletrônico (www.anipes.org.br).

GARCIA, Etelvina. *Modelo de desenvolvimento: Zona Franca de Manaus: história, conquistas e desafios*. 2ª Edição, Manaus, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de contas regionais : *Brasil : 2021 / IBGE, Coordenação de Contas*, Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2022 : composição domiciliar e óbitos informados : resultados do universo* / IBGE. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores IBGE : pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua [mensal]*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015-.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produto Interno Bruto dos Municípios 2021*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IPEA. *Brasil 2035 : cenários para o desenvolvimento* / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento. – Brasília: Ipea : Assecor, 2017. 320 p. : il., gráfs. Color.

IPS Amazônia 2023 [livro eletrônico]: *Índice De Progresso Social Na Amazônia Brasileira: Resumo Executivo* / Daniel Santos...[et al.]. - 4. ed. - Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2023.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. [s.l.]: Contexto, 2002. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/serie-biodiversidade--15-sintese-do-conhecimento-da-biodiversidade-brasileira.pdf>.

MAGALHÃES, Rodrigo C. S. *Desenvolvimento, Ciência e Política: O Caso do Instituto Internacional da Hiléia Amazônica (1946-1951)*. Dissertação de Mestrado. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006.

MAHAR, D. J. *Desenvolvimento econômico da Amazônia: uma análise das políticas governamentais*. IPEA/INPES (Relatório de Pesquisa nº 39). Rio de Janeiro, 1978.

MARCIAL, Elaine C. (organizadora). *Megatendências mundiais 2030 : o que entidades e personalidades internacionais pensam sobre o futuro do mundo? : contribuição para um debate de longo prazo para o Brasil.* Brasília : Ipea, 2015.

PNUD. RELATÓRIO ESPECIAL 2023 [livro eletrônico] : *25 anos : desenvolvimento humano no Brasil : anexo estatístico* / Brasília, DF : Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, 2024.

SILVA e NOHRA, 2021. *Formação Territorial, Economia e Projetos de Integração Regional da Pan-Amazônia*. Revista Tempo do Mundo – IPEA, n. 27, dez. 2021.

TAVARES, Hermes Magalhães. *Estratégias de Desenvolvimento Regional: abordagens em tempo e espaços diferentes*. In Política e Planejamento Regional: uma coletânea. Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2013.

PARTE V

DIMENSÃO MEIO AMBIENTE E CONSIDERAÇÕES FINAIS

30

AGENDA AMBIENTAL NA EMERGÊNCIA CLIMÁTICA[277]

Ariel Pares[278]

1. Introdução

As mudanças climáticas estão moldando o futuro de maneira intensa e irrevogável, com consequências profundas para o Brasil, um dos países mais vulneráveis às variações ambientais, dada sua condição geográfica predominantemente tropical. Em 2045, as projeções indicam um cenário de agravamento dos fenômenos climáticos extremos, trazendo desafios em múltiplas frentes, como economia, agricultura, recursos naturais e vulnerabilidade social.

Pensar o futuro do Brasil, observando a crise climática, transformada em emergência climática, coloca os próximos 20 anos num caminho de incertezas onde o ativo mais precioso é a busca de clareza sobre a evolução do contexto internacional, profundamente turvo, e no que fazer nacional, mais claramente delineado. Como conciliar o compromisso não apenas com o bem-estar de hoje, mas especialmente com os das próximas gerações? Essa é a pergunta chave que a governança climática de forma lenta e errática busca respostas.

A crise atual é diferente de todas as enfrentadas anteriormente. Possui fundamento disruptivo e progressivo. Muitos dos efeitos e rupturas que promove continuarão de formas inesperadas a surpreender nossa capacidade de previsão. As manifestações físicas das mudanças climáticas estão se tornando cada vez mais evidentes ao redor do mundo, assim como seus impactos socioeconômicos. São todas, ameaças e riscos, simultaneamente, parteiras também de oportunidades. Não surpreende, portanto, que um número crescente de governos e empresas estejam se comprometendo a intensificar as ações em favor das mudanças climáticas, ainda que a um ritmo e amplitude aquém do necessário, considerando os alertas do IPCC e seus prognósticos para os próximos anos.

Estudo da Accenture, avaliando o progresso das 2.000 mil maiores empresas, públicas e privadas, do mundo, por receita global, mostra que a parcela de empresas que definiram metas para redução de emissões continua crescendo, 37% delas tem compromissos em atingir emissões líquidas zero. No entanto, entre aquelas que divulgam seus dados de emissões, metade continua a aumentar suas emissões, 33% estão cortando emissões, mas não rápido o suficiente, e apenas 18% estão a caminho de atingir net zero em 2050.

Isso revela que parte substantiva dos tomadores de decisão, governo e empresas, ao fazerem escolhas, permanecem fixados, apesar da urgência, na manutenção do status-quo do padrão de produção e consumo, sob alegação que os custos econômicos e sociais da reconversão, no horizonte imediato, seriam maiores que as vantagens do investimento na nova economia verde e descarbonizada. Se não há dúvidas quanto à pressa, e a magnitude da crise climática, parece incontornável perguntar por que até o presente as emissões continuam a crescer, apesar da multiplicação de políticas e planos. Estes, segundo a pesquisa, mostram resultados insuficientes e mecanismos de incentivo muito aquém do necessário para, junto ao setor produtivo, ampliar as vantagens e reduzir os custos da reconversão. A **falta de uma modelagem adequada para o financiamento da transição para uma economia de baixo carbono**, no ambiente dos negócios, isto é tornar atrativa a reconversão, como se verá, é um freio, quando a urgência climática é um problema de tempo e pede velocidade. Uma incerteza na cena cotidiana e na do amanhã dos governos e das empresas.

[277] Este capítulo é resultado do levantamento realizado em 2022, com o uso da SocialPort Enterprise e do levantamento bibliográfico realizado pelo autor sobre o tema.

[278] Ariel Pares possui Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Paris III Sorbonne Nouvelle. Professor da Escola Nacional de Administração Pública. Especialista em planejamento e pesquisador colaborador do Grupo de Pesquisa e Estudos Prospectivos na Escola de Guerra Naval (EGN).

O relato aqui parte do pressuposto de que faltam respostas a inúmeras questões e os esforços de concertação global mostram avanços tímidos diante da possibilidade de o mundo passar por calamidades cada vez mais intensas e frequentes, ceifando vidas, capital produtivo, recursos ambientais, num rastro de desesperanças. A governança climática tem-se mostrado frágil para um tema global grave. A expertise diplomática de países líderes, no tema, como o Brasil e países da União Europeia, tem sido insuficiente para substituir a retórica, eivada de dúvidas pela falta de resultados efetivos, de inúmeros países e sobretudo dos principais players da economia mundial, como os Estados Unidos, a China, principais emissores, por iniciativas fortes e definitivas. Uma outra incerteza no exame da qualidade do devir

Os relatos, pautados pela racionalidade, isto é, com evidências, sobre a trajetória dos esforços para demonstrar a gravidade da mudança climática para a humanidade e das medidas tomadas para o seu equacionamento tem sido, inescapavelmente, pessimistas. A expressiva maioria destes mostram-se, contudo, otimistas ao iluminar o caminho da insensatez com a capacidade revertê-la por meio da ciência e da tecnologia, gerando inovações capazes de substituir o atual padrão de produção e, mesmo do consumo, reduzindo custos e acelerando a redução de emissões, por uma economia verde e descarbonizada. Entretanto, o que se convencionou chamar de processos de ecoeficiência como solução para a transição a uma economia de baixo carbono não é consenso entre especialistas. Há concordância quanto a ecoeficiência ser o principal vetor para a descarbonização da economia e um potencial redutor de custos da reconversão, debelando as incertezas em torno do seu financiamento, dada a magnitude destes. Especialista lembram, contudo, que o consumo continuará a crescer, tornando a pegada ecológica de cada indivíduo o principal entrave para atingir o net zero em 2050. Nesse contexto, as incertezas recaem sobre a capacidade de estimular um novo padrão de consumo mais verde e descarbonizado e sobretudo menos intensivo em recursos naturais.

Assim, o relato que articula este artigo é o do exame das incertezas, dos riscos que cercam a evolução projetada das mudanças climáticas para o mundo. Mas é também o das oportunidades para o Brasil, que dada a sua singularidade, transformar as vantagens comparativas naturais que possui, em vantagens competitivas, decorrente de uma nova economia verde em expansão, descarbonizada, gerada na esteira da reconversão do atual padrão de produção e consumo, responsável pela crise climática.

Em resumo, o futuro do país projetado 20 anos à frente, defronta-se com incertezas cruciais para assegurar um caminho persistente, sem os eventuais sobressaltos, para o desenvolvimento acelerado, inclusivo e sustentável. Essas incertezas, três das mais significativas são: a constituição de um novo padrão de financiamento verde efetivo; o estabelecimento de uma governança climática séria, confiável e de regras claras; e finalmente o desenvolvimento tecnológico que impacta as duas anteriores.

Assim, o capítulo foi dividido em três partes, além desta introdução. A primeira, é voltada para o exame das consequências do agravamento da crise climática global no qual as incertezas dão o rumo e marcam, com seus desdobramentos, o Brasil em 2045. Constitui referência inescapável para o Plano Nacional de Mudança Climática, em elaboração, colocando o país na contingência de cumprir com seus compromissos diante dos demais países, com pouca governabilidade sobre os resultados a serem atingidos. Estes, fortemente dependentes de uma concertação mundial claudicante.

A segunda parte aborda as mudanças climáticas do ponto de vista das demandas e dos desafios para o Brasil, contando com seu principal instrumento de ação; o Plano Nacional sobre a Mudança Climática que integra desta feita o Plano Clima Mitigação e o Plano Clima Adaptação, ambos em elaboração. No qual se expõe a tensão entre a necessidade de conter drasticamente o desmatamento e de realizar a recuperação de parte da superfície de vegetação natural do país e a pressão pelo uso da terra, na forma de um desafio a superar, com consequências sociais, econômicas e ambientais para o país até 2045. Tangencia, assim os riscos de não haver oferta de água doce na quantidade, qualidade e onde o país precisa. Mostra os riscos da erosão da biodiversidade para assegurar qualidade de vida e prejudicar a implementação do modelo de adaptação proposto pelo país, um dos mais avançados, dependente da manutenção da qualidade dos seus ecossistemas.

A terceira parte examina de forma resumida a importância do enfrentamento às mudanças climáticas como oportunidade para realizar uma inflexão no modelo de desenvolvimento do país, até agora, mais do mesmo. Descreve os motivos pelo qual o país pode dar um salto na curva, tradicionalmente projetada, de prosperidade e bem-estar, associadas à sustentabilidade ambiental. Isto, graças ao aproveitamento das suas condições singulares, seja pela sua matriz energética razoavelmente limpa em relação aos demais países do mundo, seja pela sua enorme biodiversidade, reservas de água doce e dimensões demográficas e continentais, atributos para organizar o uso e ocupação do solo de forma sustentável e oferecer no horizonte de 2050, um cenário de país desenvolvido sustentável, economicamente avançado, socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável.

2. Emergência climática: uma questão global

Pensar e desenhar o Brasil a partir de um plano bem-sucedido de mudanças climáticas como o que está em elaboração no Governo Federal é tarefa essencial, mas insuficiente para nos livrar do pior. O Brasil em 2045, neste tema, sugere mais reflexões do que possíveis conclusões sobre como chegar melhor do que um mundo costeando o abismo. As medidas de descarbonização, que vem sendo implementadas para o cumprimento do NDC – Contribuições Nacionalmente Determinadas – proposto pelo Brasil para atingir a meta de zero líquido em 2050 parecem absolutamente factíveis e de resultados efetivos se o Plano nacional de Mudanças Climáticas em elaboração conseguir consenso entre a classe política, setor produtivo e a sociedade organizada.

Isso, também se pode afirmar sobre o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas, ora em atualização. As dramáticas experiências de 2024, com as inundações no Rio Grande do Sul (RS) e a seca no Norte e Centro Oeste estão pautando o seu desenho e viabilizando uma reestruturação profunda dos sistemas de alerta climático e de defesa civil, na forma de um sistema federativo robusto com capacidade antecipatória, preventiva e de pronto emprego. Mas o mais importante, deixaram em alerta as autoridades, o setor produtivo e a sociedade de que é indispensável um projeto de salvaguardas para enfrentar os riscos dos eventos climáticos extremos. Uma vez que esses riscos tendem a se amplificar diante das ameaças de que a governança climática global mostra fragilidades e carece de vontade coletiva de fazer os investimentos necessários para atingir a meta de net-zero em 2050.

O fato é que a equação para alcançar o zero líquido de emissões globais continua sem solução prática e confiável, face aos compromissos do Acordo de Paris. As emissões de gases de efeito estufa permanecem persistentes e não estão sendo compensadas por remoções, e o mundo não parece estar preparado para completar a transição para o zero líquido. Mesmo que todos os compromissos e promessas climáticas nacionais, NDCs-2050, para atingir o zero líquido fossem cumpridos, pesquisas indicam que o aquecimento global ainda não ficaria limitado a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, como previsto no Acordo de Paris, aumentando o risco de impactos ainda mais devastadores decorrentes das mudanças climáticas, como ciclos de retroalimentação biótica, afetando os serviços ambientais vitais às demandas da sociedade. Além disso, a maioria desses compromissos, fixados pelos NDCs de cada país ainda carecem de planos detalhados e implementação concreta.

Há evidências de que a execução desses planos será complexa. Ela não pode ser dissociada da busca por desenvolvimento econômico e crescimento inclusivo. Vai exigir um equilíbrio delicado entre os riscos de curto prazo de ações mal planejadas ou descoordenadas e os riscos de longo prazo de ações inadequadas ou atrasadas. Atingir o zero líquido implica uma transformação profunda da economia global, exigindo mudanças substanciais nos sete sistemas que geram emissões: energia, indústria, mobilidade, edificações, agricultura, silvicultura e outros usos da terra, e gestão de resíduos. Contudo, a conta dessas mudanças recai sobre os dois principais vetores responsáveis pela maior parte das emissões de gases de efeito estufa (GEE), o sistema de energia e sistema de agricultura, silvicultura e outros usos da terra. Essas transformações, precisarão ser viabilizadas em um cenário de grandes desafios econômicos, sociais e políticos.

Isso implica enfrentar uma série de perguntas embaraçosas, sem respostas ou com respostas insuficientes ou evasivas, após 28 edições de Conferências das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COPs). Perguntas, que antes de tudo exigem respostas formuladas por consenso, nacionalmente para só depois encontrar respostas convincentes na concertação das nações, tais como: qual a combinação ideal de tecnologias a serem implementada para alcançar a redução de emissões, respeitando o limite do orçamento de carbono, minimizando custos e cumprindo os padrões de desempenho exigidos? Onde estão os gargalos nas cadeias de suprimentos e na infraestrutura para atingir o zero líquido e que deverão ser passíveis de compensações aceitáveis entre países? Quais limitações físicas, como a disponibilidade de recursos naturais ou a capacidade de produção, podem frear o ritmo da transição? Qual é o real montante necessário de investimentos em ativos físicos para viabilizar a transição? Como distribuir o ônus dos custos globais dessa transição de forma efetiva, sem deixar o rastro de uma desconfiança histórica, deixada pela retórica entre uma COP e outra? Além disso, como a transição deverá impactar os mercados e as operações empresariais, sabidamente diferenciadas entre países e, após cálculo feito, expostas com transparência na arena das negociações? O que isso significará para os trabalhadores e consumidores, com impactos diferenciados, nunca suficientemente debatidos e encontrados os denominadores de um ganha-ganha? Quais oportunidades e riscos surgiriam para empresas e nações? Como os consumidores poderiam ser incentivados a modificar seus hábitos de consumo e padrões de gastos, fundamentais para assegurar o sucesso da transição?

Elas comparecem tímidas e fragmentadas nos resultados da concertação possível realizada no âmbito das COPs, deixando nesse vazio a possibilidade de um flagrante contraste com o desempenho real das iniciativas tomadas em cada um dos países para um processo efetivo de descarbonização global. A soma dos esforços apesar de progressivamente melhores, entre uma COP e outra, tem sido sempre negativa em relação aos com-

promissos assumidos pelas nações no âmbito das COPs. Prevalece o empenho isolado de países com maior consenso interno quanto aos riscos eminentes e a urgência de medidas de descarbonização. Cientes, porém, de que a incerteza e os riscos continuarão a pavimentar o horizonte na média e longa duração por falta de resposta conclusiva sobre o devir das mudanças climáticas que dependem dessa concertação global, cuja governabilidade de cada país é absolutamente limitada. Há uma evidente crise de Governança que tem levado a esses países a fazerem apenas o dever de casa civilizatório. Um dever, que mesmo bem-feito, que é o que se espera e deseja, deixa uma névoa de incertezas crescentes quanto ao nosso futuro.

A meta está provavelmente superada pela inação diante do desafio colocado originalmente. Para limitar o aquecimento global a 1,5°C, as emissões globais de GEE deveriam atingir o pico até 2025, diminuir 43% até 2030 e atingir o net zero até 2050. Isso não deve ocorrer, levando a uma nova incerteza: saber qual será o novo limite passível de atingir se nos próximos anos o mundo for capaz de equacionar as principais causas desta insuficiente mobilização.

Em 2023, as temperaturas quebraram recordes com uma sequência de 116 dias de picos de temperatura, o ano mais quente já registrado, segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, na sigla em inglês). Relatório de final de 2023, mostra que os recordes de gases-estufa levarão a uma nova subida da temperatura. Faz um alerta: o mundo caminha para o aumento de temperaturas bem acima das metas do Acordo de Paris, de um aumento de 1,5ºC até 2100. Mostra que o cenário será marcado por "condições climáticas cada vez mais extremas, incluindo calor e chuvas intensas, derretimento do gelo, elevação do nível do mar e acidificação dos oceanos". O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), no seu mais recente relatório, sexto ciclo de avaliação AR6, de 2021, veja o quadro 1, registra um primeiro cenário, a continuar os níveis de emissões, isto é, se nada for feito em relação ao compromisso do Acordo de Paris a possibilidade de um aquecimento de 4,3ºC, até 2100. Temos um segundo cenário, dito mediano. Isto é, considerando que faremos algo em relação aos compromissos do Acordo de Paris, de 3,7ºC, até 2100 e um terceiro cenário se pudermos cumprir plenamente de forma muito rigorosa, o Acordo de Paris, um aumento de 2,8ºC, até 2100. Ainda segundo o IPCC, referindo-se quanto aos eventos climáticos extremos, registra que um evento que ocorria 1 vez a cada 50 anos no início do século passado vai se tornar 39 vezes mais frequente e 5 vezes mais intenso. O IPCC mostra, no Quadro 1, o conjunto de efeitos decorrentes de diversos cenários segundo o aumento médio das temperaturas.

Mais dramático são as projeções sobre aumento de temperaturas, umidade dos solos e precipitações, quando examinadas do ponto de vista do seu impacto geográfico diferenciado segundo as regiões. Mostra com maior eloquência as dificuldades porque passarão os países do hemisfério sul e as regiões predominantemente tropicais caso permaneça a baixa resolubilidade dada pelos países, governos e elites empresariais receosas de perdas financeiras e erosão de seu patrimônio, fortemente ancorado em processos e infraestruturas intensas em emissões de CO2. O Quadro 2 mostra que com cada aumento no aquecimento global, as mudanças regionais no clima médio e os extremos tornam-se mais generalizadas e pronunciadas. Usa para isso três referenciais: a) mudança anual de temperatura no dia mais quente; b) mudança anual tendo como referência a média total da umidade do solo na coluna; e, mudança anual da precipitação no dia mais chuvoso. Os eventos extremos vivenciados no Brasil em 2024, são prenúncios do que os mapas abaixo mostram, seca no Norte e Centro Oeste.

