

Ciência, Tecnologia e Inovação – Vantagens competitivas

Arthur Oscar Guimarães¹, Kilma Gonçalves Cezar²

Resumo

Este artigo tem por objetivos identificar e analisar as possibilidades de o Brasil, até 2030, alcançar novos patamares de desenvolvimento em áreas específicas, particularmente um desenvolvimento que seja inclusivo, competitivo e sustentável. Como método de pesquisa, optou-se por definir preliminarmente algumas áreas e setores específicos importantes para o desenvolvimento nos quais o País já apresenta vantagens competitivas, mas que demandarão novos investimentos nos próximos anos. Ao final, são apresentadas breves análises e recomendações

Abstract

This article aims to identify and analyze the possibilities for Brazil to reach new levels of development in specific areas, particularly a development that is inclusive, competitive and sustainable, by the year 2030. As a research method, it was decided to preliminarily define some specific areas and sectors that are important for the country's development in which the country already has competitive advantages, but which will demand new investments in the coming years. In the end, brief analyses and

-
- 1 Graduado em Economia; mestre em Política Científica e Tecnológica pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ); possui doutorado na área de Ciência, Tecnologia e Sociedade pela Universidade de Brasília (UnB); e é pós-doutorando em Ciência da Informação pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UFRJ (PPGCI/UFRJ). Atualmente, é líder dos seguintes projetos no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE): Conselho Nacional de C&T (CCT); Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI); e Centros de Desenvolvimento Regional (CDR).
 - 2 Graduada em Economia e especialista em Inteligência Competitiva pela UFRJ. Possui Diplôme D'Études Approfondies (DEA) em Informação Científica e Tecnológica pela Université de Droit Économie et Des Sciences DAix Marseille III, na França. É mestre em Desenvolvimento Sustentável e doutora em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB), com pós-doutorado em Ciência da Informação pela Faculdade de Ciência da Informação (FCI) da UnB. Atualmente, trabalha no CGEE.

voltadas para o crescimento da economia e para a promoção da produtividade, da inovação e da competitividade nos setores selecionados.

recommendations are presented aimed at the promotion of productivity, innovation and competitiveness for the selected sectors.

Palavras-chave: Ciência, Tecnologia e Inovação. Vantagens competitivas. Desenvolvimento.

Keywords: Science, Technology and Innovation. Competitive advantages. Development.

1. Introdução

A performance brasileira em *rankings* internacionais de inovação e competitividade indica que o País não conta com uma economia puxada pela inovação, embora haja plena concordância na literatura técnica sobre a relevância do tema. Em 2011, o Brasil ocupava a 47ª posição na classificação da *Global Innovation Index*. Em 2022, passou a ocupar a 54ª posição, apesar dos esforços públicos e privados empreendidos (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DA INDÚSTRIA, 2022).

Segundo a literatura técnica (CNI, 2023), os motivos para esse baixo desempenho são diversos. Primeiramente, há o baixo dinamismo da economia e o ambiente macroeconômico instável, que desmotivam os investimentos privados. Além disso, os desequilíbrios e distorções das políticas públicas tendem a focar no curto prazo e não asseguram a continuidade dos programas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Há ainda o processo de encolhimento das indústrias, que se manifesta na queda da participação do setor industrial no Produto Interno Bruto (PIB) e nas exportações, conforme traz o Portal da Indústria (PERFIL DA INDÚSTRIA BRASILEIRA, 2022). De acordo com o levantamento, no período de 2010 a 2023, a participação das indústrias no PIB decresceu de 27,4% para 23,6%.

Este cenário é acentuado pela ascensão das tecnologias digitais, que ensejam mudanças profundas nas políticas tradicionais de crescimento econômico e impactam no desempenho e no custo da computação, considerando o fluxo e a disponibilidade do volume gigantesco de dados. Do mesmo modo, tais tecnologias impulsionam novos processos inovadores nas diferentes áreas da economia. A dinâmica atual das novas tecnologias digitais elevam o padrão de eficiência das economias e modificam o *modus operandi* da indústria de transformação, dos serviços, da agricultura, do meio ambiente e do comércio. Essas mudanças devem ser acompanhadas e tratadas como ativo essencial para a competitividade e desenvolvimento do Brasil.

Neste sentido, entende-se como tarefa importante ao País mapear, monitorar e atrelar suas vantagens competitivas à inovação e às tecnologias de fronteira, a fim de buscar sustentar sua competitividade. Essa associação entre vantagens competitivas e inovação permite aumentar os investimentos e

tratar diretamente os principais entraves regulatórios dos setores econômicos, além de assegurar o crescimento sustentado da economia. Assim, garantem-se ganhos de produtividade indispensáveis para o crescimento da economia no longo prazo, impulsionando a capacidade inovativa do Brasil e estimulando os demais setores econômicos para o desenvolvimento tecnológico.

A opção metodológica do presente trabalho baseou-se na definição de um conjunto de áreas, nos termos indicados na Tabela 1 e elaborados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), para analisar um horizonte até 2030. Nas próximas seções, serão examinadas as vantagens competitivas destas áreas. As oportunidades e os desafios, por sua vez, foram investigadas no artigo Ciência, Tecnologia e Inovação – Oportunidades e desafios, dos mesmos autores (GUIMARAES; CEZAR, 2023).