O Relatório mostra também um balanço dos avanços em relação aos compromissos do Acordo de Paris, isto é, realizar um forte processo de mitigação de emissões de CO2 para não deixar que o aumento de temperatura média do mundo não passe de 1,5ºC e nos compromissos fixados por cada país denominados de Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC). O resultado é pessimista. Mostra que "políticas e leis

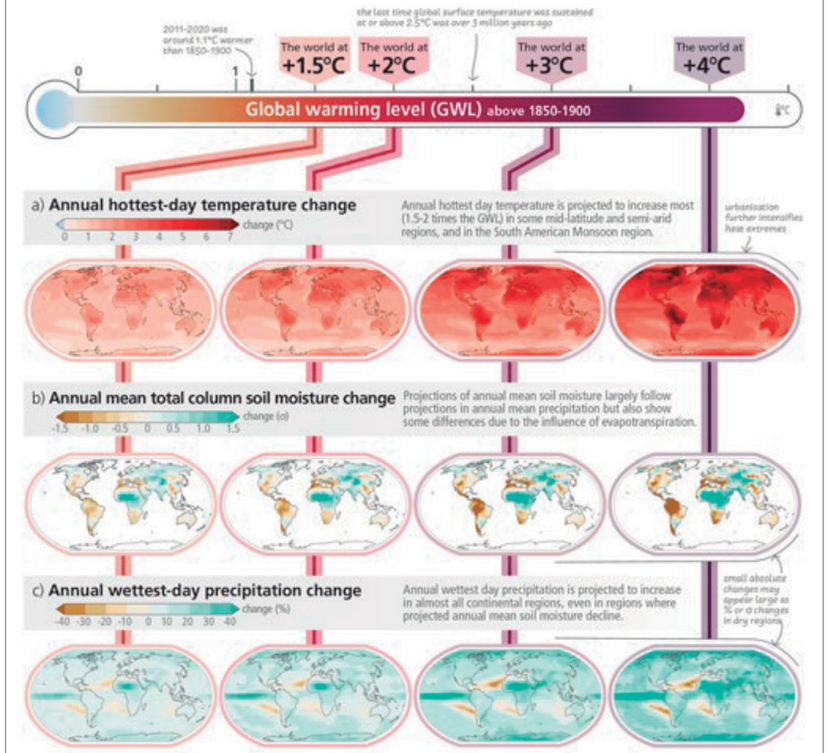
Quadro 1 – Comparação dos riscos do aumento das temperaturas

	1,5°C	2°C	3°C	1,5°C vs 2°C	1,5°C vs 3°C
PERDA DE BIODIVERSIDADE Porcentagem máxima de espécies com alto risco de extinção em áreas terrestres	14%	18%	29%	1,3x PIOR	2,1x PIOR
SECA População exposta a estresse hídrico, estresse térmico e desertificação	0,95 B DE PESSOAS	1,15 B DE PESSOAS	1,29 B DE PESSOAS	200 M DE PESSOAS A MAIS	340 M DE PESSOAS A MAIS
SEGURANÇA ALIMENTAR Custos com adaptação e danos residuais para as principais culturas	US$ 63 BILHÕES	US$ 80 BILHÕES	US$ 128 BILHÕES	US$ 17 BILHÕES A MAIS	US$ 65 BILHÕES A MAIS
INCÊNDIOS Aumento das áreas queimadas na Europa Meridional	40%-54%	62%-87%	96%-187%	1,6x PIOR	3x PIOR
CALOR EXTREMO Aumento do número de dias por ano com temperatura acima dos 35°C	45-58	52-68	66-87	1,2x PIOR	1,5x PIOR
CALOR EXTREMO Aumento do número anual de ondas de calor no sul da África	2-4 VEZES	4-8 VEZES	8-12 VEZES	2x PIOR	3,3x PIOR
AUMENTO DO NÍVEL DO MAR Aumento médio global do nível do mar até 2100	0,28-0,55mm	0,33-0,61mm	0,44-0,76mm	1,1x PIOR	1,4x PIOR
INUNDAÇÕES Aumento da população global exposta a inundações	24%	30%	SEM DADOS DISPONÍVEIS	1,3x PIOR	SEM DADOS DISPONÍVEIS

Fonte: IPCC AR6.

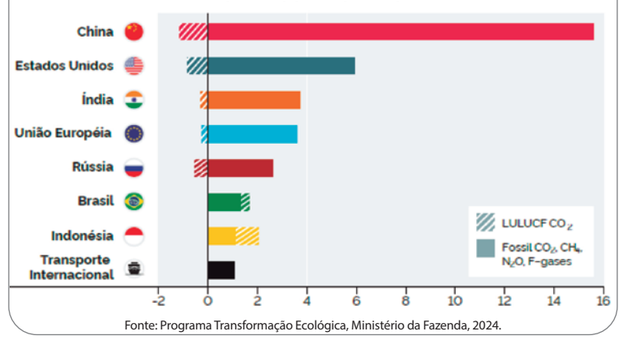
que abordam a mitigação têm se expandido consistentemente desde o Relatório 5. As emissões globais de GEE em 2030 definidas nos NDCs anunciadas em 2021, COP 2026, tornam provável que o aquecimento exceda 1,5 ºC durante o século XXI e torne mais difícil limitar o aquecimento abaixo de 2ºC. Há lacunas entre as emissões projetadas nas políticas implementadas e aquelas fixadas nas NDCs, bem como os fluxos financeiros estão aquém dos níveis necessários e compromissados para atingir as metas climáticas em todos os setores e regiões". Em síntese tem-se um claro problema de governança e de financiamento para reduzir os riscos de um aumento das temperaturas acima do aceitável. Há avanços, mas num ritmo e amplitude muito aquém do desejável é o que revela o AR6 do IPCC. Esse incremento previsível além dos 1,5ºC no aquecimento global intensificará riscos múltiplos e simultâneos, segundo o IPCC. Reafirma que: "Reduções profundas, rápidas e sustentáveis nas emissões de GEE levariam a uma desaceleração perceptível no aquecimento global em cerca de duas décadas, e também a mudanças perceptíveis na composição atmosférica em poucos anos." O Brasil tem compromissos importantes na cena global. Embora não figure entre os principais emissores mundiais per capita, em face de seu significativo contingente populacional, o Brasil possui relevante papel a cumprir na redução das emissões totais de gases de efeito estufa. Atualmente, o país é o sexto maior emissor global (Gráfico 1), responsável por 4% das emissões, enquanto seu Produto Interno Bruto (PIB) corresponde a 1,9% do PIB mundial[279].

Quadro 2 – Incremento do aquecimento global – mudanças nas regiões do planeta



Fonte: IPCC AR6.

Gráfico 1 – Emissões de gases de efeito estufa em 2021 (tCO2e) (UNEP, 2023)



Fonte: Programa Transformação Ecológica, Ministério da Fazenda, 2024.

[279] Proporção do Produto Interno Bruto da economia brasileira em relação ao PIB mundial calculada a partir dos dados disponibilizados pelo Fundo Monetário Internacional no *The World Economic Outlook Database – April 2024* (IMF, 2024). PIB calculado a preços constantes de 2022, em dólar norte-americano.

As principais causas das emissões nacionais de dióxido de carbono são as mudanças do uso da terra e florestas (notadamente o desmatamento, ou LULUCF na sigla em inglês) e a atividade agropecuária, que, em conjunto, respondem por 66,5% dos gases de efeito estufa emitidos no país (MCTI, 2022). Não por outra razão destacam-se no Brasil, entre as medidas mais relevantes, a eliminação do desmatamento ilegal a criação de alternativas econômicas ao desmatamento legal, a redução das emissões da agropecuária e a restauração da vegetação nativa em escala.

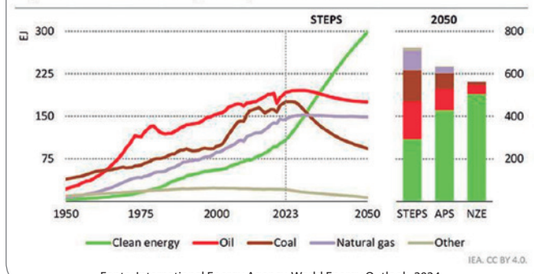
A Agência Internacional de Energia (AIE), no seu último relatório[280] registra que no atual ritmo de consumo de energia, suas emissões de gases de efeito estufa devem fazer o planeta esquentar em média 2,4ºC até 2100. O que revela, por outra fonte, convergência na gravidade da crise climática em curso. Mostra que o limite ideal para aumento de temperatura de até 1,5ºC, para impedir os piores efeitos das mudanças climáticas, revela-se improvável ou mesmo impossível, segundo cientistas dedicados a ciência climática[281]. Essa frustração na contribuição da energia para redução das emissões pode ainda aumentar caso não se verifique o prognóstico da AIE de que a demanda por petróleo, gás natural e carvão, mais de 80% da energia global, deva atingir o pico até o fim desta década. A incerteza é oriunda de que para cumprir com a promessa de caminhar para um cenário net zero em 2050 serão necessários maiores investimentos em energia renovável e uma queda acelerada desses picos da demanda. Os investimentos em fontes renováveis giram em torno de US$ 2,0 trilhões. Até 2035, esse valor deve subir para US$ 3,0 trilhões a seguir o ritmo atual da demanda suprida por combustíveis fósseis.

As economias em desenvolvimento – grupo que inclui quase 85% da população mundial – a demanda por energia aumentou em cerca de 2,6% ao ano na última década. Os impulsionadores subjacentes são um aumento na população de mais de 720,0 milhões de pessoas, um aumento de 50% no tamanho da economia e um aumento de 40% na produção industrial. A área útil em edifícios aumentou em 40.000 quilômetros quadrados, o suficiente para cobrir toda a Holanda. Com essa rápida taxa de desenvolvimento, a energia limpa terá que receber mais investimentos que a curva atual projetada até 2035 e 2050, para deslocar o petróleo, gás e carvão em economias em desenvolvimento do que em economias avançadas.

A AIE (Internacional Energy Agency) elaborou três cenários com vistas a estimar a magnitude dos desafios para atingir o net zero em 2050. Tem-se o Cenário Manutenção das Políticas Atuais, Stated Policies Scenario (STEPS), a implantação de energia limpa acelera à medida que o ritmo de crescimento geral da demanda por energia diminui, levando a um pico em todos os três combustíveis fósseis antes de 2030 (Gráfico 2). Reduções crescentes na demanda por carvão significam que ele é ultrapassado pelo gás natural na matriz energética global até 2030. A energia limpa cresce mais do que a demanda total de energia entre 2023 e 2035. Liderada pelo aumento da energia solar fotovoltaica (PV) e eólica, a energia limpa se torna a maior fonte de energia em meados da década de 2030.

Embora o STEPS veja um aumento triplo em renováveis que reduz o uso de combustíveis fósseis de 80% da demanda total de energia em 2023 para 58% em 2050, isso fica muito aquém da mudança de etapa que ocorre no Cenário de Compromissos Anunciados Announced Pledges Scenario (APS) e no Cenário Net Zero Emissions by 2050 (NZE), especialmente o último. Em ambos os cenários, as renováveis começam a comer rapidamente a fatia de mercado de combustíveis fósseis. Até 2035, a energia limpa atende a 40% da demanda global de energia no APS, e isso sobe para quase 75% até 2050. No Cenário NZE, a energia limpa atende a 90% da demanda global de energia em 2050. Cerca de um terço da demanda restante de combustível fóssil no Cenário NZE é totalmente reduzida, cerca de metade é usada como matéria-prima ou em outro uso não energético, e o restante é compensado pela captura direta de ar, emissões negativas de bioenergia ou outras formas de remoção de carbono.

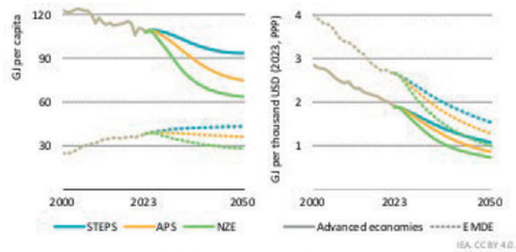
Gráfico 2 – Mix de energia global por projeções para 2050



Fonte: International Energy Agency. World Energy Outlook, 2024.

Contudo, na contramão das incertezas quanto a capacidade de o mundo atender o desempenho ideal para atingir o net zero, há evidências positivas que aumentam a probabilidade do melhor cenário. Segundo o relatório, a intensidade energética da economia global vem caindo devido ao progresso tecnológico, melhorias de eficiência e mudanças na estrutura da economia global (Gráfico 3). O crescimento em energias renováveis e a crescente eletrificação de usos finais desempenham um papel importante para aumentar a eficiência dos sistemas de energia. Historicamente, a expansão do crescimento do produto interno bruto (PIB) tem sido mais rápida do que a taxa de crescimento da demanda de energia, refletindo melhorias na intensidade energética do PIB. Essas melhorias na intensidade energética continuam e até aceleram nos cenários projetados pela AIE: o PIB global continua a se expandir, mas será preciso cada vez menos energia para alimentar esse crescimento (Caixa 1.1).

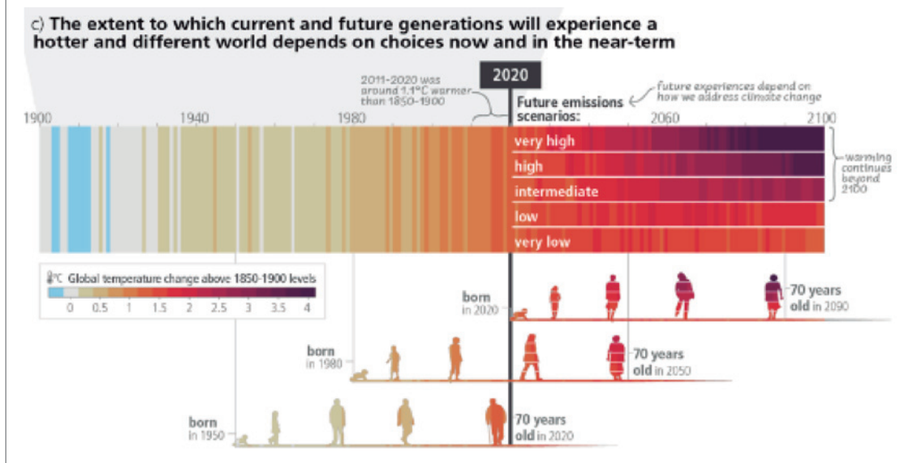
Gráfico 3 – Consumo final total per capita e por unidade de PIB, por cenários 2000-2050



Fonte: International Energy Agency. World Energy Outlook, 2024.

São estimativas em diferentes cenários, seja do IPCC ou da AIE, que mostram projeções potencialmente graves, considerando o impacto intergeracional decorrente de hipóteses cuja trajetória sugere a manutenção do status-quo ou de inação face aos riscos conhecidos. Dito de outra forma, são os filhos e netos que irão sofrer dramaticamente o legado dos seus pais e avós, se a consciência sobre a gravidade das circunstâncias for leniente face às evidências que a ciência climática tem aportado sobre o devir. O que as gerações atuais e futuras experimentarão com um mundo mais quente e diferente depende da escolha agora e no curto prazo. O Quadro 3 do relatório 6 do IPCC é testemunho de um fenômeno que até bem pouco tempo ficava subsumido das decisões das elites políticas e empresariais: desde sempre as decisões foram pautadas pelos interesses particulares, seja no plano das ideias ou no plano material, de ganhos no curto prazo, sem nenhuma atenção aos possíveis impactos negativos para as gerações futuras.

Quadro 3 – A extensão em que as gerações atuais e futuras experimentarão um mundo mais quente e diferente depende das escolhas atuais e futuras



Fonte: IPCC AR6.

O estudo da Mackinsey[282] busca oferecer uma compreensão mais profunda da natureza e magnitude dos ajustes econômicos e sociais que uma transição para o zero líquido implicaria. Com resultados que talvez expliquem a falta de consenso e a relativa inação de empresas e governantes. Responde parte das perguntas acima formuladas que aguardam respostas, não do mundo acadêmico e tampouco das consultorias, mas dos tomadores de decisão que, efetivamente, podem gerar a inflexão que o mundo espera para atingir zero emissões líquidas em 2050. O estudo toma como referência a hipótese de o impacto do mundo enfrentar uma transição para atingir a meta dos Acordos de Paris, aumento de 1,5ºC até 2100, muito embora haja um quase consenso que ela será ultrapassada para limites de 2ºC a 3ºC, a depender das fontes de especialistas.

[280] Agência Internacional de Energia (AIE) "World Energy Outlook 2024", lançado em março de 2024, relativo ao desempenho de 2023.
[281] As emissões globais de CO2 relacionadas a energia aumentaram 1,15 em 202, atingindo nível recorde.
[282] McKinsey Sustainability, McKinsey's Global Energy and Materials Practice, McKinsey's Advanced Industries Practice and McKinsey Global Institute. The net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring. USA, Boston, 2022.

Para uma ação frontal e efetiva o estudo estima que os investimentos em ativos físicos para sistemas de energia e uso da terra necessários para a transição ao zero líquido entre 2021 e 2050 somariam aproximadamente US$ 275,0 trilhões, o que equivale a uma média anual de US$ 9,2 trilhões. Isso representa um aumento anual de até US$ 3,5 trilhões em relação aos níveis atuais. Para contextualizar, esse valor é, em termos de 2020, cerca de metade dos lucros corporativos globais, um quarto das receitas fiscais mundiais e 7% dos gastos das famílias. Além disso, aproximadamente US$ 1,0 trilhão dos gastos anuais atuais precisaria ser realocado de ativos de alta emissão para ativos de baixa emissão.

Mesmo considerando o crescimento esperado dos gastos devido ao aumento das rendas e da população, bem como as políticas de transição já legisladas, a necessidade de elevação dos investimentos seria menor, mas ainda em torno de US$ 1,0 trilhão. Os gastos aumentariam inicialmente, subindo de 6,8% do PIB atual para cerca de 8,8% do PIB entre 2026 e 2030, antes de começar a cair. Embora esses valores sejam elevados e o financiamento ainda não esteja totalmente garantido, muitos desses investimentos apresentam perfis de retorno positivos, independentemente de seu papel na mitigação dos riscos crescentes das mudanças climáticas, e não devem ser vistos apenas como despesas. A inovação tecnológica também pode acelerar a redução dos custos de capital para tecnologias de zero emissões, tornando a transição mais acessível do que o previsto.

A transição para o zero líquido pode gerar cerca de 200 milhões de novos empregos diretos e indiretos globalmente até 2050, enquanto cerca de 185,0 milhões de empregos poderiam ser perdidos. Isso inclui a criação de vagas em operações e na construção de ativos físicos. A demanda por empregos nos setores de extração e produção de combustíveis fósseis e energia baseada em fósseis poderia diminuir em cerca de nove milhões e quatro milhões de empregos diretos, respectivamente, como consequência dessa transição. Por outro lado, espera-se que cerca de oito milhões de empregos diretos sejam gerados nas áreas de energias renováveis, hidrogênio e biocombustíveis até 2050.

Embora a realocação da força de trabalho seja relevante, sua escala pode ser menor do que em outras tendências, como a automação. No entanto, os trabalhadores afetados pela transição precisarão de apoio, treinamento e requalificação. Setores com produtos ou operações de alta emissão — que atualmente representam cerca de 20% do PIB global — enfrentariam impactos significativos na demanda, nos custos de produção e no emprego. No cenário Net Zero 2050 do NGFS, a produção de carvão para energia quase cessaria até 2050, e a produção de petróleo e gás seria reduzida em aproximadamente 55,0% e 70,0%, respectivamente, em relação aos níveis atuais.

Além disso, setores como o aço e o cimento enfrentariam aumentos nos custos de produção, com elevações previstas de cerca de 30,0% e 45,0%, respectivamente, até 2050. No entanto, certos mercados de produtos de baixo carbono e serviços de suporte experimentariam uma expansão considerável. Por exemplo, a demanda por eletricidade poderia mais do que dobrar até 2050 em comparação aos níveis atuais, impulsionada pela eletrificação e pela adoção de tecnologias de energia limpa.

Os países mais pobres e aqueles dependentes de combustíveis fósseis estão entre os mais vulneráveis às mudanças provocadas pela transição para o zero líquido, embora também possam encontrar oportunidades de crescimento. Esses países são mais suscetíveis a impactos na produção, no capital e no emprego, já que os setores mais expostos à transição representam uma parcela significativa de suas economias. Regiões como a África Subsaariana e a Índia, por exemplo, precisariam investir o equivalente a 1,5 vezes ou mais do que as economias avançadas, como proporção de seu PIB atual, para promover o desenvolvimento econômico e construir uma infraestrutura de baixo carbono.

Dentro das economias desenvolvidas, os efeitos da transição também podem ser desiguais. Nos Estados Unidos, mais de 10% dos empregos em 44 condados estão vinculados à extração e refino de combustíveis fósseis, à energia baseada em combustíveis fósseis e à fabricação automotiva. Ainda assim, todos os países terão oportunidades de crescimento, seja através de seus recursos naturais, como sol e florestas, ou por meio de seus recursos tecnológicos e humanos. Essa redistribuição de oportunidades econômicas dependerá da capacidade de adaptação de cada país e da forma como os investimentos serão direcionados para fomentar tecnologias de baixo carbono e novas indústrias sustentáveis.

Os consumidores podem enfrentar custos iniciais mais altos com a transição para o zero líquido, tendo que gastar mais em eletricidade no curto prazo, especialmente se os aumentos de custo forem repassados. As famílias de baixa renda, em particular, estão em maior risco, pois podem ter menos capacidade de absorver esses custos adicionais. Além disso, os esforços de descarbonização podem alterar hábitos de consumo, exigindo a substituição de bens movidos a combustíveis fósseis, como veículos e sistemas de aquecimento doméstico, e até mudanças na dieta para reduzir o consumo de produtos com alta emissão de carbono, como carne bovina e ovina.

Apesar desses desafios, os custos operacionais para os consumidores podem diminuir ao longo do tempo devido à eficiência das novas tecnologias. O investimento inicial para adquirir bens de baixo carbono, como veículos elétricos (EVs), pode ser compensado por menores custos de operação. Por exemplo, o custo total de propriedade de veículos elétricos está projetado para ser menor do que o de carros movidos a combustão interna (ICE) na maioria das regiões até 2025, tornando essa transição mais viável e econômica no longo prazo.

Outras fontes mostram cálculos similares. O investimento necessário para a transição para uma economia de baixo carbono pode variar de US$ 1,6 trilhão a US$ 3,8 trilhões por ano até 2050, apenas para o setor de energia (IPCC, 2018). As estimativas conservadoras para os custos de mitigação até 2030 chegam a US$ 5,9 trilhões (Standing Committee on Finance, 2021). Para a adaptação, os custos são projetados em US$ 180,0 bilhões anualmente de 2020 a 2030, podendo alcançar US$ 300,0 bilhões por ano até 2030 (Markandya, González-Eguino, 2019). Assim, os países em desenvolvimento precisarão de centenas de bilhões de dólares anualmente para enfrentar as mudanças climáticas, tanto em adaptação quanto em mitigação (Timperley, J., 2021).

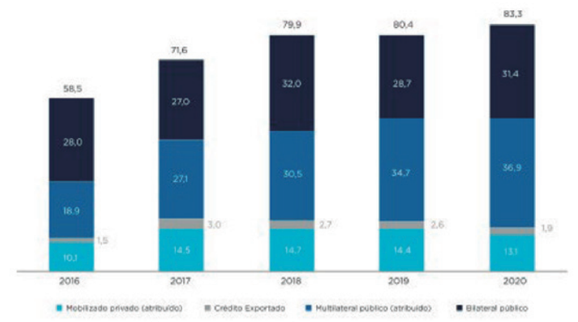
Esse panorama sobre custos é central para compreender os desafios a superar para uma economia descarbonizada. São custos sobre o financiamento, custos decorrentes de decisões empresariais para realizar a reconversão do patrimônio produtivo e/ou efetivar a depreciação antecipada dos investimentos realizados. São também os custos, não menos importantes, do impacto social sobre o trabalho, sobre as preferências e custos operacionais dos consumidores. A soma destes se precificada corretamente expressa cifras de enorme magnitude, refletindo a envergadura do desafio da descarbonização proposta, com o net-zero em 2050. Nesse contexto, não admira que a maioria deseje ganhar tempo. Tempo, que a ciência climática rejeita por razoabilidade e deixa que a magnitude dos custos de remediação das calamidades e os custos de adaptação, mostre cifras tão eloquentes quanto as de mitigação.

A comparação destas estimativas de custos com a realidade mostra um flagrante descompasso entre a provável necessidade de financiamento, para uma conversão efetiva na direção da meta net-zero em 2050, e a realidade. O padrão de financiamento climático, até o momento, mostra, em números, a grandeza do desafio e, do ponto de vista da política de mudança climática, a ausência de mecanismos efetivos, em especial de incentivos à participação privada no que respeita o interesse imediato do setor produtivo, ao menos para aquela parcela crescentemente sensibilizada pela ameaça eminente ao seu ambiente de negócios, representada pelos alertas da ciência climática de um futuro imediato pavimentado por eventos climáticos cada vez mais severos e frequentes.

A OCDE tem monitorado o avanço do financiamento climático fornecidas e mobilizadas por países desenvolvido, implicando recursos públicos e indiretamente privados, desde 2015, elaborando análises periódicas sobre os resultados obtidos, fundamentadas em uma estrutura contábil que segue os padrões estabelecidos na COP24 (Polônia, 2018) — acordada por todos os países signatários do Acordo de Paris — em relação às fontes de financiamento e instrumentos financeiros. A maior parte dos recursos financeiros provém de doações ou empréstimos públicos, que são transferidos de um país para outro, seja diretamente ou por meio de fundos de bancos multilaterais de desenvolvimento.

Segundo a OCDE, em 2020, ano-alvo inicial da meta de US $100 bilhões/ano estabelecida pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), o financiamento climático total fornecido e mobilizado por países desenvolvidos para países em desenvolvimento totalizou US$ 83,3 bilhões. Apesar do aumento de 4% em relação a 2019, o financiamento climático dos países desenvolvidos permaneceu US$ 16,7 bilhões abaixo da meta anual (Gráfico 4).[283]

Gráfico 4 – Financiamento climático total fornecido e mobilizado por países desenvolvidos para países em desenvolvimento[284]



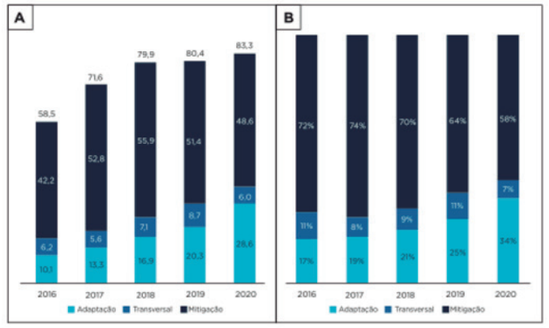
Fonte: FGV-EESP.

[283] PINTO, T. P., VARGAS, D. B., GURGEL, A. C., VALENTE, F. C. *Financiamento Climático: realidades e desafios.* Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas - FGV-EESP, São Paulo, SP, Brasil. 2023.

[284] Há uma lacuna na série de finanças privadas em 2015 que se deve à implementação de metodologias de medição aprimoradas. Como resultado, os fluxos privados para 2015-18 não podem ser comparados diretamente com os fluxos privados para 2013-14, por isso, os dados são apresentados a partir do ano de 2016. Fonte: OCDE, 2022 (Com base em relatórios bienais para a UNFCCC, OCDE DAC e estatísticas do Grupo de Crédito à Exportação, relatórios complementares para a OCDE). O painel (a) mostra a distribuição do financiamento climático fornecido e mobilizado por tipo de estratégia, em US$ bilhões, no âmbito do Acordo de Copenhague; já o painel (b) mostra a distribuição percentual do financiamento climático fornecido e mobiliza- do por tipo de estratégia no âmbito do Acordo de Copenhague.

A maior parte do financiamento climático tem sido destinada a medidas de mitigação, conforme ilustrado nos Gráficos 5A e 5B. O Acordo de Paris tinha como objetivo alcançar um equilíbrio entre projetos de mitigação e de adaptação. Embora a proporção de recursos alocados para adaptação tenha aumentado ao longo do tempo, passando de 17% do total em 2016 para 34% em 2020, ainda longe de representar metade do orçamento disponível.

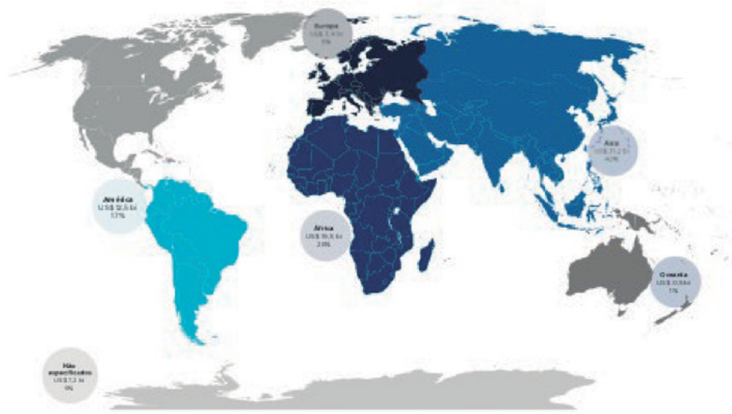
Gráfico 5A e 5B – Investimentos em adaptação, mitigação e transversais



Fonte: FGV-EESP.

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que os países em desenvolvimento necessitam de, no mínimo, US$ 70 bilhões anuais para cobrir os custos de adaptação. Em 2030, esse valor pode chegar a cifras entre US$ 140 bilhões e US$ 300 bilhões. Em 2020, foram disponibilizados apenas US$ 28,6 bilhões para essa finalidade, conforme ilustrado no Gráfico 5A.[285]

Quadro 4 – Distribuição Financiamento Climático no mundo

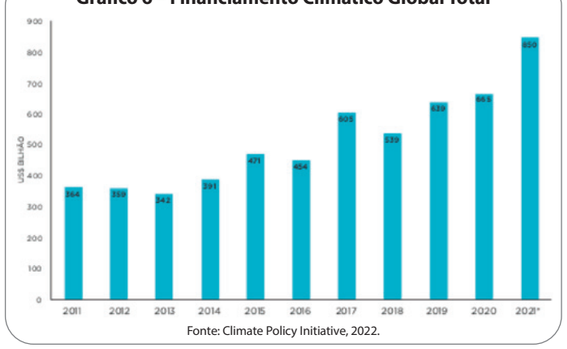


Fonte: FGV-EESP – Baseado em relatórios bienais para a UNFCCC, OCDE DAC e estatísticas do Grupo de Crédito à Exportação, relatórios complementares para a OCDE.

Entre 2016 e 2020, a Ásia foi a região que mais recebeu recursos, totalizando 42% do financiamento, seguida por África (26%), Américas (17%), Europa (5%) e Oceania (1%). Em relação aos grupos de renda, os países de renda média-baixa foram os principais beneficiários, com 43% do total, seguidos por países de renda média-alta (27%), baixa renda (8%) e alta renda (3%) – Quadro 4.

Reconhecendo que o financiamento climático vai além do apoio público porquê do interesse do setor privado, especialmente após o compromisso do Acordo de Copenhague, a Climate Policy Initiative realiza uma análise abrangente dos fluxos financeiros climáticos globais por meio do Global Landscape of Climate Finance (Panorama Global de Financiamento Climático). Este monitoramento abrange todos os investimentos primários, tanto de atores públicos quanto privados, em iniciativas que visam reduzir emissões e aprimorar a adaptação e a resiliência às mudanças climáticas.

Gráfico 6 – Financiamento Climático Global Total



Fonte: Climate Policy Initiative, 2022.

O financiamento climático global total quase dobrou na última década, acumulando US$ 4,8 trilhões entre 2011 e 2020, o que representa uma média de US$ 480,0 bilhões por ano, chegando a US$ 665,0 bilhões em 2020, conforme mostrado no Gráfico 6. Embora tenha apresentado uma tendência de aumento, com uma taxa média de crescimento de 7% ao ano, as estimativas indicam que os investimentos precisam ser ainda muito maiores para alcançar um cenário de aquecimento global de 1,5 °C. Até 2030, seria necessário mobilizar pelo menos US$ 4,3 trilhões anuais para evitar os piores impactos das mudanças climáticas (Climate Policy Initiative, 2022).

Gráfico 7 – Financiamento Climático Global para iniciativas de adaptação

Fonte: Climate Policy Initiative, 2022.

O financiamento privado para medidas de adaptação cresceu a uma taxa média de 16,7% ao ano, superando o crescimento de 6% ao ano para mitigação, mas ainda representa uma parcela menor do total. As medidas de adaptação, embora gerem economia a longo prazo, exigem custos iniciais altos, o que é desafiador para muitas economias em desenvolvimento (Fundo Monetário Internacional, 2022). Por outro lado, iniciativas de mitigação, como a instalação de paineis solares, oferecem retornos financeiros mais imediatos – Gráfico 7.

Não faltam hipóteses críveis para explicar a lenta mobilização para enfrentamento à mudança climática apesar dos riscos serem aferíveis e crescentes do ponto de vista dos seus custos. Mas pode-se afirmar que essa dificuldade é também reflexo de dificuldades do ponto de vista da governança climática global. Realizadas 28 COPS, não se pode omitir avanços que tem havido. O problema é definitivamente a escala e a velocidade incompreensíveis diante da severidade dos riscos à humanidade. Enumerá-los e expor a consequência desses riscos para economia, seres humanos e ambientais foge ao escopo desse artigo, mas há uma vasta literatura a respeito.

Um estudo recente publicado na revista Nature revela que, mesmo com reduções drásticas nas emissões de CO2, a economia global poderá enfrentar uma queda de renda de 19% até 2050 devido às mudanças climáticas. Essa projeção, realizada por cientistas do Instituto Potsdam de Pesquisa de Impacto Climático, aponta para danos anuais que podem chegar a 38,0 trilhões de dólares, variando entre 19,0 e 59,0 trilhões, principalmente por conta do aumento das temperaturas e mudanças nos padrões de precipitação. O estudo inova ao utilizar dados detalhados de mais de 1.600 regiões ao longo de quatro décadas, considerando os impactos climáticos no crescimento econômico em um horizonte temporal mais próximo, permitindo uma avaliação mais precisa dos danos em níveis subnacionais[286] (CEE-Fiocruz 24.04.2024)[287].

Pensar o Brasil em 2045, nesse contexto, impõe lembrar que qualquer cenário e roteiro deverá considerar que a despeito de avanços substantivos sendo realizados em termos de política climática para mitigação e adaptação os resultados estarão fortemente ancorados no devir de ao menos três grandes incertezas

A primeira dessas, talvez a mais significativa, implica na constituição de um novo padrão de financiamento verde, tal como é conhecido hoje. Numa referência à criação e oferta de novas fontes de recursos, advindas, em grande parte, de créditos de carbono, decorrentes da compensação de emissões de carbono, outra parte na forma de pagamentos para recuperação e manutenção de serviços ambientais, como água, biodiversidade, cobertura vegetal natural, serviços, muitos deles, em processo crítico de degradação e próximos de um ponto de não retorno. Providos pelo setor privado como compensação transitória entre um dano ambiental promovido por agente, bem ou serviço, temporariamente aceitável e iniciativas de restabelecimento das condições hipoteticamente originais dos serviços ambientais afetados. Razão pela qual tem-se a criação de um mercado fortemente dependente de regulação, ancorado numa combinação, aparentemente virtuosa, de parâmetros técnicos e o exercício das regras de oferta e demanda. Nesse contexto aparece outra incerteza, relacionada às condições para o exercício da regulação, para cumprimento dos compromissos advindos desse ambiente de negócios. Segundo o estudo da McKinsey estimativas dos gastos anuais em ativos físicos para uma transição líquida zero excedem em um grau significativo as estimativas de gastos totais de US$ 3,0 trilhões a US$ 4,5 trilhões, entre agora e 2050, que análises anteriores produziram.

A segunda refere-se a falta de uma governança climática resolutiva e consistente. É indispensável o estabelecimento de uma governança séria, confiável e de regras claras, que dê segurança à geração de resultados reais diante das múltiplas formas de captação e aplicação desses recursos, em especial na mitigação das emissões de CO2. A experiência internacional mostra-se ambígua quanto aos resultados obtidos, em decorrência muitas vezes da dificuldade em valorar e padronizar o custo e preço da manutenção dos serviços ambientais.

[285] Uma das razões para essa discrepância é que o conceito de financiamento para adaptação, assim como as metodologias para seu monitoramento, é menos avançado do que os relacionados à mitigação. Além disso, há lacunas significativas de dados sobre o financiamento da adaptação, especialmente no setor privado (Climate Policy Initiative, 2022).

[286] KOTZ, Maximiliano, LEVERMANN, Anders e WENZ, Leonie. The economic Commitment of Climate change. Journal Nature nº 628, 551-557, 17/04/2024.

[287] Mudanças Climáticas e Economia: Estudo Revela Impacto Global de US$ 38 Trilhões CEE-Fiocruz.

Para que a transição para o zero líquido seja bem-sucedida, governos e empresas precisariam agir com unidade, determinação e uma engenhosidade sem precedentes, ampliando seus horizontes de planejamento e investimento enquanto tomam medidas imediatas para gerenciar riscos e aproveitar oportunidades. As empresas, em particular, teriam que definir, executar e aprimorar planos de descarbonização e compensação para suas emissões.[288]

Com o tempo, essas empresas precisariam ajustar seus modelos de negócios à medida que as condições evoluem e novas oportunidades surgem, integrando fatores relacionados ao clima nos processos de tomada de decisão estratégica, financeira e de planejamento de capital, entre outros. Além disso, seria fundamental que colaborassem com outras partes do seu setor, incluindo investidores, cadeias de suprimentos, clientes e reguladores, para liderar ações conjuntas.

As instituições financeiras teriam um papel central na realocação em larga escala de capital, ao mesmo tempo em que gerenciam seus próprios riscos e identificam oportunidades. Governos e instituições multilaterais, por sua vez, poderiam empregar políticas, regulamentações e incentivos fiscais, tanto existentes quanto novos, para incentivar a transição, apoiar grupos vulneráveis e promover a cooperação coletiva(McKinsey e ChatGpt).

Dada a escala e o ritmo necessários para a transição, muitas das instituições atuais precisariam ser reformuladas, e novas instituições teriam que ser criadas para disseminar melhores práticas, estabelecer padrões e mecanismos de monitoramento, impulsionar o capital em escala, gerenciar os impactos desiguais e garantir uma maior coordenação dos esforços globais (McKinsey e ChatGpt).

Há uma terceira incerteza que impacta as duas anteriores, o desenvolvimento tecnológico, a capacidade de apropriação por parte do Brasil e as rotas tecnológicas do processo de difusão tecnológica. Trata-se de identificar os custos e possíveis limitações na adoção dessas tecnologias no amplo espectro de atividades produtivas com perspectivas de descarbonização. (Vide projeções do programa de transição energética, CEBRI/EPE; Projeções da COOP/UFRJ, NDC 3.0 um Roteiro para o Brasil Liderar). Numa dimensão mais ampla a dinâmica econômica, social e ambiental das próximas duas décadas estará centrada na busca de um novo padrão de produção e consumo que harmonize essas três frentes numa só direção, a sustentabilidade baseada num termo ainda polissémico, a economia verde. Alguns sinais dados por especialistas mostram as características desta trajetória.

> Do ponto de vista setorial, o crescimento para os próximos anos será impulsionado em grande parte pelas inovações tecnológicas e pelas forças econômicas, sociais e políticas que elas geram. A IA generativa, as ciências da vida e a energia sustentável trarão uma gama ampla de reações no nível empresarial, e setores como defesa, saúde e segurança cibernética também serão aqueles para se observar[289].

A principal equação para o enfrentamento à emergência climática, financiamento, governança e a capacidade de geração e difusão tecnologias, possui uma variável dependente não menos relevante e de graves consequências se compreendida como periférica. Associada à política de mudança climática encontram-se imbricadas as demais agendas da política ambiental. A constatação de que o padrão de produção e consumo tem, historicamente, afetado a manutenção da oferta de água doce, a conservação e preservação da biodiversidades, bem como a qualidade ambiental do ecossistema urbano e não urbano, como os oceanos, abundam evidências do seu agravamento com os níveis cada vez mais críticos de emissões de gases de efeito estufa, e crescimento das incertezas sobre o regime de chuvas seguidos dos períodos de secas cada vez mais inconstantes, a despeito dos enormes avanços realizados pela ciência da climatologia apoiada nas demais ciências associadas, como a matemática, a física, a química. Isso nos leva à razão do título deste artigo: Brasil 2045 – uma agenda ambiental ancorada na emergência climática.

O pressuposto é que o futuro do Brasil está indissociavelmente atrelado à resolubilidade de uma agenda ambiental cujo eixo passou a ser a emergência climática. A superação dos desafios para um Brasil desenvolvido, social e ambientalmente justo passa pelo enfrentamento das quatro agendas simultaneamente. É o reconhecimento de uma temática que afeta transversalmente todos os quadrantes da vida humana. Formam um conjunto de vetores interdependentes e convergentes com a direção que deve delinear a cena desejada de um Brasil em 2045.

O relatório embora coloque magnitudes, curiosamente, pouco conhecidas em termos econômicos e sociais que magnificam os desafios da transição, ele mostra-se otimista quanto aos ganhos de uma transição ordenada, frontal e abrangente no que respeita os países compromissados.

> As recompensas da transição para o zero líquido excederiam em muito a mera prevenção das deslocações substanciais e possivelmente catastróficas que resultariam de mudanças climáticas ininterruptas, ou os benefícios consideráveis que elas implicam na conservação do capital natural. Além das oportunidades econômicas imediatas que elas criam, elas abrem possibilidades claras para resolver desafios globais em termos físicos e relacionados à governança. Isso inclui o potencial para um declínio de longo prazo nos custos de energia que ajudaria a resolver muitos outros problemas de recursos e levaria a uma economia global visivelmente mais próspera. Mais importante, elas pressagiam soluções decisivas para desafios econômicos e políticos globais antigos como resultado do ritmo e escala sem precedentes de colaboração global que tal transição teria exigido. E embora as tarefas imediatas que temos pela frente possam parecer assustadoras, a engenhosidade humana pode, em última análise, resolver a equação net-zero, assim como resolveu outros problemas aparentemente intratáveis nos últimos 10.000 anos. A questão-chave é se o mundo pode reunir a ousadia e a resolução necessárias para ampliar sua resposta durante a próxima década que, em todos os aspectos é essa probabilidade que decidirá a natureza da transição.

Tolhido pela incerteza, o futuro até 2050 é uma incógnita para o mundo como para o Brasil, desestimulando qualquer prognóstico de qual a cena de chegada do Brasil em 2045. O Brasil, examinado pelas iniciativas em curso no enfrentamento a emergência climática permite um contrate melhor e mais otimista quando comparado a perspectiva em curso ao nível global. A qualidade do Plano Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), na sua versão mitigação e adaptação, a ser lançado pelo Governo Federal ainda 2024, assim como o Plano Transformação Ecológica, uma iniciativa do Ministério da Fazenda como contribuição econômica ao PNMC, ou o claro aumento na conscientização dos governos, incluindo os entes federados, e de parcela crescente do setor produtivo são requisitos importantes que permitem inspirar o Brasil desenvolvido, includente e ambientalmente sustentável em 2045. Resta a sombra da quase inação do mundo em termos de amplitude e velocidade da transição para uma economia de baixo carbono, para atingir o net-zero em 2050. Quadro que tem o condão de amplificar a crise climática e ecológica a despeito do esforço nacional. Por isso cabe uma reflexão sobre a estratégia de comunicação e sensibilização que acompanha todos os avanços que se obteve nas 28 COPs realizadas.

O ponto de partida dessa reflexão é que a crise ambiental climática, se revela por meio de sucessivas evidências como uma profunda crise da água, muito mais eloquente em custos sociais, econômicos e ambientais que a silenciosa, lenta, progressiva e perigosa crise climática que entorpece os tomadores de decisões públicos e privados. O que se mostra, ao olhar de todos, é que uma região após a outra, ondas de calor e secas recordes são seguidas por tempestades e inundações destrutivas, cujos custos altíssimos, como mostra o ocorrido no RS, passam a ser argumento para agir, setor público e privado, e criar os mecanismos regulatórios, de governança e de financiamento capazes de mobilizar os vultosos recursos necessários ao atingimento dos Acordos de Paris, o NET zero até 2050[290].

3. Mudança climática: uma questão nacional, ainda mais urgente

Paulo Artaxo[291], nacionaliza a distopia[292] afirmando, "Diante disso temos que nos preparar. Nós estamos vendo apenas o início desse processo". Segundo ele, esse agravamento acarreta maiores riscos para países como Brasil pois ele está entre os mais afetados pelo aumento de temperatura no mundo, dada a sua condição tropical. Tudo indica, que entre 2024 e 2025 vamos superar a meta do Acordo de Paris que limitava em 1,5ºC o aumento da temperatura média até 2100 e vai ser provavelmente impossível ficar em 2ºC. E devemos ir para uma trajetória de 3ºC a 3,5ºC. Se considerarmos um aumento de temperatura de 3°C, em média no mundo, do ponto de vista geográfico as regiões continentais têm um impacto superior e para o Brasil haveria um aquecimento entre 4 ºC e 4,5ºC, até 2100, com graves problemas sociais, de saúde e impactos na economia.

[288] McKinsey Sustainability, McKinsey's Global Energy and Materials Practice, McKinsey's Advanced Industries Practice and McKinsey Global Institute. The net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring. USA, Boston, 2022.
[289] El-Erian, Mohamed A. Navegando grandes transições em uma economia incerta. Project Syndicate, 26 de abril de 2024, Cambridge.
[290] MAZZUCATO, Mariana, OKONJO, Ngozi, ROCKSTRÖM, Johan, and SHANMUGARATNAM, Taharman. A Era da Água Escassa Chegou, em Project Syndicate, 12/09/2024, publicado no Brasil em Outras Palavras. https://www.project-syndicate.org/
[291] Paulo Artaxo é físico, cientista, concentrando seus interesses em temas do meio ambiente (especialmente amazônico), mudanças climáticas/ aquecimento global e poluição do ar, em que é uma autoridade. É Pesquisador do Instituto de Estudos Avançados, da USP. É considerado um dos mais influentes e mais citados mundialmente entre os cientistas do país. Integra o quadro de cientistas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), recebendo com toda a equipe do IPCC o Prêmio Nobel da Paz em 2007.
[292] Jornal Valor Econômico, de 22/08/2024. Desafios climáticos no Brasil: Paulo Artaxo alerta para vulnerabilidades expressivas em meio à crise ambiental de 2023. Paulo Artaxo.

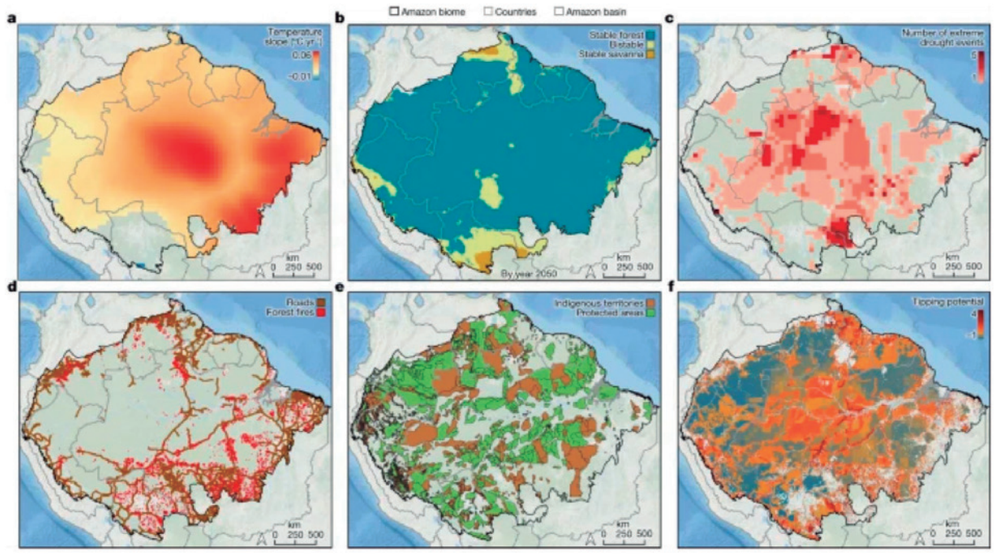
Até 2045, o Brasil deverá enfrentar, com grande probabilidade, um aumento significativo nas temperaturas médias, especialmente em regiões tropicais e subtropicais. O aquecimento global exacerbará a ocorrência de ondas de calor, secas prolongadas e tempestades intensas. As chuvas se tornarão cada vez mais irregulares, com secas severas se concentrando no Nordeste, Centro Oeste e parte da Região Norte, enquanto o Sul e o Sudeste experimentarão um aumento das precipitações, com enchentes e deslizamentos, resultado do excesso de precipitação concentrada em períodos curtos.

Mas o problema deve agravar-se com mudanças na umidade da atmosfera e do solo com 3°C de aquecimento, impactando o regime de chuvas com maiores consequências na Região Norte e Centro Oeste, área de intensa atividade agrícola. Uma questão chave para um país que depende do agronegócio. O Sul em contrapartida vai chover mais. Na área do Cerrado haveria uma redução das precipitações da ordem de 30 a 40% menos, segundo todos os modelos climáticos disponíveis. A Embrapa, em 2019 publicou um estudo relatando esses riscos de restrição hídrica: Déficit de água no Brasil 1986-2040[293]. Ver ainda o Mapa Biomas[294].

O setor agrícola, vital para a economia brasileira, tende a ser diretamente atingido pelas mudanças climáticas. Tende a haver um deslocamento espacial das culturas acompanhando a existência de solos com melhor custo/benefício e produtividades elevadas, exigindo esforço de desenvolvimento tecnológico e velocidade na obtenção de variedades mais bem adaptadas. A redução de áreas agricultáveis, aliada à maior imprevisibilidade das chuvas, podendo comprometer a produção de grãos e outros alimentos essenciais. A produção de soja, milho e café, por exemplo, poderá sofrer uma queda significativa, enquanto a pecuária enfrentará desafios relacionados à escassez de água e à degradação dos pastos.

Estudo brasileiro, acerca da Amazônia, mostra que o aquecimento global está trazendo uma grave degradação do seu ecossistema. Estamos diante de uma transição crítica, de possível não retorno, até 2050[295]. A temperatura média da estação seca é agora mais de 2ºC superior à que foi há 40 anos, em grandes partes da Amazônia central e sudeste. Se a tendência continuar, essas áreas podem potencialmente aquecer em mais de 4ºC até 2050. O estudo revela que em até 25 anos, algo entre 10% e 47% da floresta pode estar gravemente ameaçada.

Figura 5 – Explorando o potencial de uma transição crítica da floresta amazônica, como resultado do agravamento das perturbações climáticas



Fonte: Revista Nature 626, 15 February 2024.

As projeções em base cartográfica mostram esse risco, Figura 5.

a) Mudanças na temperatura média da estação seca (julho-outubro) revelam aquecimento estimado, generalizado, usando regressões simples entre tempo e temperatura observadas entre 1981 e 2020;

b) Classes potenciais de estabilidade do ecossistema estimadas para o ano de 2050, adaptadas das classes de estabilidade atuais;

c) Eventos repetidos de seca extrema entre 2001-2018;

d) Rede rodoviária de onde o desmatamento ilegal e a degradação podem se espalhar;

e) Áreas protegidas e territórios indígenas reduzem o desmatamento e as perturbações por incêndios.

f) Potencial de transição do ecossistema (a possibilidade de a floresta mudar para um estado estrutural ou composicional alternativo) em todo o bioma amazônico até 2050. O potencial de transição por região aumenta da seguinte forma: menos de 0, baixo (em azul); entre 1 e 2 moderados (em amarelo); mais de 2 como alto potencial de mudança (laranja-vermelho).

A Floresta Amazônica, um dos maiores patrimônios naturais do país e do planeta, poderá sofrer sérios impactos. A combinação de desmatamento e aquecimento levará à perda significativa de biodiversidade, ameaçando espécies nativas e comprometendo o papel da Amazônia como reguladora do clima global. No Cerrado, um dos biomas mais afetados pela agricultura e pela pecuária extensiva, o aumento das queimadas e a escassez hídrica serão mais frequentes.

Segundo o estudo, para manter a floresta resiliente, serão necessários esforços locais — como redução de desmatamento e aumento da restauração. Estas iniciativas deverão ser combinadas com esforços globais de redução de emissão de gases estufa. Outros cientistas avançam com medidas mais imediatas, para reverter esse risco: destinar os 30 milhões de ha de florestas públicas ainda não destinadas na Amazônia para conservação, atingir a meta de recuperação de área degradada de 12 milhões de ha até 2030 e de desmatamento zero no mesmo período. As duas últimas já são metas do atual governo. Há uma relação forte entre a perda de biodiversidade e mudanças climáticas, com sérias consequências para a vida humana. Serão extintas milhares de espécies ao longo do século. Há ainda outra dimensão não menos grave, que é a relação entre Saúde dos Ecossistemas, Saúde dos Animais e Saúde dos Humanos em nosso ambiente compartilhado: Conceito da OMS de saúde única. O Ministério da Saúde criou vários programas nessa direção. Produzir alimentos para 10 bilhões de pessoas, no novo clima, será um enorme desafio.

O exame futuro da oferta de água doce para o país mostra risco sério de não haver oferta de água suficiente em quantidade, qualidade e onde o país precisa, até 2045. A perspectiva de partida não é nada confortável para um país que detém 12% das reservas de água doce do planeta, constituindo 53% dos recursos hídricos da América do Sul. Os dados, disponíveis no MapBiomas[296], indicam uma clara tendência de perda de superfície de água em todas as regiões hidrográficas, em todos os biomas do País entre 1985 e 2020. Ao todo, a retração da superfície coberta com água, corpos hídricos naturais e artificiais no Brasil foi de 15,7% desde o início dos anos 90, caindo de quase 20 milhões de hectares para 16,6 milhões de hectares em 2020. Considerando apenas os corpos hídricos naturais, a situação é outra: houve uma queda de 30,8% ou 6,3 milhões de hectares em 2023 em relação a 1985 (Imazon, 26 de junho de 2024). Se examinarmos a posição relativa do Brasil no mundo o quadro é ainda mais grave.[297] O exame sobre os principais fatores responsáveis pela redução da superfície de água no Brasil nos últimos 36 anos sugere considerá-los como incertezas sobre o curso dos eventos futuros relacionados à oferta de água em quantidade adequada às demandas de um país mais populoso e com um setor produtivo mais dependente de água, para agricultura, mineração, indústria de transformação e serviços, todos estes proporcionalmente maiores, acompanhando o crescimento do PIB.

Segundo pesquisador do MapBiomas[298] Água importa considerar: 1) a dinâmica de uso da terra, baseada na conversão da floresta para pecuária e agricultura; 2) alteração de cabeceiras de rios e de nascentes, com perda significativa dos serviços ambientais responsáveis pelo provimento circular de água no planeta; 3) asso-

[293] Embora o estudo não parece disponível no site da Embrapa, ele foi citado por Paulo Artaxo na reunião promovida pelo Presidente da República, com os demais poderes, em 19/09/2024 para discutir os rumos do país face o agravamento da crise climática.
[294] Apresentação da crise climática na reunião dos três poderes, convocada pelo Presidente para tratar de queimadas, dia 19/09/2024. *Presidente Lula faz reunião com os chefes dos poderes para tratar das queimadas - YouTube*. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=uEr1IqLUkiQ.
[295] Flores, B.M., Montoya, E., Sakschewski, B. *et al*. Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature* 626, 555–564 (2024). https://doi.org/10.1038/s41586-023-06970-0

[296] Os dados podem ser conferidos no MapBiomas Água: https://brasil.mapbiomas.org/2021/08/23/superficie-de-agua-no-brasil-reduz-15-desde-o-inicio-dos-anos-90/.
[297] Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% apenas encontra-se nos rios.
[298] https://brasil.mapbiomas.org/2021/08/23/superficie-de-agua-no-brasil-reduz-15-desde-o-inicio-dos-anos-90/.

reamento de rios, lagos e de represas decorrentes de práticas agrícolas inadequadas e perda das matas ciliares; 4) construção de represas em fazendas para irrigação ao longo de rios com diminuição do fluxo hídrico natural e, em maior escala, as grandes represas para produção de energia, com extensas superfícies de água sujeitas a processos de evapotranspiração, com perda de água para atmosfera.

O setor energético também deverá ser afetado, principalmente devido à dependência do Brasil da energia hidrelétrica. A diminuição dos níveis dos reservatórios, causada por secas prolongadas, forçará uma transição mais acelerada para fontes alternativas, como a solar, a eólica, biomassa e hidrogênio, que já ganham relevância no cenário energético do país. A expansão da energia distribuída e a adoção de novas tecnologias para eficiência energética se tornarão estratégias cruciais para manter a estabilidade do fornecimento de eletricidade.

No ambiente costeiro, o Brasil deverá lidar com o aumento do nível do mar e a acidificação dos oceanos, afetando não apenas a pesca, mas também a infraestrutura turística e urbana. Cidades litorâneas, como o Rio de Janeiro e Recife, enfrentarão desafios relacionados à erosão costeira, inundação de áreas habitadas e perda de biodiversidade marinha.

As mudanças climáticas agravarão ainda mais as desigualdades sociais no Brasil. Comunidades mais pobres, que já vivem em áreas vulneráveis, como encostas e margens de rios, serão as mais afetadas por desastres naturais, como enchentes e deslizamentos. A falta de infraestrutura adequada e de políticas públicas de adaptação dificultará a resposta a esses eventos, tornando esses grupos ainda mais vulneráveis.

Além disso, a segurança alimentar estará em risco. A escassez de alimentos, aliada ao aumento nos custos de produção agrícola, resultará em preços mais altos para produtos essenciais, afetando principalmente as populações de baixa renda. A fome e a desnutrição poderão se tornar mais comuns, exacerbando os desafios sociais e de saúde pública.

3.1. Plano Nacional Sobre Mudança do Clima – Mitigação para o net-zero 2050

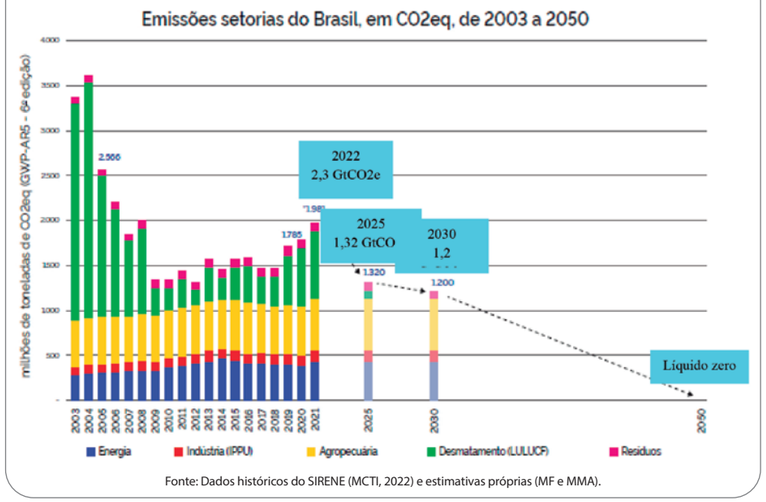
Esse conjunto de evidências é o pressuposto que orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima a ser lançado ainda em 2024 e o Programa de Transformação ecológica, elaborado sob orientação do Ministério da Fazenda. Com pequenas nuances ambos partem do mesmo diagnóstico para atingir a meta de net-zero em 2050. O primeiro elabora estratégia com maior atenção e detalhamento dos efeitos sobre o conjunto das agendas ambientais, em especial sobre a mudança no uso da terra e florestas, responsável por 48% das emissões de CO2 do país, combinando-o com contribuições de descarbonização em seis setores. Traça trajetórias, em base a modelo que persegue solução de menor custo e maior efetividade, isto é, menor esforço humano e financeiro e metas críveis em 2030, 2035, 2045 e 2050. Do desenho mais geral conhecido, o Plano tem o mérito da prudência ao formular cenários e não apenas uma única rota até 2050. Incorpora as incertezas da modelagem, próximo a 10%, parâmetros internacionais, considera as aproximações para o Inventário Nacional de Emissões de GEE (MCTI) algo em torno de 12%, admite a possibilidade de um desempenho menor, relacionado à execução das políticas públicas e, por última deixa de internalizar os impactos da mudança do clima sobre o comportamento da produtividade agrícola e disponibilidade de água, no período.

Tendo por base três cenários, como sugere a boa prática prospectiva, deverá mostrar à sociedade o custo da má escolha, um cenário mantido os níveis atuais de emissões até 2050, puxado por uma ineficiência no combate ao desmatamento, mostrando todas as consequências, algumas delas já relatadas. Deverá apresentar as oportunidades geradas pela melhor escolha, um cenário onde a supressão da vegetação nativa, possível em bases legais, seja reduzida a zero a partir de 2030, bem como perseguir a recuperação de áreas degradadas por vegetação próxima da original. Por último um cenário intermediário, que não consiga atingir a meta de supressão zero do desmatamento legal, como previsto no cenário ideal, devendo aceitar as consequências de uma supressão de vegetação nativa passível de supressão em bases legais reduzida apenas à 25% dos níveis atuais, a partir de 2030, significa aceitar uma redução de 75% das bases vigentes. Nunca é demais lembrar que para além do combate ao desmatamento ilegal, há ainda um estoque de vegetação nativa que legalmente poderia ser suprimida. Nesse caso as políticas deverão ser de promoção e não de comando e controle, oferecendo um valor remuneratório superior ao custo de oportunidade de seu uso para fins agrícolas. Medida válida tanto para o cenário ideal como para o cenário intermediário. Fica evidente que para ocorrerem esses dois cenários há necessidade de compensação financeira a ser coberta em grande medida por créditos de carbono vindo de países, geralmente mais desenvolvidos, onde a descarbonização deverá levar mais tempo, devido aos custos da depreciação acelerada do patrimônio produtivo, incluindo infraestruturas, além do custo social e econômico muito maior que a de países como o Brasil. A solução para estes será compensar com créditos de carbono o que não será possível descarbonizar até 2050, obedecendo as NDCs de cada país. A aposta destes dois cenários repousa,

aparentemente no mercado de carbono, pagamento por serviços ambientais, entre outros mecanismos de financiamento à preservação e conservação ambiental.

O mercado de carbono, atualmente incipiente e voluntário, deve dar lugar a outro regulado, com metas de descarbonização setorial e regras para lisura e transparência dos compromissos de quem compra e quem vende créditos de carbono. Tramita, no Congresso projeto de lei com esta finalidade, assim como deve ser criada a Autoridade Climática. Dois instrumentos indispensáveis e complementares. O Projeto de Lei 2.148/2015, passou pela Câmara no final de 2023 e está agora no Senado como PL 412/2022. Ele prevê a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), estabelece tetos para emissões e prevê regras para a venda de títulos de compensação. Cria limites de emissões de gases do efeito estufa para as empresas. As que mais poluem devem compensar as emissões com a compra de títulos. Por outro lado, as empresas que não atingirem o teto de emissões recebem cotas que podem ser vendidas no mercado.

Gráfico 8 – Compromisso brasileiro vigente. Dados de 2021 (MCTI, 2022) estimados a partir de correlação com as emissões calculadas pelo Observatório do Clima/SEEGo



Fonte: Dados históricos do SIRENE (MCTI, 2022) e estimativas próprias (MF e MMA).

Vale lembrar, contudo, que os desafios desse mercado não deverão se limitar à criação de um regime regulatório avançado. Há pelo menos dois outros a superar. O livre mercado de oferta e demanda de créditos de carbono pode afetar as necessidades de compensação do setor produtivo nacional, na medida que a enorme demanda dos países mais desenvolvidos tende a inflacionar os preços da tonelada de carbono, dada a capacidade de oferecer um preço mais alto pela tonelada de carbono suprimido que o mercado nacional. Isso poderia levar o setor produtivo nacional, sobretudo os mais vulneráveis, pela baixa capacidade tecnológica de zerar emissões, a reagir contra as obrigações de descarbonização.

Esse mesmo livre mercado pode afetar o Brasil no cumprimento de descarbonização expresso no seu NDC. Todos os países têm compromissos fixados nos seus NDCs até 2050, podendo haver uma exportação desses compromissos dos países com mais facilidades de atingir os seus NDCs para os países mais gravemente afetados pelos seus compromissos de descarbonização. Em outras palavras, o Brasil que tem a chance de atingir mais rapidamente e com folga seu compromisso de descarbonização, fixado no seu NDC, ao ver seus créditos migrarem para o estrangeiro, terá como resultado final redução de sua capacidade de atingir o seu compromisso até 2050 em favor de países com maior poder aquisitivo e com dificuldades para cumprir com seus compromissos de descarbonização. Estes, se nada for feito, terão minorado os custos sociais e econômicos de redução de emissões de CO2 da sua matriz produtiva à custa de países com maior solvabilidade em créditos de carbono como o Brasil.

O Brasil estabeleceu metas climáticas ambiciosas, que estão entre as mais desafiadoras do mundo. A atual Contribuição Nacional Determinada (NDC), revisada em outubro de 2023, prevê uma redução de 48,4% das emissões em relação aos níveis de 2005 até 2025, seguida por uma redução de 53,1% até 2030. Isso resultará em emissões totais de 1,2 gigatoneladas de CO2 equivalente, com o compromisso de alcançar a neutralidade de emissões líquidas até 2050. Trata-se de uma trajetória fixada, considerando o desempenho setorial e compensações entre setores com o melhor custo-efetividade para economia como um todo (Gráfico 8).

3.2. Plano Nacional Sobre Mudança do Clima – Adaptação

Nos últimos vinte anos, as mudanças climáticas afetaram mais de 125 milhões de brasileiros e só nos últimos dez anos, 93% dos municípios brasileiros enfrentaram desastres naturais relacionados a eventos extremos. A situação é agravada pela baixa capacidade de adaptação à mudança climática, pois 3.679 dos 5.570

municípios apresentam essa capacidade como baixa ou muito baixa[299]. Isso resulta em danos materiais significativos, perdas econômicas e muitas vidas humanas.

O quadro não é diferente, considerando apenas a última década (2014-2023): 83% dos municípios brasileiros atingidos; R$ 421,26 bilhões em danos materiais, 1,57 milhão de moradias danificadas e mais de 28⁰ mil destruídas; 117,41 milhões de pessoas afetadas, sendo 4,98 milhões de forma direta[300]. Nesse período, o Sul acumulou os maiores danos materiais e perdas financeiras (38,7%), seguido do Nordeste (29,7%) e do Sudeste (20,2). Importa destacar que 55% do total de perdas, mencionadas ocorreram entre 2020 e 2023. Mostra um possível agravamento e uma incerteza ainda maior sobre o futuro, tanto mais grave quanto nos alargamos para um Brasil 2045. A pera econômica no Brasil em 2023 é 10 vezes superior ao registrado em 2008[301]. O Plano faz um alerta: se mantido o ritmo de emissões e desmatamento, a queda na biodiversidade poderá chegar a 45% em 2050.

As previsões para o Brasil apontam para um aumento das temperaturas e uma diminuição e concentração das chuvas, o que intensificará a ocorrência de desastres naturais, doenças, perdas na agricultura e insegurança alimentar, entre outros impactos graves para a população e a economia do país. O Brasil tem vulnerabilidades graves, decorrentes em parte de sua posição geográfica e por outra de sua enorme desigualdade social, com maior parte da sua população vulnerável, exposta aos eventos climáticos.

Uma destas vulnerabilidades está numa economia com forte presença do agronegócio. Este pode não ser tão viável num horizonte mais largo, se não houver forte investimento em tecnologia e uma adequação entre aumento progressivo da produtividade agrícola e redução gradual das emissões de CO2. Esse cenário afeta a segurança alimentar, devido à redução de áreas aptas para produção agrícola, variando conforme o cultivo, podendo chegar até cerca de 80% para cultivos mais sensíveis ao estresse hídrico em cenários mais pessimistas. Com maiores períodos de seca e variabilidade no regime de chuvas, haverá mais necessidade de irrigação, especialmente no Cerrado e na Caatinga. Estima-se um aumento de 66% na demanda por irrigação até 2040 (ANA), 2021b in PNA), sugerindo um contexto de disputa e exigindo arbitragem para compatibilizar com outros usos.

A importância da hidroeletricidade na matriz energética, dependente do clima, com o regime de chuvas incerto, representa outra grande vulnerabilidade. A comparação entre a década de 2003 a 2012 com a de 2013 a 2022, mostra a diminuição de aproximadamente 27% do armazenamento equivalente ou Energia Armazenada (EAR), uma evidência sobre a redução da disponibilidade energética advinda dos recursos hídricos[302]. Segundo estimativas desenvolvidas para 4ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2021), o efeito da mudança do clima nas vazões e na Energia Natural Afluente (ENA) indicam cenários de redução entre 6% e 41% de capacidade de geração hidrelétrica no Brasil.

A escassez hídrica e o abastecimento de água é um fenômeno que nas últimas décadas, todas as regiões do Brasil experimentaram impactos relacionados à escassez hídrica. Os registros mostram que esses impactos vêm se tornando cada vez mais frequentes, devido principalmente às mudanças no padrão de chuva, ao aumento do uso da água em zonas agrícolas, à intensificação do desmatamento e outras alterações no uso e ocupação do solo. Exemplos sistematizados em estudos para as regiões Nordeste e Sudeste mostram: secas intensas na região Nordeste por setes anos seguidos, entre 2011 e 2017, afetando mais de 80% dos municípios (IBGE 2017, in PNA). Na região Sudeste, a capacidade de produção da indústria, de geração de energia, a produtividade da agricultura e até o funcionamento de hospitais e escolas foram comprometidos, assim como o sistema Cantareira de abastecimento urbano, em São Paulo (Nobre *et al.*, 2016 in PNA). As atividades na Hidrovia Tietê-Paraná, uma das mais importantes do país, também foram afetadas (ANA, 2019 in PNA), assim como a safra de cana-de-açúcar, principalmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais (ÚNICA, 2014; Nobre *et al.*, 2026 in PNA).

A escassez hídrica está relacionada a secas prolongadas, resultantes da diminuição dos volumes de água verde devido à destruição da vegetação nativa e à erosão da biodiversidade. Também contribui para essa escassez a perda de água azul, com uma redução alarmante da lâmina d'água nos últimos anos, causada pela combinação da perda de biodiversidade e períodos prolongados de seca. Apesar de ser o país com a maior quantidade de água doce disponível, o Brasil pode enfrentar, nos próximos 20 anos, uma escassez hídrica estrutural, afetando também as reservas hídricas subterrâneas, especialmente com o aumento da irrigação para atender à demanda agrícola. Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024), a disponibilidade hídrica pode cair mais de 40% em regiões do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e parte do Sudeste até 2040. No Sul, a tendência é oposta, com um aumento da disponibilidade hídrica de até 5% no mesmo período.

[299] Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2024).
[300] Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2024), extraído do Plano Nacional de Adaptação, atualmente em consulta pública no Participa+Brasil.
[301] Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2024).
[302] Relatório das Ações e Indicadores Globais do Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização do País (MME 2023).

Estresse térmico e ondas de calor são outras das ameaças que as iniciativas de adaptação deverão enfrentar. Na última década, cidades como Brasília, Fortaleza, Manaus, Rio de Janeiro e São Paulo têm enfrentado um aumento significativo do número de horas consecutivas de estresse térmico. Significa que condições meteorológicas que excedem a capacidade do corpo humano de suportar sem sofrer problemas de saúde tornaram-se mais frequentes e prolongadas, chegando a durar até 12 horas. As regiões Norte e Nordeste, chegaram a experimentar mais de 50 ondas de calor por ano (Miranda *et al.*, 2023 in PNA). Isso tem gerado impactos na saúde dos brasileiros complexos e de diversas dimensões. Doenças são resultantes de processos biológicos, sociais e ambientais, articulados entre si, no nível individual e coletivo, com aumento dos custos, a sobrecarga do sistema e dos trabalhadores de saúde, e os efeitos crônicos, entre outros.

Isso se pode dizer dos riscos advindos dos 8.500 km de área costeira, abrigando a parcela densa da população do país, exposta ao aumento do nível do mar que pode aumentar de 1 a 1,5 m até o final do século. O risco de o Nordeste brasileiro tornar-se pouco viável em algumas décadas, transformada numa região árida e com temperaturas extremas de calor são uma possibilidade real, quando cotejadas às possibilidades de aumento de temperaturas muito acima dos 1,5ºC aceitáveis face a menor incidência de eventos climáticos extremos que geraria.

São todas vulnerabilidades de grande magnitude que concorrem com a urgência de dotar o país de um conjunto amplo de iniciativas de adaptação com vistas a atribuir resiliência às populações, a base produtiva e as infraestruturas locadas nas regiões mais vulneráveis a incidência de eventos climáticos extremos.

Essa é a tarefa do Plano Nacional de Adaptação, associado ao Plano Nacional de Mitigação dos Gases de Efeito Estufa, ambos em elaboração e apresentados ainda este ano, 2024. Ele é uma revisão do Plano Nacional de Adaptação (PNA) de 2016, sob o reforço da Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024, agora integrado ao Plano Clima Mitigação. Ele incorpora as lições apreendidas do PNA-2016, tais como assegurar uma estrutura de governança que ao mesmo tempo coordena as ações de 16 setores, envolvidos, ao nível do Governo Federal, e cria sistema de defesa civil integrado entre os três níveis federativos. Avança quando define metas e responsabilidades, atreladas a indicadores. Reconhece o que a experiência recente mostrou, a necessidade de ampliar a capacidade administrativa ao nível estadual e, sobretudo municipal, medida associada ao provimento de meios. Meios, que tem se mostrado flagrantemente insuficientes e pouco aderentes às necessidades de uma adaptação e resiliência que considere as singularidades do ecossistema, denominada Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE). Conceito que inova quando aplica lentes de justiça climática e de Adaptação baseada em Ecossistemas, com vistas a orientar a priorização de comunidades mais vulneráveis e a conservação e restauração dos ecossistemas como parte fundamental das estratégias de adaptação Quadro 5. Essa estratégia utiliza a gestão ecológica para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade de pessoas, atividades e ecossistemas, uma vez que a biodiversidade ajuda a amortecer os impactos da mudança climática em nível local. Assim, a restauração e conservação dos biomas, junto à manutenção dos serviços ecossistêmicos, são essenciais para fortalecer a resiliência climática dos setores e das comunidades que deles dependem.

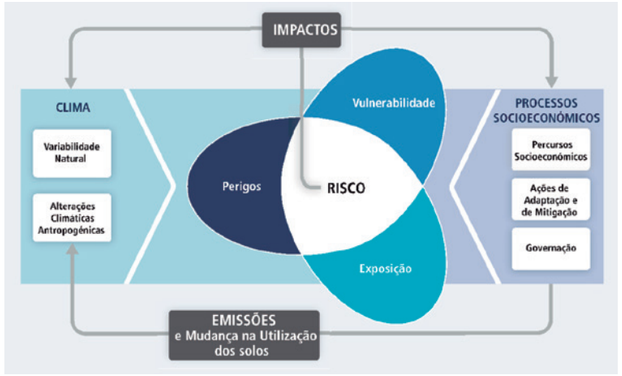
O Plano segue as boas práticas ao nível internacional e as orientações do Comitê de Adaptação (UNFCCC, 2019). Embora, atualmente, a adaptação ao clima no mundo é majoritariamente fragmentada, de pequena escala e incremental. Ela tende a ser específica para setores, visando responder a impactos e riscos imediatos, com um foco maior no planejamento do que na implementação. Usa o

Quadro 5 – Mostra a relação entre as diversas ameaças que os processos de adaptação devem considerar

Fonte: Comissão Global de adaptação, 2019.

conceito de risco climático, mais contemporâneo, aquele que resulta de processos do clima, isto é, mudanças nos padrões de temperatura e precipitação, quanto socioeconômicos, considerando as vulnerabilidades no presente e em cenários futuros, mapeando o risco examinando como essas variáveis evoluem e interagem o longo do tempo, sendo dinâmicos e complexos. O Quadro 6 mostra de forma iterativa esse conjunto de variáveis, referência de como o IPCC, entende o enfrentamento a mudança climática do ponto de vista de processos de adaptação e compromisso com o aumento da resiliência das comunidades e setores produtivos mais expostos e vulneráveis[303]. Lembrando que os benefícios da adaptação e mitigação ocorrem em períodos diferentes, mas sobrepostos. Assim as estratégias para serem efetivas devem se orientar por um processo contínuo, progressivo e iterativo[304].

Quadro 6 – referencial base definir o modelo de planejamento, implementação e monitoramento de resultados

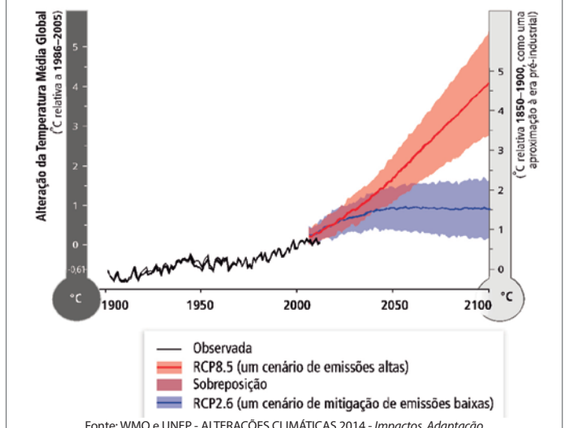


Fonte: WMO e UNEP - ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014 - *Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* - Resumo para Decisores 2014.

Para o IPCC, os cenários de adaptação devem considerar ao menos três roteiros, de acordo com o aumento médio das temperaturas ao nível global, observando a evolução temporal das temperaturas médias, Figura X e ao nível regional, Gráfico 9.

Ambas as figuras se referem a alterações observadas e previstas na temperatura média anual da superfície. O Quadro 7 apresenta a compreensão dos riscos relacionados com o clima no Relatório AR5. Ilustra a alteração da temperatura observada até a data e o aquecimento previsto sob condições de altas emissões contínuas e no âmbito de uma mitigação ambiciosa.

Gráfico 9 – Referencial base definir o modelo de planejamento, implementação e monitoramento de resultados



Fonte: WMO e UNEP - ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014 - *Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* - Resumo para Decisores 2014.

O Plano faz projeções para a mudança do clima no Brasil, base para definir as necessidades temporalmente e regionalmente. O estudo analisa cenários de aquecimento futuro de 1,5ºC e 2ºC, correlacionando essas mudanças com 14 ameaças climáticas em cinco macrorregiões brasileiras. Essas regiões foram escolhidas devido à sua importância para os setores e temas abordados no Plano Clima Adaptação. A avaliação também considera a estimativa do nível de evidência dos sinais de mudança, o que ajuda a mensurar as incertezas e a orientar estratégias efetivas.

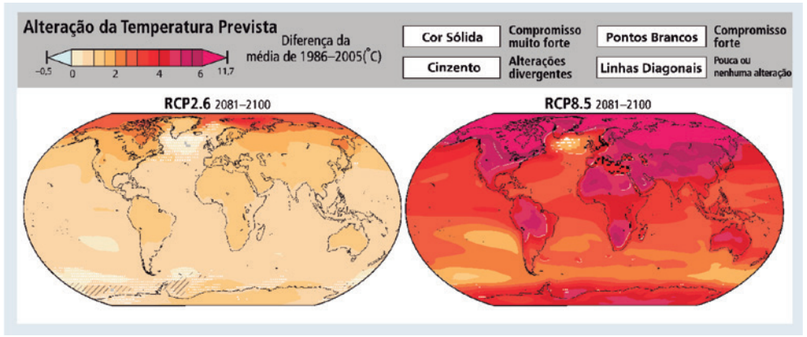
Em síntese, as mudanças mais plausíveis, aquelas com maior certeza de ocorrerem no futuro[305], são:

- Aumento de temperatura e de ondas de calor em todas as macrorregiões;
- Aumento de chuva anual na região Sul;
- Aumento de chuva extrema nas regiões Norte, Sudeste e Sul;
- Aumento de secas nas regiões Nordeste, Centro-oeste e Sudeste;
- Aumento de vento severo nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul
- Aumento do nível do mar, da temperatura do mar, ondas de calor marinha e acidificação do oceano em toda costa brasileira.

[303] ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014 - *Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* - Resumo para Decisores. Edição Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP. Lisboa - Portugal.
[304] WISE et al. 2014; SIPSON et al., 2020; IPCC, 2022.
[305] A maioria das tendências, observadas e futuras, de mudança do clima possuí uma alta confiança e indica futuros prováveis de ocorrer.

O Plano leva em conta a capacidade de enfrentar eventos climáticos compostos, que ocorrem simultaneamente ou em sequência, gerando impactos mais significativos e complexos do que eventos isolados. Por exemplo, uma seca severa combinada com uma onda de calor pode causar escassez de água e aumentar o risco de incêndios florestais. Da mesma forma, a combinação de chuvas intensas com marés altas e elevação do nível do mar pode resultar em inundações costeiras graves. Além disso, secas seguidas de chuvas fortes podem levar a enxurradas e inundações, pois o solo ressecado e sem vegetação se torna menos permeável, resultando no escoamento da água em vez de sua absorção. (IPCC, 2023)

Quadro 7 – referencial para orientar o planejamento de processos de adaptação e construção de ambientes resilientes



Fonte: WMO e UNEP - ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014 - *Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* - Resumo para Decisores 2014.

Estima-se que o custo da inação represente a perda de R$ 1,8 trilhão no PIB e 3,4 milhões de empregos deixariam de ser gerados no país até 2050. O cenário futuro sobre possíveis impactos à segurança hídrica, energética e alimentar sem a implementação de ações de adaptação no país[306]. O resultado é a redução da produtividade, elevação do custo de produção e dos preços[307]. O cenário de impacto (sem ações) foi comparado a um cenário em que ações de mitigação e escala nacional e global seriam implementadas e os impactos climáticos não se agravariam (Cenário de ações). A diferença nos indicadores econômicos entre os dois cenários corresponde ao custo da inação, ou seja, o custo de não promover a adaptação, tampouco a mitigação.

O cenário comparativo revela que, se o Brasil não adotar medidas de mitigação e adaptação, o crescimento acumulado do PIB poderá ser 20,6% menor, o que representa uma média de 0,35% ao ano. No entanto, os custos reais podem ser ainda maiores, pois o estudo não considera despesas relacionadas a desastres, infraestrutura, indústria e moradias, nem os impactos na saúde pública. Em resumo, os custos da inação são significativamente mais altos do que os custos de ação.

O Plano, em consulta pública, se compõem de uma visão, diretrizes, o objetivo geral, os objetivos nacionais (9) e os planos setoriais e temáticos, declina o modelo de gestão do plano e de sua governança de caráter federativo. Contudo, carece de uma definição mais clara das ações e sobretudo dos recursos a serem mobilizados. Segundo o Plano, considera as possibilidades reais de financiamento e recursos do orçamento público e fundos especialmente constituídos, já destinados aos ministérios responsáveis pela execução das ações. Sem o detalhamento resta uma profunda incerteza quanto a viabilidade do Plano, embora seu desenho siga as melhores referências internacionais, entre elas o IPCC.

3.3. Custo financeiro uma incerteza crítica

Fica a impressão de o Plano foi elaborado com o reconhecimento tardio de que o custo dos investimentos em infraestrutura, apoio ao setor produtivo e social, visando a redução dos riscos de novas perdas econômicas e de vidas humanas deve se aproximar gradualmente dos custos de redução dos GEE, à medida que os riscos de um aquecimento médio maior aumentam. A estimativa ganha a força da evidência, confirmada pela severidade dos eventos climáticos extremos dos últimos anos. Se nenhuma atitude for tomada, a economia mundial deverá perder até 18% do PIB com as mudanças climáticas nos próximos 30 anos[308].

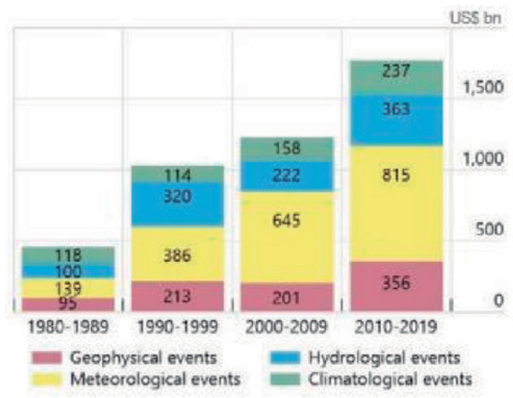
O custo para atender as perdas materiais e as famílias atingidas pelas inundações no RS já somam R$ 109,9 bilhões, até o momento, destes R$ 106,1 bilhões são recursos federais, R$ 3,8 bilhões recursos do Esta-

[306] Cenário projetado em base à modelo econômico de equilíbrio geral computacional e modelo de avaliação integrada, utilizado no Plano.
[307] SCHAFFERR *et al*., 2022.
[308] SWISS RE INSTITUTE, The economics of climate change: no action not an option, 2021.

do do RS, 46% em linhas de crédito, 40% em antecipação de benefícios ou adiantamentos de tributos e 14% de recursos novos[309].

Essa aproximação nos custos tem, contudo, duas profundas e severas diferenças. A primeira é que os custos de adaptação estarão majoritariamente à conta do gasto público, um dever de Estado postado pela urgência, de reduzir o risco climático com aumento da resiliência das populações e do setor produtivo, cuja situação locacional os coloca no centro de novos eventos climáticos, cada vez mais extremos e frequentes. A segunda é que os custos da mitigação dependerão da motivação e financiamento da iniciativa privada, sem correlação imediata com a urgência que a crise climática implica Gráfico 10).

Gráfico 10 – Perda econômica global estimada (em bilhões de dólares) de eventos de catástrofe natural



Fonte: Bank for International Settlements, Banque de France and Munich Re.

O sistema financeiro terá que ajustar a sua estrutura para enfrentar os desafios que estão por vir. A extensão dos prejuízos econômicos sobre a base produtiva, decorrentes desses eventos, tem levado o setor financeiro, o segmento de seguros a refletir sobre a necessidade de incluir um adicional na composição do custo das suas transações, o risco climático, Não por acaso o setor financeiro internacional solicitou ao IPCC um relatório de orientação para definir o risco climático[310]. No lado empresarial as agências de riscos e de auditoria tem passado a adotar uma ampliação na análise de compliance[311] referente ao quesito ambiental do ambiente de negócios, de natureza completamente distinta aos compromissos tradicionais de compliance. Seu cálculo não depende apenas da estratégia da firma e sim de sua combinação com estratégias públicas de securitização locacional contra eventos climáticos extremos. Esse é um item crucial e relativamente novo às tradicionais políticas de desenvolvimento regional e local, com vistas à redução das assimetrias socioeconômicas espaciais. É provável que, se nada for feito, o financiamento privado ao setor produtivo, e à demanda de infraestrutura já escassa em regiões menos assistidas seja ainda mais caro e encontre um capital mais avesso ao risco[312].

A rede *Network for Greening the Financial System*[313] explica em seu relatório *Climate Scenarios for central banks and supervisors* (2021) como os riscos climáticos podem levar a riscos financeiros. O risco climático impacta a economia tanto a nível microeconômico, afetando empresas e famílias, como a nível macroeconômico, gerando impactos agregados. Estes impactos atuam como canais de transmissão para gerar um conjunto de riscos financeiros. Entre os riscos financeiros tem-se risco de crédito, risco de mercado, risco operacional, risco de liquidez e risco de subscrição.

4. A Emergência Climática: Uma oportunidade para um projeto de desenvolvimento inovador, economicamente avançado, socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável

A severidade sem precedentes dos eventos climáticos em curso, nesta terceira década do século XXI, e o conjunto de iniciativas públicas e até mesmo do setor produtivo mostram um Brasil confrontado por um cenário ambiental ambíguo, ou seja, preocupante e ao mesmo tempo promissor, requisito importante para se projetar o cenário futuro de um Brasil 2050, onde a mudança climática tende a pautar os rumos de um novo mundo para bem ou para o mal. O contexto revela simultaneamente avanços na política ambiental do país ao lado de desafios com dificuldades sérias para sua superação.

Numa posição otimista, as qualidades da estabilidade institucional e os fundamentos da economia são lastros para pensar o futuro da nação com as mãos desatadas. Isto é, o enfrentamento às mudanças climáticas, pode ser a oportunidade para a criação de uma estratégia de desenvolvimento que saia da crônica montanha russa para um projeto de desenvolvimento baseado no *catching up*, à semelhança dos tigres asiáticos no século XX[314], alçando o país a pular estágios e sair do tradicional incrementalismo, o máximo da ambição a que chegamos para o crescimento de um país de renda média.

Desde o Acordo de Paris, a mudança do clima tem transbordando as fronteiras da ciência climática e de temas ambientais e passa a influenciar interesses geopolíticos e a ordem econômica e financeira global, conferindo vantagens comparativas importantes aos países, como o Brasil, detentor de grande riqueza ambiental e baixa emissão de carbono de setores chaves de nossa economia, como a energia, transformada em vantagens competitivas. Condição inédita, diante dos desafios da crise ambiental planetária, para custear a ambição do país de cumprir com as metas de mitigação (NDC) mirando net-zero em 2050 e de adaptação climática. Um pacote que tem o apoio de parcela substantiva do setor produtivo, do governo e da sociedade organizada, a ser desenvolvido por meio de projetos econômicos orientados pela descarbonização ou a neutralização das emissões de gases de efeito estufa e de adaptação cada vez mais prementes para reduzir, ao mesmo tempo, o risco climático, critério para atrair investimentos, reduzir o custo do capital e dar atenção às populações mais vulneráveis. Diversas organizações e especialista tem manifestado essas novas expectativas[315].

Um cenário crível é o do país, promovendo ao longo dos próximos 25 anos, prazo para concluir os compromissos de NET zero, iniciativas de descarbonização e de adaptação como alavanca para o crescimento, seja no setor produtivo, seja na área de infraestruturas, com grandes lacunas, quase tudo por fazer, que serão cobertas adotando critérios novos de mitigação e ao mesmo tempo de adaptação para ampliar a resiliência deles.

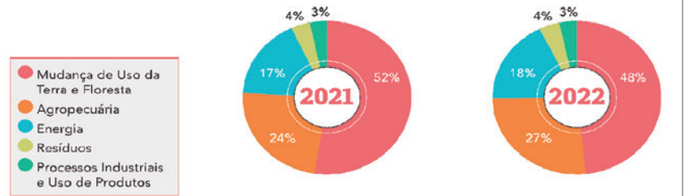
No lado oposto tem-se os países desenvolvidos com um cenário de desafios de grande proporção, diante da necessidade de reconversão por meio de uma depreciação acelerada de seu patrimônio produtivo e de infraestrutura já consolidada. Trata-se de um processo de elevadas perdas, com custos enormes, econômicos e sociais, de magnitudes descritas à frente.

Enquanto o mundo se depara com enormes custos para atingir o NET zero em 2050, o Brasil pode ser receptor para custear os vultosos investimentos baseado nas oportunidades derivadas de um mercado regulado de emissões de GEE, da cooperação internacional, da Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), pagamento por serviços ambientais, entre outras formas de financiamento.

Como diz Paulo Artaxo, nem tudo, nesse quadro, são evidências inconvenientes, há nele também um conjunto grande de oportunidades. Segundo este, o Brasil é, dentre os países, o que tem a maior capacidade de reduzir emissões rapidamente e a um custo mais baixo que os demais. O Brasil, tudo indica, possui condições extremamente favoráveis para reverter essa situação e promover uma significativa redução de suas emissões, especialmente por meio de iniciativas de descarbonização da economia, enfrentando, pela ordem, as principais fontes de emissão de CO2 e dentre estes aqueles segmentos com capacidade de gerar resultados mais imediatos.

O Brasil tem particularidades que o diferenciam do restante do mundo. As principais fontes de emissões de dióxido de carbono no país são as mudanças no uso da terra e das florestas (especialmente o desmatamento, ou LULUCF na sigla em inglês), responsável por 48% do total de emissões de CO2 do país e a atividade agropecuária, encarregado por outros 27%. Juntas respondem por 75% dos gases de efeito estufa emitidos no país, seguido da matriz energética responsável por outros 18% (Observatório do Clima, 2022), Gráfico 11.

Gráfico 11 – Participação dos setores no perfil das emissões brasileiras em 2021 e 2022



Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), Observatório do Clima.

[309] Valores do Painel da Reconstrução do Jornal Zero Hora que monitora os valores prometidos e aplicados, dia 24/10/2024: https://gauchazh.clicrbs.com.br/especiais/painel-da-reconstrucao/dados-gerais.

[310] UN environment programme – finance initiative, April 2024. É um Relatório de Cenário de Risco Climático de 2024, elaborado com a ambição de aumentar a transparência do mercado e diminuir a lacuna entre as instituições financeiras e a indústria de ferramentas climáticas, o Programa de Risco Climático 2023 da UNEP FI continua essa pesquisa aprofundada, com fornecedores globais e instituições financeiras internacionais.

[311] Os principais tipos de compliance são Empresarial, Trabalhista, Tributário, Fiscal, Ambiental, Criminal, Responsabilidade Social e Administração Pública.

[312] Na União Europeia, as grandes empresas e a maioria das empresas de capital aberto serão obrigadas a publicar atualizações sobre os riscos ambientais e sociais que enfrentam, com esses relatórios previstos para começar em 2025. Do outro lado do oceano, a Comissão de Valores Mobiliários americana anunciou no início deste mês novas regras para que as empresas passem a divulgar aos investidores as suas emissões de gases com efeito de estufa. "É uma nova realidade para muitos diretores financeiros", diz John Mennel, diretor administrativo da Deloitte. Fortune de 26/03de 2024.

[313] NETWORK FOR GREENING THE FINANCIAL SYSTEM, Climate Scenarios for central banks and supervisors, 2021.

[314] Denominados, a época de NICs New Industrialization Countries, do Sudeste Asiático.

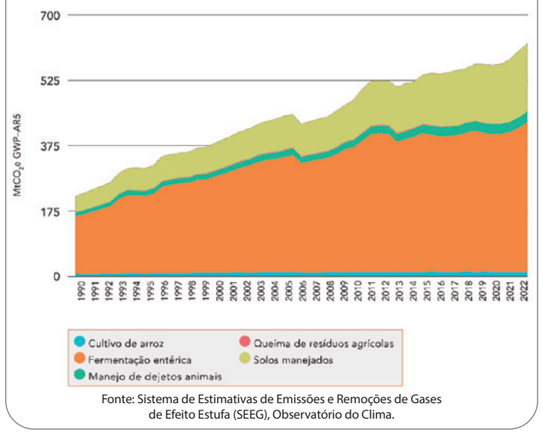
[315] "Os caminhos emergentes de um novo momento do sistema multilateral de cooperação apontam outras possibilidades para lidar com uma ordem global multipolar e para acelerar uma cooperação inclusiva. A conexão das trilhas de segurança econômica, do enfrentamento das desigualdades sociais (como uma parte integral da urgente renovação do contrato social) e de solução à tripla crise ambiental planetária – climática, de perda de biodiversidade e poluição – baliza a busca por uma sociedade menos vulnerável, menos desigual, mais resiliente e mais inclusiva. Evidencia também,

Neste cenário, destacam-se medidas cruciais, como a erradicação do desmatamento ilegal, a criação de alternativas econômicas ao desmatamento legal, a restauração em larga escala da vegetação nativa, cuja iniciativas não geram prejuízos à sociedade nem aos mercados.

O Brasil possui um grande potencial para soluções baseadas na natureza (NBS), que não apenas removem carbono, mas também geram co-benefícios socioambientais. O país representa cerca de 20% do potencial global de NBS e pode equilibrar objetivos alimentares, energéticos e ambientais ao converter 61-85 milhões de hectares de pastagens degradadas em florestas nativas, florestas energéticas e práticas de agropecuária sustentável. A restauração e o reflorestamento são fundamentais para a redução de emissões, especialmente com a projeção de expansão de 3-6 milhões de hectares de florestas plantadas (como eucalipto e pinus) em áreas degradadas, para atender à demanda por biomassa na produção de biocombustíveis celulósicos, substituindo combustíveis fósseis.

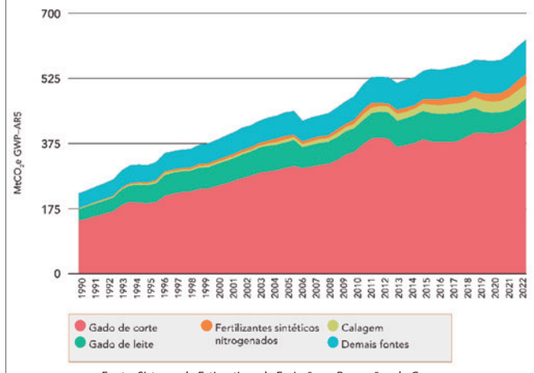
Já a agricultura, possui um programa em expansão, o de Agricultura de baixo Carbono (ABC), fortemente ancorado na pesquisa realizada pela Embrapa, reconhecida mundialmente (Gráfico 13). Há, contudo, neste segmento uma barreira à redução das emissões da agricultura, de difícil solução, a fermentação entérica da bovinocultura, principal responsável pelas emissões do setor agrícola, cuja solução mais imediata tende a ser por compensação, com redução de emissões da parcela agrícola, potencialmente capaz de fazê-lo com o modelo ABC, e sequestro de carbono em outras iniciativas como recuperação de terras degradadas, recomposição de vegetação nativa, entre outras formas, veja o Gráfico 12.

Gráfico 12 – Emissões da agropecuária por subsetor no período de 1970 até 2022



Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), Observatório do Clima.

Gráfico 13 – Emissões da agropecuária pelas principais fontes no período de 1970 até 2022



Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), Observatório do Clima.

O exame dos resultados com o uso de bioinsumos, agricultura regenerativa, plantio direto Plantio integrado, lavoura, pecuária e florestas (ILPF), entre outras novas tecnologias de baixo carbono, tem se mostrado promissoras na redução de emissões e de forma colateral realizado redução de custos, com economia de insumos. Um exemplo é a possibilidade de reduzir drasticamente a forma de manejo dos solos, com impacto positivo imediato se examinarmos a contribuição dessa função no Gráfico 13.

A energia contribui com 18%, Gráfico 11, mas a matriz elétrica brasileira é majoritariamente composta por fontes renováveis, que representam mais de 89,2% da oferta interna de eletricidade, em contraste com a média global de 28,7% e 32,5% nos países da OCDE (EPE, 2024). Entre os vários cenários possíveis, evidenciados por estudos, parece oportuno lançar mão dos realizados pelo Centro brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e pelo Centro de Economia Energética e Ambiental da COOPE/UFRJ (CENERGIA)[316]. A transição energética atravessa toda a matriz produtiva de modo que a escolha permite compreender as "possíveis opções consistentes de estratégias institucionais e tecnológicas de evolução do sistema energético, do setor de transformação industrial e do setor de uso da terra (florestas e agropecuária)." Trata-se de "três cenários distintos que convergem para a emissões líquidas nulas de gases de efeito estufa (GEE) no país no horizonte de 2050, intitulados: (i) Transição Brasileira (TB); (ii) Transição Alternativa (TA) e (iii) Transição Global (TG)."

> **Cenário Transição Brasileira (TB):** moldado com base nos compromissos assumidos pelo país em sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), buscando indicar a trajetória ótima custo-eficiente (com base nos recursos, conhecimento e as expectativas de custos futuros) para Brasil alcançando a neutralidade líquida em carbono em 2050. Neste cenário, o Brasil alcança a neutralidade independente das ambições e compromissos dos demais países. O país volta a figurar entre as economias com grandes e interessantes oportunidades para alocação de capital.
>
> **Cenário Transição Alternativa (TA):** busca-se testar uma trajetória tecnológica alternativa para o alcance da neutralidade no Brasil em 2050, considerando os impactos da própria mudança climática no setor energético e, principalmente, as incertezas do processo de difusão tecnológica. Trata-se de uma variação do cenário Transição Brasileira, no qual se impõe maiores restrições, de forma a limitar ou induzir a escolha de rotas tecnológicas pelas quais o processo de transição tomará forma.
>
> **Cenário de Transição Global (TG):** busca destacar a contribuição do Brasil em um mundo que pretende limitar o aumento médio da temperatura superficial global em até 1,5°C em 2100, referente aos níveis pré-industriais. Dentro de um orçamento global de carbono de 400 GtCO2, com base no mínimo custo global, o Brasil dispõe de orçamento de carbono de 13,2 GtCO2 para realizar a descarbonização.

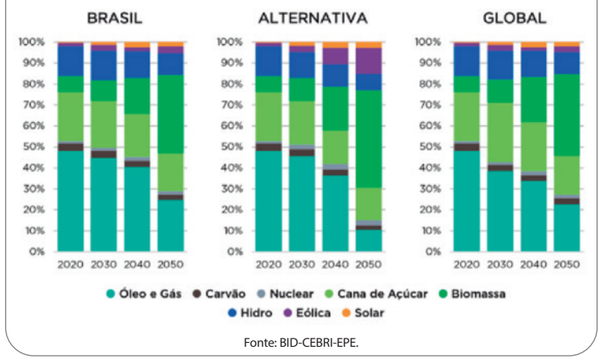
Os três cenários analisados mostram perfis diferentes de matriz energética primária. Em 2050, a utilização de combustíveis fósseis cai entre 13%-27%, enquanto as fontes renováveis superam 70% em todos os cenários de neutralidade climática. O aumento dos renováveis é liderado pela biomassa, seguida pelas energias eólica e solar.

Os três cenários de descarbonização visam as mudanças necessárias nos setores de oferta e demanda de energia para que o Brasil alcance a neutralidade climática em 2050. Nos cenários TB e TA, seriam evitadas cerca de 30 bilhões de tCO2eq, enquanto no cenário TG, esse número aumenta para 40 bilhões de tCO2eq. Para alcançar a neutralidade, é crucial que ocorram emissões negativas de CO2 entre 2035 e 2040. Nos três cenários, as emissões de CO2 se tornam negativas, totalizando aproximadamente 500 milhões de toneladas, evidenciando o desafio a ser enfrentado (Gráfico 14).

A biomassa tem um papel de destaque na descarbonização do setor de transportes, sobretudo na substituição de diesel e QAV, mas também, nos cenários TG e TB, como um instrumento de alcance de emissões negativas, por meio do uso relevante de BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage). Já as energias eólica e solar continuam sua marcha de crescimento na matriz, liderando a expansão do setor elétrico com expressivas novas capacidades de geração instaladas.

No que respeita a descarbonização da motorização, centro da transição energética, o Brasil conta com um programa consolidado de substituição da energia fóssil por biocombustíveis na motorização, com potencial de redução das emissões deste componente da matriz energética total. O Brasil detém expertise nas tecnologias e insumos necessários para a produção de biocombustíveis, como o etanol, biodiesel e mais recentemente o RenovaBio, Programa Combustível do Futuro, posicionando-se como um dos principais protagonistas na geração de energia de baixo carbono no cenário mundial. O Programa de Transição Energética integra um conjunto amplo de iniciativas, todas elas voltadas para redução de emissões de carbono. Cabe destaque ao Programa Combustível do Futuro, com a edição da Lei nº 14.993/24, que cria os programas nacionais de diesel verde, de combustível sustentável para aviação e de biometano. O objetivo da lei é substituir os combustíveis fósseis no transporte terrestre, marítimo e aéreo

Gráfico 14 – Uso de energia primária por fonte no Brasil



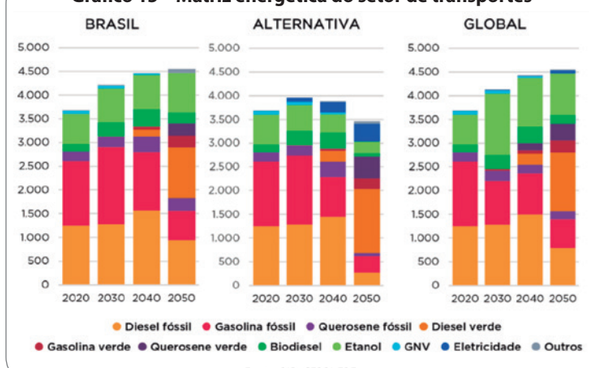
Fonte: BID-CEBRI-EPE.

sob essa perspectiva, que os caminhos da cooperação internacional não mais se limitam às relações entre governos, conferindo a outros atores da sociedade a corresponsabilidade de agir em escala e de maneira orientada, em particular os setores privados, entes subnacionais e organizações não governamentais. "Desenvolvimento e Mudança do Clima: o papel do Brasil na agenda ambiental-climática, CEBRI, Rio de Janeiro, 2022.

[316] **Neutralidade de carbono até 2050: Cenários para uma transição eficiente no Brasil**, BID-CEBRI-EPE, Rio de Janeiro, 2023.

por combustíveis sustentáveis. De acordo com o governo, é, no momento, o maior programa de descarbonização da matriz de transportes e mobilidade do planeta. A Lei 14.993/24 promove a integração de diversas políticas públicas relacionadas ao setor de transportes, como a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), o Programa de Mobilidade Verde (Mover) e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos (Proconve)[317].

Gráfico 15 – Matriz energética do setor de transportes



Fonte: BID-CEBRI-EPE.

O Brasil já se destaca globalmente, com uma participação de 25% de energias renováveis (biocombustíveis) em comparação aos menos de 5% na média mundial. A existência de uma indústria de biocombustíveis consolidada ao longo de décadas, uma rede de abastecimento de abrangência nacional e elevada participação de veículos flexfuel na frota, delineia uma vantagem competitiva para o país, que conta com soluções de descarbonização que antecedem em muitos anos o processo de eletrificação, movimento que vem ganhando tração em diversas regiões do mundo.

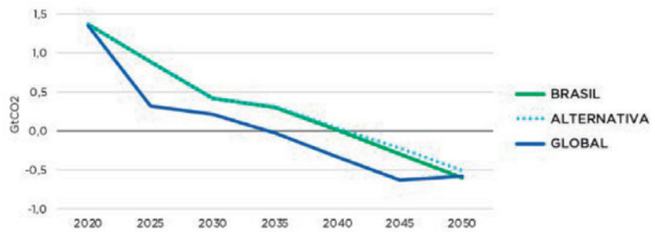
Como desdobramento, os biocombustíveis (especialmente os avançados a partir da década 2040) se configuram como o principal vetor de descarbonização do segmento de transporte no Brasil. Não obstante, como os movimentos e estratégias globais da indústria automotiva apontam cada vez mais para a introdução de veículos elétricos, os cenários apontam a eletrificação em nichos de mercado e de forma mais abrangente no cenário TA. Adicionalmente, os cenários chamam a atenção para as diferentes vertentes de eletrificação do transporte (que não apenas via veículos a bateria), de forma que é central desenvolver soluções nacionais que se insiram internacionalmente na cadeia global de valor da indústria automotiva, como, por exemplo, o desenvolvimento de veículos elétricos a célula combustível a partir de etanol e a disseminação da tecnologia híbrido flex para outros mercados (Gráfico 15).

Para atingir a neutralidade em gases de efeito estufa (GEE) até 2050, é essencial que o Brasil comece a ter emissões negativas de CO2 entre 2035 e 2040. Nos três cenários de descarbonização (TB, TA e TG), as emissões de CO2 se tornam negativas, somando cerca de 500 milhões de toneladas, o que destaca a magnitude do desafio a ser enfrentado (Gráfico 16).

Uma conclusão importante é que, para atingir emissões negativas de CO2 até 2040, é crucial eliminar as emissões do desmatamento e da mudança do uso da terra. Caso isso não ocorra, o setor energético precisará compensar essas emissões e lidar com os gases de efeito estufa remanescentes de setores difíceis de descarbonizar, como o transporte de carga e processos industriais intensivos em carbono. Isso tornaria a transição energética mais custosa e reduziria a competitividade. Se o Brasil não eliminar o desmatamento ilegal até 2028, será inviável zerar as emissões de GEE até 2050, mesmo com o uso de tecnologias ainda em desenvolvimento.

Os demais setores emissores após uso da terra, agropecuária e energia são os setores industriais e resíduos, 3% e 4%, respectivamente, pouco representativos diante da posição relativa dos anteriores, uma singularidade estritamente brasileira. O setor industrial contribui para as emissões totais do país tanto pela queima de combustíveis fósseis quanto por seus próprios processos produtivos. Ganhos de eficiência e maior penetração de gás natural e biomassa se apresentam como os principais vetores de descarbonização nos cenários. O maior desafio deste segmento é encontrar soluções para as áreas de metalurgia e fabricação de cimento, que respondem pela maior parte das emissões do setor e apresentam emissões que são intrínsecas a seus próprios processos de produção, demandando tecnologias disruptivas de descarbonização.

Gráfico 16 – Emissões de CO_2, 2020-2050



Fonte: BID-CEBRI-EPE.

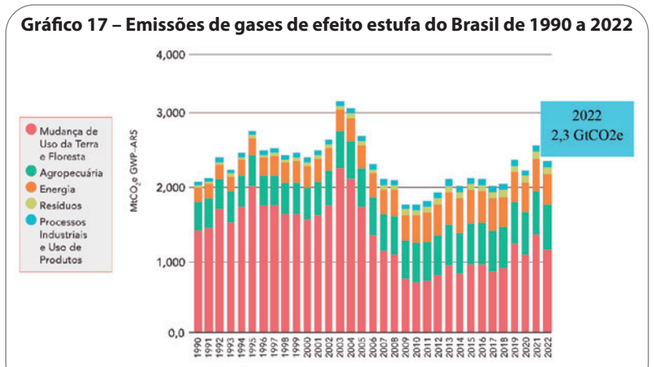
[317] Fonte: Agência Câmara de Notícias, 09/10/2024, https://www.camara.leg.br/noticias/1101627-entra-em-vigor-a-lei-do-combustivel-do-futuro/

Para o setor residencial e de serviços projeta-se um crescimento de aproximadamente 60% na demanda energética, refletindo o aumento da renda média, ampliação da posse de equipamentos eletrônicos e digitalização de atividades, bem como a ampliação no número de unidades consumidoras. Para atender a este crescimento com redução de emissões, a eletricidade se consolida como a fonte mais importante. Adicionalmente, os cenários apontam para uma forte substituição do gás liquefeito de petróleo (GLP) pelo gás natural para as aplicações de cocção de alimentos e aquecimento, fazendo com que a demanda de gás natural quase que deve decuplicar entre 2020 e 2050 neste setor.

O presente é também relativamente animador, embora mereça atenção e um acautelamento permanente da sociedade, do setor produtivo e dos governos. Isto porque os dados do Observatório do Clima mostram que, ao longo da última década, a curva de emissões do Brasil permaneceu essencialmente a mesma de antes da adoção da Política Nacional sobre Mudança Climática (Lei 12.187/2009). A expectativa com a PNMC era que o Brasil apresentasse emissões cada vez mais semelhantes às de outros países do G20, onde o setor de uso da terra tem um impacto menor. No entanto, o fracasso da meta da PNMC de reduzir o desmatamento na Amazônia em 80% até 2020 resultou em uma tendência de aumento nas emissões, com o uso da terra continuando a impactar a trajetória, mesmo após 12 anos de vigência da lei. A boa notícia é que há uma parte crescente dos agentes decisores no país que acreditam na necessidade de priorizar iniciativas relativas à mudança climática, diante dos efeitos devastadores da seca no Norte e Centro Oeste e das inundações no RS. Em outras palavras, o governo não está mais só. As probabilidades de, na alternância com novos governantes, haver uma involução nas medidas em curso com o atual governo parecem significativamente menores.

Em 2022, o Brasil registrou emissões brutas de gases de efeito estufa de 2,3 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO2e). Essa marca representa uma redução de 8% em comparação ao ano anterior, quando o país emitiu 2,5 bilhões de toneladas de CO2e. No entanto, esse volume ainda é o terceiro mais elevado da série climática desde 2005, superado apenas pelos anos de 2019 e 2021. A redução das emissões é principalmente atribuída ao desmatamento na Amazônia, que tem sido o principal fator influenciador das emissões brasileiras desde o início do SEEG[318], em 2012. As emissões decorrentes da mudança de uso da terra, que aumentaram 24% em 2021, diminuíram 15% no ano passado. Apesar do aumento no Cerrado, a queda na Amazônia (onde a taxa de desmatamento, segundo o sistema Prodes do Inpe, reduziu 11%, passando de 13.038 km² para 11.594 km²) impactou positivamente o setor. No entanto, a destruição dos biomas brasileiros resultou em 1,2 bilhão de toneladas brutas de emissões no ano passado, o que equivale às emissões combinadas do Canadá e do Reino Unido (Gráfico 17).

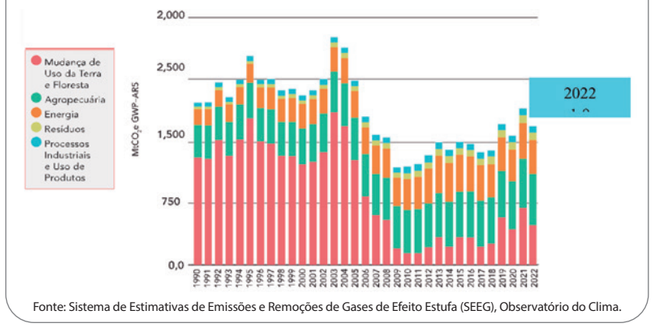
Gráfico 17 – Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2022



Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), Observatório do Clima.

As emissões líquidas do Brasil apresentaram uma queda ainda maior do que as emissões brutas. As emissões líquidas são calculadas subtraindo-se as remoções de carbono em áreas protegidas, mudanças de uso da terra e vegetação secundária das emissões brutas. O SEEG indicou que as remoções por áreas protegidas e vegetação secundária permaneceram praticamente inalteradas em 2022 em relação a 2021, aumentando de 629 milhões para 630 milhões de toneladas de CO2 equivalente. Assim, em 2022, as emissões líquidas do Brasil totalizaram 1,69 GtCO2e, em comparação com 1,90 GtCO2e em 2021, resultando em uma redução de 11% (Gráfico 18).

Gráfico 18 – Emissões líquidas em 2022



Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), Observatório do Clima.

[318] Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), é uma plataforma do Observatório do Clima. É considerada a principal plataforma de monitoramento de emissões de gases de efeito estufa na América Latina e uma das maiores bases de dados nacionais de emissões do mundo. Ele fornece estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil para todos os setores da economia, numa plataforma on-line de fácil acesso com dados que vêm desde 1970.

4.1. Plano de Transformação Ecológica

O Plano de Transformação Ecológica, elaborado pelo Ministério da Fazenda, visa fortalecer setores em que o Brasil se destaca, promovendo a produção nacional com maior valor agregado e complexidade. Com incentivos focados na neoindustrialização e no desenvolvimento tecnológico, o plano busca gerar empregos de alta qualidade, aumentar a produtividade e a competitividade da economia. Além disso, pretende posicionar o Brasil como líder global em áreas estratégicas da economia de baixo carbono, contribuindo para o cumprimento das metas climáticas e aproveitando as oportunidades da transição para uma economia mais sustentável. Seu fundamento é o mesmo que o Plano de mitigação. Considera todas as premissas para que o país cumpra suas metas climáticas, mas joga luz no aproveitamento das oportunidades criadas pela necessária transição para uma economia de baixo carbono e mais sustentável. Em resumo é um plano mais voltado ao desenvolvimento compondo na sua estratégia os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A transição para uma economia de baixo carbono requer um conjunto abrangente de iniciativas para reestruturar a produção de forma sustentável. As políticas públicas são fundamentais nesse processo, incluindo incentivos fiscais para setores de baixa emissão, financiamento para projetos sustentáveis, desenvolvimento de tecnologias de descarbonização e ações de controle contra atividades ilegais.

O papel do governo se torna ainda mais crucial no contexto atual de reconfiguração das cadeias globais de valor, impulsionadas por eventos como a pandemia de COVID-19 e tensões geopolíticas. Conceitos como *reshoring*, *nearshoring* e *friendshoring* destacam a importância estratégica da produção doméstica e de parcerias com países vizinhos ou aliados, priorizando não apenas o custo, mas também a resiliência das cadeias produtivas.

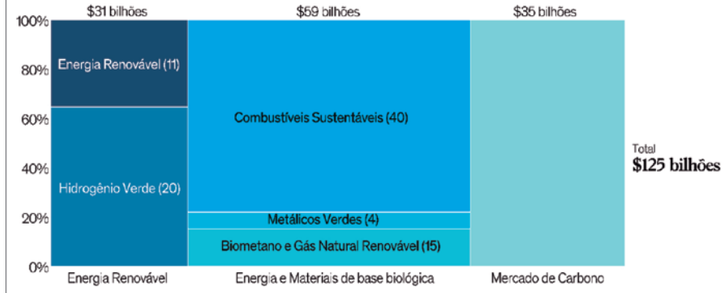
Recentemente, surgiu o termo *powershoring*, que se refere à realocação de indústrias para locais com maior disponibilidade de energia renovável, visando reduzir a pegada de carbono. Além disso, a crescente demanda por tecnologias como a Inteligência Artificial tem incentivado a busca por regiões com fontes de energia estáveis. Esse reposicionamento global representa uma oportunidade para o Brasil, dada sua capacidade de oferecer energia limpa e reduzir emissões, alinhando-se às tendências de descarbonização.

O Brasil possui diversas vantagens que podem posicioná-lo como líder no processo de descarbonização da economia. Entre essas vantagens estão a ampla disponibilidade de fontes de energia renovável, a considerável produção de biomassa para bioenergia, a fabricação de biocombustíveis e biogás, grandes reservas de minerais essenciais para a transição energética, além de extensas áreas de floresta e a maior biodiversidade do mundo.

Presente no Plano Nacional de Mudança Climática como no Programa de transformação ecológica estão elencadas as vantagens colaterais imensas decorrentes da descarbonização proposta. A primeira e mais evidente está na redução drástica do desmatamento no Brasil e o programa de descarbonização do conjunto da economia. As medidas para alavancar um novo modelo de desenvolvimento para o Brasil, baseado na valorização das suas vantagens ambientais e naturais, o como a preservação da biodiversidade e a manutenção de reserva hídrica verde[319]. O potencial de biodiversidade, o mais expressivo e diverso do mundo a serviço da biorrevolução tecnológica em curso, transforma o Brasil, detentor de vantagens comparativas naturais em detentor de vantagens competitivas naturais. Há certo consenso que as tecnologias baseadas na natureza são hoje o ponto de partida para inovações que criam e sustentam diferentes indústrias, como a farmacêutica, a de cosméticos, a de biomateriais, a agrícola e alimentos, a de biocombustíveis. Estudo da Mckinsey&Company[320], estima que o Brasil, considerando suas capacidades e recursos naturais, o país pode desempenhar um papel muito importante nessa transição para uma sociedade de baixo carbono. O estudo mapeou três roteiros associados à economia verde nas quais o Brasil pode assumir protagonismo: energia renovável, energia e materiais de base biológica, e mercados de carbono. Esse conjunto de setores representa um mercado de mais de USD 125 bilhões (Quadro 8). Eles também podem gerar outros benefícios diretos e indiretos, como desenvolvimento socioeconômico, melhor segurança hídrica e proteção da biodiversidade.

Diversos estudos projetam a biodiversidade como base para um fluxo de trilhões de dólares por ano movimentados ao redor do mundo. As tecnologias de base biológica e recursos genéticos se destacarão por meio de técnicas avançadas de biotecnologia, biologia sintética, estudos de genômica e fenômica[321] vegetal, animal e em microrganismos, edição de genes, desenvolvimento de biomoléculas, entre outras biossistemas[322].

Quadro 8 – Até 2040, a oportunidade total estimada para o Brasil é de um mercado de cerca de US$ 125 bilhões/ano



Fonte: Mckinsey – Estudo "Um tesouro escondido, a oportunidade para o Brasil se tornar líder na nova economia verde", 2022.

O potencial solar e eólico que nenhum outro país possui, sequer chega perto, com a vantagem de produzir com este atributo o hidrogênio verde de baixo carbono e baixo custo. O programa de biocombustíveis, único no mundo extremamente eficiente e dotado de tecnologia avançada endógena. O potencial de sequestro de carbono e de pagamento por serviços ambientais (PSA), com geração de renda através do mercado de carbono e o mercado de serviços ambientais, com geração de renda à população local, em benefício dos mais carentes. Significa uma fonte de recursos decisiva para preparar o país face às demandas decorrentes da mudança climática e financiar ao mesmo tempo um novo ciclo de desenvolvimento baseado na economia verde e empregos verdes.

O Brasil de 2045, possível e desejável, não será atingido se a gestão pública e privada não incorporar um gerenciamento estratégico das incertezas ao longo desse período, pavimentado por acelerada transformação tecnológica e produtiva, social e geopolítica. Portanto convém elencar as principais incertezas e riscos de não serem superadas em tempo hábil em favor de um quadro singular de oportunidades para o Brasil. Gerenciar significa introduzir uma análise de risco diferenciada segundo a natureza dessas incertezas. Há aquelas dependentes de uma governança global, de governabilidade limitada, uma vez que o palco das decisões transforma o Brasil num player internacional de apenas média influência, apesar do seu esforço continuado para conquistar uma posição de grande destaque nas negociações. Há as incertezas dependentes da dinâmica econômica, social e política do Brasil, cuja governabilidade seria de supor absoluta.

[319] Uma referência aos serviços ambientais relacionados ao provimento permanente de água doce decorrente das florestas e o volume de massa verde natural disponível, a chamada água "verde", umidade nos solos, evaporação e transpiração da vegetação, a cobertura florestal que barra a água forte da chuva e a dispõe lentamente no solo, A água "verde" constitui cerca de 60% de toda a chuva na terra, sendo o restante, água "azul", oriunda da evapotranspiração das águas superficiais, a água em lagos, reservatórios, riachos, rios, essa em rápida perda de superfície disponível. Um recurso essencialmente invisível nos cálculos dos formuladores de políticas, dos financiadores e das empreses que dependem deste recurso,

[320] Mckynsey Global Institute. Um tesouro escondido, a oportunidade para o Brasil se tornar líder na nova economia verde. Artigo publicado em 9 de novembro de 2022, https://www.mckinsey.com.br/our-insights/all-insights/the-green-hidden-gem-brazils-opportunity-to-become-a-sustainability-powerhouse.

Referências

ACCENTURE. Destination net zero: Tracking global progress on the targets and actions companies are taking to accelerate their journey to net zero. Dublin, Irlanda, 2023.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). "World Energy Outlook 2024", lançado em março de 2024, relativo ao desempenho de 2023.

[321] Fenómica é o estudo sistemático dos fenótipos. Como tal, é uma área transdisciplinar de pesquisa que envolve biologia, ciências de dados, engenharia e outros campos. Na última década, o avanço da digitalização e o barateamento das tecnologias de sequenciamento genético vem revolucionando as pesquisas, com o sequenciamento genético digital (DSI). Trata-se da biodiversidade transformada em DNA, RNA e proteínas, que compõem o que se costuma chamar de DSI, no jargão das COPs da Biodiversidade. Abre-se a oportunidade de realizar milhares de testes e combinações feitas digitalmente, sem precisar ter uma amostra física de determinado produto, realizando com o enorme poder da computação de data centers o desenvolvimento de remédios e vacinas e inúmeros outros insumos em uma fração de tempo.

[322] McKinsey Global Institute. The net-zero transition - What it would cost, what it could bring. Report, New York, January, 2022. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/the%20net%20zero%20transition%20what%20it%20would%20cost%20what%20it%20could%20bring/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring-final.pdf

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014 - *Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* - Resumo para Decisores. Edição Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP. Lisboa - Portugal.

CENTRO BRASILEIRO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS (CEBRI). Programa de Transição Energética – Neutralidade de Carbono até 2050: Cenários para uma transição eficiente no Brasil. Rio de Janeiro, fevereiro de 2023.

CLIMATE POLICY INITIATIVE [B. Naran, J. Connolly, P. Rosane, D. Wignarajah, E. Wakaba, B. Buchner]. 2022. Global Landscape of Climate Finance: A Decade of Data 2011-2020.

EL-ERIAN, MOHAMED A. Navegando grandes transições em uma economia incerta. Project Syndicate, 26 de abril de 2024, Cambridge.

FLORES, B.M., MONTOYA, E., SAKSCHEWSKI, B. ET AL Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature 626*, 555–564 (2024). https://doi.org/10.1038/s41586-023-06970-0.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL – FMI. What Is Mitigation vs Adaptation? The world faces a two--front battle to halt global warming and address the effects of climate change. Finance & Development. 2022.

INTERNATIONAL MONETARY FUNDT. he World Economic Outlook Database – April 2024 (IMF, 2024). https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2024/April

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. World Energy Outlook, 2024. Paris, France, 2024. https://iea.blob.core.windows.net/assets/140a0470-5b90-4922-a0e9-838b3ac6918c/WorldEnergyOutlook2024.pdf

JORNAL VALOR ECONÔMICO, de 22/08/2024. Desafios climáticos no Brasil: Paulo Artaxo alerta para vulnerabilidades expressivas em meio à crise ambiental de 2023. Paulo Artaxo.

JORNAL ZERO HORA. Valores do Painel da Reconstrução do Jornal Zero Hora que monitora os valores prometidos e aplicados, dia 24/10/2024: https://gauchazh.clicrbs.com.br/especiais/painel-da-reconstrucao/dados-gerais

KOTZ, MAXIMILIANO, LEVERMANN, ANDERS E WENZ, LEONIE. The economic Commitment of Climate change. Journal Nature nº 628, 551-557, 17/04/2024.

MAZZUCATO, MARIANA, OKONJO, NGOZI, ROCKSTRÖM, JOHAN, AND SHANMUGARATNAM, TAHARMAN. A Era da Água Escassa Chegou, em Project Syndicate, 12/09/2024, publicado no Brasil em Outras Palavras. https://www.project-syndicate.org/

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Atlas Digital de Desastres no Brasil, 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório de Estruturação de Ações e Construção Indicadores Globais do Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização do País. Brasília, outubro de 2023.

MCKINSEY & COMPANY, BRASIL. Um tesouro escondido – a oportunidade para o Brasil se tornar líder na nova economia verde. Artigo, Brasil, novembro de 2022.

MCKINSEY SUSTAINABILITY, MCKINSEY'S GLOBAL ENERGY AND MATERIALS PRACTICE, MCKINSEY'S ADVANCED INDUSTRIES PRACTICE AND MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. The net-zero-transition-what-it-would-cost-and-what-it-could-bring. USA, Boston, 2022.

NETWORK FOR GREENING THE FINANCIAL SYSTEM, Climate Scenarios for central banks and supervisors, 2021.

OECD (2022), Climate Finance Provided and Mobilised by Developed Countries in 2016-2020: Insights from Disaggregated Analysis, Climate Finance and the USD 100 Billion Goal, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/286dae5d-en.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC/UNEP). Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese. Pacto Global Rede Brasil e Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação, Brasília, 2023.

PINTO, T. P., VARGAS, D. B., GURGEL, A. C., VALENTE, F. C. FINANCIAMENTO CLIMÁTICO: REALIDADES E DESAFIOS. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas - FGV-EESP, São Paulo, SP, Brasil. 2023.

SHAEFFER ROBERTO, *et al.*, The multidimensionality of energy poverty in Brazil: A historical analysis Energy Policy, volume 171, December 2022 ELSEVIER.

SWISS RE INSTITUTE, The economics of climate change: no action not an option, April 2021. https://www.swissre.com/dam/jcr:e73ee7c3-7f83-4c17-a2b8-8ef23a8d3312/swiss-re-institute-expertise-publication-economics-of-climate-change.pdf

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). State of Finance for Nature. Time to act: Doubling investment by 2025 and eliminating nature-negative finance flows. Nairobi. https://wedocs.unep.org/20.500.11822/41333. 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME FI (UNEP). 2024 Climate Risk Landscape Report. Geneva, 2024 https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2024/04/Climate-Risk-Landscape-2024.pdf

31

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os organizadores[323]

Este livro não é apenas uma leitura informativa, mas também uma ferramenta de reflexão e inspiração. Ao abordar os desafios e oportunidades do Brasil sob diferentes prismas, ele busca promover uma discussão propositiva e fundamentada sobre os caminhos que o país pode trilhar. Seja para gestores públicos, empresários, acadêmicos além de outros atores atuantes na sociedade brasileira, esta obra oferece um recurso indispensável para navegar pelas incertezas e contribuir para a construção de um futuro mais promissor.

Este livro se apresenta como uma fonte de consulta essencial para o desenvolvimento de ações nos diversos estratos da sociedade. Os cenários e análises apresentados possibilitam que governantes, empresários, organizações da sociedade civil e cidadãos possam compreender melhor as dinâmicas de longo prazo que poderão moldar o futuro do Brasil. Além disso, o livro estimula a colaboração entre esses atores, reconhecendo que soluções eficazes para os desafios complexos do país demandam uma abordagem coletiva e integrada.

O uso sistemático de cenários, como os construídos e apresentados neste livro, oferece uma base robusta para a formação de uma sociedade mais justa e equitativa. Ao considerar tanto riscos quanto oportunidades, os cenários aqui descritos incentivam a implementação de políticas e estratégias que promovam a inclusão social, a sustentabilidade ambiental e a inovação econômica. Eles também nos lembram que as escolhas feitas no presente têm o poder de moldar não apenas o nosso futuro imediato, mas também as condições de vida das próximas gerações.

Em suma, este livro não é apenas uma janela para visitar o futuro, mas também um convite à ação no presente. Por meio da reflexão sobre os cenários e dos *insights* apresentados, ele nos desafia a pensar em como podemos contribuir para a construção de um Brasil mais resiliente, justo e próspero. Cabe a cada um de nós aceitar esse desafio e transformar essas reflexões em iniciativas concretas que beneficiem toda a sociedade.

Entretanto, entendemos que uma obra que envolveu a participação de tantos profissionais qualificados deveria conter em suas considerações finais também as falas desses participantes. Então, decidiu-se realizar um último levantamento, que apresentasse, sob o ponto de vista desse grupo, quais os pontos fortes do projeto, os aspectos a melhorar, os aprendizados que esse trabalho nos trouxe e finaliza com seus depoimentos. Recebemos 22 respostas as quais compartilhamos em seguida.

A metodologia robusta, confiável e participativa utilizada, suportada por dinâmicas de trabalho que propiciaram a abertura para debates contraditórios entre especialistas de diversas áreas e entidades, viabilizados pela utilização de uma plataforma moderna, que proporcionava interatividade aos participantes, foram considerados os grandes diferenciais desta edição. Foi também destacado a liderança, com experiência metodológica na construção de cenários prospectivos (mentoria de professora referência na área), que mobilizou e motivou *experts*, com zelo e qualidade nas orientações que resultam na integração da equipe e na promoção de future *literacy*, além dos excelentes resultados.

A diversidade de áreas dos envolvidos no projeto conjugado com a participação de especialistas multidisciplinares, com conhecimento aprofundado e visão estratégica em prol da construção de um projeto comum

[323] **Elaine C. Marcial** é Sócia fundadora da SocialPort, é doutora em Ciência da Informação pela UnB. Coordenadora da Linha de Pesquisa Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). É autora de livros e artigos na área de estudos de futuro. Atua na área de foresight desde 1996 e foi agraciada com as medalhas Honra ao Mérito de Defesa, Ordem do Mérito Militar no grau de Cavaleiro e Medalha Exército Brasileiro. **Marcello Pio** é Doutor em Gestão e Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Responsável pelo Núcleo Prospectivo do Observatório Nacional da Indústria da Confederação Nacional da Indústria. Pesquisador sênior do Grupo de pesquisa sobre Estruturação Científica do Foresight (NEP/EGN). Consultor Cinterfor/OIT para desenvolvimento de cursos e aconselhamento sobre métodos prospectivos de formação profissional. Condecorado a Medalha do Exército Brasileiro em 2021 pelos serviços prestados na criação de cenários geopolíticos. Atua na área de prospectiva desde 2001. **Márcio Gimene** é Graduado em Economia (UFRJ), Mestre em Geografia (Unb) e Doutor em Geografia (UFRJ). Fez estágio de Pós-doutorado em Economia (UFRJ). Desde 2004 é Analista de Planejamento e Orçamento do Governo Federal. Atualmente é Diretor de Gestão da Informação da Secretaria de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da Presidência da República.

foi outro ponto forte muito destacado. Destaque também foi dado ao fato do número significativo de *experts* que participaram dos diversos levantamentos realizados ao longo do projeto. Esses elementos abrem espaço para a ampliação de uma rede dedicada a se pensar o longo prazo, formando uma comunidade de *foresight* no País. Cabendo a este grupo manter essa rede viva.

Outro ponto forte destacado foi a escolha e tratamento de temas estratégicos, complexos e relevantes tanto relacionados à realidade mundial quanto a nacional, que permitiram a reflexão, de forma sistêmica e interdisciplinar, sobre o futuro do Brasil. Os cenários construídos são um convite tanto para uma ação proativa, rumo a um futuro desejado, quanto para a mitigação de futuros não desejáveis. A criação de imagens a respeito do futuro do Brasil em 2045, que destacam pontos de atenção positivos e negativos, possibilitam a reflexão sobre os possíveis futuros que o país poderá trilhar, contribuindo com subsídios à decisão e à formulação de estratégias de agentes públicos e privados. Também sinaliza quais os temas estratégicos, para o desenvolvimento do Brasil, devem receber investimentos prioritários, ao apontarem as consequências das escolhas de forma embasada. Ou seja, proporciona melhores decisões hoje e fornece subsídios para a formulação e condução de estratégias de longo prazo.

Por fim, a proposta do trabalho, em si, foi considerada um ponto forte. A construção dos cenários e o debate nas oficinas foram considerados uma oportunidade "imperdível" de aproveitar a inteligência coletiva dos distintos grupos de trabalho. Esses pontos fortes listados nos ajudam a confirmar a importância de desenvolvermos esse tipo de estudo que demanda tempo, esforço intelectual e dedicação de muitos.

Os participantes também compartilharam suas percepções quanto aos pontos a melhorar, que ficam listados como orientações para melhoria dos próximos estudos prospectivos. Iniciaremos listando os pontos que entendemos que devam ser observados, seguidos pelos que entendemos que devam ser refletidos.

O mais citado foi a necessidade de ampliarmos a participação, buscando maior diversidade, com aumento da participação da iniciativa privada, de representantes de todos os setores da economia, de todos os órgãos públicos e com cobertura nacional, contando com representantes de todos os estados da federação. A participação dos jovens também foi citada como algo a ser buscado, para que sejam sensibilizados e conscientizados. Entendemos que esse é um ponto importante, apesar de o objetivo não ser quantidade, mas qualidade de quem participa. Consideramos que obtivemos uma evolução quanto ao projeto Brasil 2035, pois obtivemos o envolvimento de representantes da região Norte e Nordeste. A ampliação da rede é chave, mas para que isso ocorra, há necessidade de recursos, para financiar esse tipo de projeto, outro ponto destacado a ser melhorado, o qual foi acompanhado pela sugestão de se buscar financiamento junto ao CNPq ou em outras agências de fomento a fim de fomentar a pesquisa no campo dos cenários prospectivos.

Outro ponto a melhorar citado foi a criação de um espaço, de preferência compartilhado em nuvem, para que todo o material produzido ao longo do projeto possa estar compartilhado e assim poderem receber contribuição contínua dos participantes e acompanhamento em tempo real da evolução dos trabalhos. Esse é outro ponto que entendemos ser importante, foi realizado o possível frente aos recursos disponíveis. Outra vez, faltam recursos humanos e financeiros para a realização de uma atividade como essa que consideramos muito importante.

Outro ponto a melhorar refere-se à elaboração de questionários mais curtos. Esse tem sido um dos grandes desafios a serem enfrentados por quem conduz um processo robusto e amplo como este. Como desenvolver métodos que reduzam o tamanho do que é encaminhado para os *experts* responderem, sem perda de conteúdo? Entendemos que deva ser um desafio a ser superado, para que, assim, aumentemos a participação.

Quanto às sugestões de ampliação de prazos para os respondentes nos diversos levantamentos, esse é um ponto a ser refletido por quem conduzirá processos de construção de cenários. A experiência nos mostra que quanto maior o tempo disponibilizado menor é a participação, pois as pessoas não conseguem acompanhar o processo devido à agenda de urgência que acaba tomando conta. Sendo assim, há a necessidade de se avaliar o custo-benefício de um alongamento de prazo para além de uma semana – prazo utilizado em todos os levantamentos conduzidos durante o projeto.

Outro ponto também destacado como sugestão de melhoria é a realização de oficinas *on-line* ou híbridas, facilitando a participação de quem não está na localidade que conduz o projeto. Esse também é um ponto a ser refletido e ponderados seus riscos e benefícios. Já conduzimos oficinas à distância e elas não trazem o retorno que as presenciais trazem. Quando as pessoas estão participando de uma oficina presencial além de estarem realmente presentes, os debates são mais robustos justamente porque estão envolvidos presencialmente e fora do seu ambiente cotidiano. Além disso, elas criam e fortalecem os laços com quem está presente, ampliando também a rede de relacionamentos.

Houve uma sugestão de se incluir debates que sugerissem possíveis políticas bem como a proposição de projetos específicos voltados para o desenvolvimento do Brasil. Outros sugeriram a elaboração até de uma matriz SWOT. Sem sombra de dúvidas, em um processo de *scenario planning*, a formulação da estratégia é o seu principal resultado, mais importante do que os cenários construídos em si – que são apenas o insumo para tal formulação. Entretanto, esse não foi o objetivo desse projeto, não tínhamos a competência de formular uma estratégia para o país. O nosso trabalho focou apenas na construção e divulgação dos cenários para o desenvolvimento do Brasil em 2045, bem como de sua metodologia, ficando sob responsabilidade dos usuários desse resultado realizarem tais atividades.

A última pergunta formulada foi se o processo havia gerado aprendizado aos participantes. Todos responderam que sim. Apresenta-se, a seguir, a síntese dessas respostas.

O aprendizado mais citado foi o melhor entendimento teórico e prático da metodologia de construção de cenários e seu objetivo. Obteve-se uma maior compreensão do processo, do método e das técnicas de *foresight*, bem como da dinâmica e de como condução das oficinas, promovendo discussões produtivas e coleta de opiniões diversas. Foi também destacado a compreensão do valor da análise de motricidade e dependência na construção dos cenários e de novas ferramentas para análise dos eventos e de tendências.

A importância da redação do cenário e de seus detalhes, bem como de novas formas de enredo e escrita dos cenários foram também aprendizados gerados durante o processo destacado. Um dos respondentes destacou como aprendizado a compreensão das potencialidades e entraves para implementação em larga escala do *foresight* no país. Outro respondente chegou a mencionar que "Pesquisei e li muitos materiais voltados ao tema de Cenários Prospectivos" o que mostra a importância desse tipo de atividade no desenvolvimento de competências na área – *future literacy*.

Outro ponto de aprendizado amplamente comentado foi a ampliação de conhecimento sobre novos eventos (variáveis) e sementes de futuro em áreas novas, bem como o desenvolvimento de uma visão mais abrangente sobre os temas relevantes para o desenvolvimento do país, como por exemplo geopolíticas do espaço exterior e defesa que em geração não estão na pauta, mas são de grande importância para o desenvolvimento do Brasil. Um dos respondentes comentou "Melhorei muito a minha visão estratégica e entendimento sobre vários aspectos" e outro que "A pesquisa de artigos científicos que ajudassem a construir as tendências e identificar as incertezas foi muito rica". Também destacam como aprendizado a percepção da importância da troca de conhecimento com outras pessoas com experiência em áreas de conhecimento diferentes da que atua, o que gera tanto ampliação de conhecimento quanto de *networking*.

Outro aprendizado destacado é que para a gestão de temas muito abrangentes, como foram tratados no projeto, deve-se envolver muitas pessoas especializadas nesses temas para a garantia da qualidade dos resultados. Mais que um aprendizado, isso é um alerta sobre a importância das escolhas dos *experts* que irão participar do processo, bem como da relevância da rede de especialistas. Por outro lado, aponta o desafio de aprender a conduzir conversas difíceis e de como manter uma equipe multidisciplinar participando do processo, frente a necessidade de se debater ideias com pessoas altamente qualificadas e que nem sempre possuem posições convergentes, apesar do comprometimento com o desenvolvimento do Brasil.

Outro aprendizado destacado foi sobre a importância da construção coletiva do conhecimento a respeito do futuro e sua consolidação a partir das contribuições individuais. "Vivenciar a troca de visões a respeito dos caminhos prioritários para o Brasil trilhar em busca do desenvolvimento socioeconômico" foi compartilhado por um dos respondentes como um aprendizado. Por fim, fechamos com o depoimento de outro participante ao afirmar que: "O projeto proporciona ampliação da visão sobre possíveis fontes de financiamento público e privado, bem como investimentos para eventuais eixos temáticos priorizados nos cenários prospectivos" , ofertando as escolhas que o país poderá realizar rumo ao desenvolvimento.

Finalizamos este capítulo e o livro com as mensagens deixadas pelos participantes do Projeto.

> "O projeto foi bem coordenado e as orientações foram muito claras. A escolha do desenvolvimento como foco estruturante é muito adequada. O grupo de controle foi muito efetivo e participativo. A dinâmica do processo depende do protagonismo dessa equipe. As sementes de futuro levantadas refletem a multidisciplinaridade da equipe. Parabéns a Todos!"
>
> ***Antônio dos Santos*** - *Escola Superior de Guerra e Laboratório de Simulações e Cenários da Escola de Guerra Naval*

> "É muito prazeroso conviver com a equipe que se preocupa com o futuro do nosso país e que ele precisa ser construído."
>
> ***Armando Dal Colletto*** - *Inspro*

"Introduzir e disseminar o pensamento sobre o futuro nas atividades relacionadas ao setor público e mesmo nas empresas é inescapável, se o Brasil quiser colocar-se na cena nacional e internacional com protagonismo, de modo a transformar incertezas em oportunidades. É isso que está em jogo, quando as mudanças ganham dimensão disruptiva e a racionalidade e a capacidade instalada para a tomada de decisões tornam-se insuficientes. A história mostra que nos momentos de grandes mudanças o foresight ganhou dimensão estratégica na condução dos negócios. Foi assim nas décadas pós segunda guerra, na crise do final dos anos 70, com a emergência de novas tecnologias, está ocorrendo agora com os sinais inquietantes de esgotamento da capacidade de regeneração das qualidades ambientais, indispensáveis à reprodução da humanidade. O foresight é filho direto das grandes crises."

Ariel Pares *- Ministério do Meio Ambiente*

"O futuro não se prevê, mas é possível construí-lo. O Brasil tem grandes chances de trilhar o caminho do desenvolvimento sustentável se houver um movimento nacional consciente da sua efetividade capaz de combater interesses de grupos específicos e desvios de finalidade. Percebe-se que há muitos recursos no Brasil, mas o que limita a efetividade são a falta de bons projetos e vários daqueles que estão aprovados ou em implementação evidenciam desvios de verbas e/ou inconsistências nas entregas. Faz-se necessário desenvolver a consciência cidadã por meio da educação, da prática e da divulgação de bons exemplos. Esta obra "Brasil 2045" pode se tornar um dos documentos basilares para novo movimento em 2025, início deste segundo quartil do objetivo, rumo a 2100."

Clarice M O Kobayashi*, Conselheira - Instituto Prospectiva INSPRO*

""Viajar" para o futuro, tomando como base fatos e dados representa uma tarefa árdua, mas gratificante ao nos abrir um mundo de possibilidades."

Elaine Marcial *- Coordenadora do projeto, Laboratório de Simulações e Cenários da Escola de Guerra Naval, e SocialPort*

"O planejamento é importante para o sucesso de qualquer empreendimento seja uma empresa, projeto ou um país. Fazer parte do projeto me permitiu a interação com profissionais e especialistas de diversas áreas congregando suas visões e discutindo os canais para a elaboração de possíveis cenários. Na minha área que é o mercado financeiro, a construção de cenários base e alternativos são muito importantes tanto na definição de estratégias quanto na discussão do preço. É uma honra discutir o Brasil e poder colaborar com a construção de um lugar melhor para todos os brasileiros."

Fábio Pestana Bezerra

"Um esforço fundamental para o Brasil do futuro. A reunião de um grupo de especialistas comprometidos com um país mais justo e desenvolvido. A nossa tarefa é agregar mais gente, mais diversidade, ouvir os vários "Brasis" e os vários brasileiros para construirmos um Brasil para todos."

Guilherme Maia Rebouças *- Desenvolve-SE*

"O Brasil 2045 ilustra a importância de anteciparmos os grandes temas que impactarão o futuro para nossos planejamentos desde já. A superação de desafios em um mundo automatizado e em conflito demanda mobilização e consensos no curto prazo."

Guilherme Bratz Uberti *- Secretaria de Planejamento de Sergipe*

"Adotar práticas de foresight é uma forma de nos prepararmos melhor para o futuro, e delinearmos os melhores planos de ação para o país e para nós mesmos diante dos cenários que se mostram pertinentes."

Jean Santos Lima *- Universidade Católica de Brasília*

"Participar do "Brasil 2045" foi inspirador. Um privilégio em testemunhar a diversidade de ideias de todas as nossas regiões na criação colaborativa de cenários, o que reforça que nosso futuro é construído coletivamente, com dedicação e visão."

Newton Lopes Júnior *- Ministério da Defesa*

"Os estudos de futuro são essenciais para o planejamento. No Brasil, ainda há muito a avançar. As contribuições desse projeto vão além dos resultados formais, pois aprimora as práticas individuais dos participantes e, consequentemente, tem potencial para melhorar as entregas à sociedade."

Layla Santos *- Major da PM-DF*

"Foi uma experiência especial e uma oportunidade única de aprendizado na aplicação de metodologia e dinâmicas na construção de cenários, bem como na discussão com especialistas em diversos temas relevantes com potencial para trazer vantagens competitivas, a serem inseridas no planejamento estratégico governamental de longo prazo que leve o Brasil a um Futuro Possível que nos favoreça."

Francisco Lemos Jr. *- Ministério da Defesa*

"Priorizar eixos temáticos para investimentos de longo prazo é condição primordial para o país alavancar suas potencialidades, principalmente em uma economia em desenvolvimento como o Brasil. Nesse sentido, os possíveis cenários elencados no projeto auxiliam os agentes nacionais a identificarem e potencializar as forças internas do país, buscando reduzir suas fraquezas. Do mesmo modo, as prospecções contribuem com o planejamento de longo prazo ao mapear e recepcionar oportunidades do mercado global mitigando eventuais ameaças em diferentes trajetórias rumo ao desenvolvimento socioeconômico nacional. Desse modo, o Projeto Brasil 2045 oferece diagnósticos da atualidade nacional e possíveis caminhos para construção de um país mais próspero e justo ao longo das próximas décadas."

Leonardo Wagner Willkomm de Farias *- PREVI*

"Experiência muito rica, interessante. Trabalho importante. A grande preocupação agora é comunicar o livro. Fazer articulações com stakeholders estratégicos para que o material seja acessado e utilizado. Além de ampla divulgação na sociedade (mídia de massa)."

Livia Abreu Torres *- Embrapa*

"Os cenários deveriam ser de uso obrigatório para processos de planejamento estratégico de médio e longo prazo, uma vez que busca uma diminuição das incertezas inerentes ao processo de tomada de decisão. Possuir estratégias e ações que permitam às organizações se posicionarem em diferentes contextos se torna essencial para a sobrevivência dessas organizações em tempos de elevados níveis de incerteza."

Marcello J. Pio *- Observatório Nacional da Indústria – CNI*

"Entendo que este trabalho seja excelente, mas temos o risco de serem desconsiderados pelos políticos que ocupam as posições de decisão dos temas abordados, seja por desconhecimento ou mesmo por terem outros interesses. Não temos uma cultura de longo prazo e sempre existe a imagem do grande salvador que prejudica muito a conscientização de que o país somente evolui com um trabalho sério, contínuo e de longo prazo. No entanto, creio que a insistência em se preocupar com o caminho de longo prazo e o alerta com relação a desvios é sempre importante."

Marcelo Schneck de Paula Pessôa *- USP*

"Ter a oportunidade de trabalhar com prospectiva é, sem dúvida, não apenas ajudar a construir as possibilidades do futuro, mas direcionar as escolhas para o futuro escolhido."

Márcio Venício Pilar Alcântara *- ANEEL*

"Gostaria de agradecer, mais uma vez, o convite da Coordenação do projeto. Sinto-me lisonjeado em fazer parte desse seleto grupo de pensadores do Brasil. Ainda há muito o que fazer, e faremos."

Raphael Gustavo Frischgesell *- Ministério da Defesa*

"Participar desse estudo foi uma das melhores oportunidades de aprendizado e de expansão da visão de mundo e das possibilidades de futuro e, por isso, sou grato."

Renato Mendes Freitas *- SUFRAMA*

"Pensar o futuro do Brasil é fundamental para o desenvolvimento do nosso país. Ao observarmos os cenários traçados e tomarmos as medidas para buscar as melhores decisões de longo prazo, temos potencial para atingir um ótimo nível de progresso."

Ricardo Martins de Paiva Bastos *- PREVI*

Esta obra foi composta usando as tipologias Minion,
Syntax e VistaSlab, em maio de 2025.
Brasília - DF

Cenários Brasil 2045

Uma das contribuições mais importantes deste livro é seu enfoque na interação entre forças globais e locais. Em um mundo cada vez mais interdependente, o futuro do Brasil não pode ser entendido isoladamente, mas sim em relação a fenômenos globais, como a transição verde e digital, comércio global e novos modelos de negócio e dinâmicas geopolíticas.

Ao mesmo tempo, o livro destaca como características únicas do contexto brasileiro, como a diversidade biológica, cultural e econômica, podem representar tanto desafios quanto oportunidades para o desenvolvimento.

Destaca-se também como relevante a abordagem colaborativa que permeia a construção dos cenários. O trabalho reflete a contribuição de especialistas de diferentes áreas – economistas, cientistas sociais, ambientalistas e tecnologistas – além de envolver *stakeholders* do setor público, privado e da sociedade civil. Essa pluralidade de perspectivas confere maior legitimidade e riqueza às análises, tornando o livro uma referência não apenas para acadêmicos, mas também para líderes e gestores que enfrentam o desafio de planejar em ambientes incertos.

Ao navegar por estas páginas, o leitor é convidado não apenas a imaginar o futuro, mas a se engajar na sua construção. Os cenários apresentados não são previsões, mas possibilidades que dependem das escolhas e ações realizadas hoje. Nesse sentido, o livro é também um convite à responsabilidade coletiva, reforçando que o futuro do Brasil está, em grande parte, nas mãos de seus cidadãos e líderes. Sendo assim, e recuperando também as palavras destacadas na introdução deste livro, deixamos as seguintes reflexões:

Quais as decisões que você tomará hoje e nos dias subsequentes em prol do desenvolvimento do nosso país?

Qual será a sua contribuição?

Boa leitura!

ISBN: 978-65-01-41907-7

ASSECOR

SOCIALPORT

PROCAD DEFESA PROSPECTIVA PDPROSPECTIVA