Tabela 1. Oportunidades, desafios e vantagens competitivas para o Brasil/2030

Áreas	Oportunidades	Desafios	Vantagens competitivas
Aeroespacial	•		
Energias renováveis	•		
Materiais e minerais estratégicos	•		
Área espacial		•	
Cidades		•	
Envelhecimento da população		•	
Mudança do clima		•	
Saúde	•	•	•
NEXUS (segurança hídrica, energética e alimentar)	•	•	•
Área nuclear	•		•
Petróleo e gás	•		•
Agropecuária tropical			•
Aeronáutica			•
Bioeconomia			•

Fonte: Elaboração própria com base no texto (BRASIL, 2015).

Cabe acrescentar ao panorama apresentado a importância de que o crescimento e o desenvolvimento do Brasil busquem a conciliação com as questões ambientais e sociais. É sob esse contexto que o presente artigo propõe-se a destacar áreas temáticas entendidas como

vantagens competitivas importantes para o desenvolvimento do País, tendo como pano de fundo um horizonte até 2030.

Nas próximas seções, além de analisar, de forma mais ampla, as vantagens competitivas da indústria e das nações, o presente artigo indica os denominados atributos amplos (PORTER, 1990) necessários à obtenção de vantagens competitivas.

Serão considerados no texto alguns exemplos internacionais: Estados Unidos da América, União Europeia (UE), Japão, Alemanha e Reino Unido. Apresenta-se, também, um breve olhar setorial, no qual se discutem: agropecuária tropical; aeronáutica; área nuclear; bioeconomia; *NEXUS (segurança hídrica, energética e alimentar)*; petróleo e gás; e saúde. Por fim, em conclusão, são listadas algumas observações e recomendações finais.

2. Vantagens competitivas

O *Anuário de Competitividade Mundial*, produzido em 2022 pelo IMD - *World Competitiveness Center*, avalia os países segundo sua capacidade em gerenciar fatores e competências que possibilitem alcançar um crescimento econômico de longo prazo. O Brasil aparece na 59ª posição do *ranking*, em uma lista de 63 economias, estando à frente apenas da África do Sul, Mongólia, Argentina e Venezuela (IMD, 2022).

No *ranking* geral do *Competitividade Brasil 2021-2022*, da Confederação Nacional da Indústria (CNI) (CNI, 2022), o Brasil aparece em 16º lugar entre 18 economias semelhantes, à frente apenas da Argentina e do Peru. O desempenho brasileiro é comparado ao de países que possuem características similares ou que concorrem com o Brasil no mercado mundial. Os fatores considerados pelo relatório da CNI foram: ambiente de negócios; educação; ambiente macroeconômico; estrutura produtiva, escala e concorrência; infraestrutura e logística; financiamento; tributação; mão de obra; tecnologia e inovação.

Na terceira reunião da Conferência da Ciência, Inovação e Tecnologias de Informação e Comunicação da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal)³, realizada em dezembro de 2021 (UN, 2021), foram definidos temas para avançar na estratégia competitiva no contexto regional, listadas a seguir:

3 A indicação da Cepal é um sinalizador da importância de geração de uma capacidade inovativa nessas nações.

- a. Organização da estrutura produtiva, de maneira a demandar Ciência e Tecnologia;
- b. Mudança do paradigma de desenvolvimento do modelo extrativista para o modo de produção sustentável;
- c. Alteração dos sistemas de CT&I dos países da América Latina e do Caribe, que hoje ainda são subfinanciados e concentrados em atividades de pesquisa básica e aplicada, com lacunas em temas de desenvolvimento experimental;
- d. Redesenho da cooperação internacional na CT&I;
- e. Investimento nas indústrias manufatureiras da saúde, da eficiência ambiental e das tecnologias digitais para a indústria;
- f. Garantia da relevância das instituições e das políticas para impulsionar a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I);
- g. Revisão da diáspora e da circulação de talentos na América Latina e no Caribe;
- h. Estabelecimento do desenvolvimento de repositórios de genoma na região;
- i. Fomento às tecnologias sociais para a promoção da autonomia e geração de renda;
- j. Estímulo à perspectiva de gênero nos sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação;
- k. Fortalecimento do papel da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a soberania em saúde;
- l. Reforço do papel das tecnologias digitais e dos novos modelos de negócios e capacidades produtivas das Pequenas e Médias Empresas (PME) na era digital;
- m. Contribuição às tecnologias aeroespaciais e de satélite para o desenvolvimento sustentável;
- n. Incentivo ao desenvolvimento tecnológico e agregação de valor na cadeia do lítio;
- o. Manutenção no radar da ecoinovação, transição energética e produção sustentável.

As tarefas listadas na reunião da Cepal podem nortear as ações a serem implementadas, mas o País deverá considerar que existem níveis distintos de competitividade. Infere-se, assim, a existência de um primeiro nível, representado, por exemplo, pelo cenário de competitividade latinoamericano e africano. O segundo nível, mais elevado, é representado pelo cenário que aqui denominaremos mundial e que contempla os países da América do Norte, Europa e Ásia.

Essa aparente dicotomia revela a importância de ter uma visão de conjunto sobre o problema do crescimento econômico com desenvolvimento, considerando as vantagens competitivas à luz do papel da CT&I. Tratam-se de dois cenários que explicitam a importância de o País considerar o diferencial e as peculiaridades que – cada vez mais – deverão estar presentes em produtos e serviços que garantam novos mercados, em razão da utilização de novas tecnologias geradas internamente.

Esse cenário evidencia a necessidade de uma política voltada à geração de maior competitividade do Brasil diante de distintos países, a fim de consolidar sua liderança regional. Esta, por sua vez, deve estar inserida em uma estratégia mundial, em determinados casos em associação com outras nações, particularmente no âmbito dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Tais aspectos deverão auxiliar as reflexões sobre políticas públicas que possam contribuir para a geração de vantagens competitivas dos produtos brasileiros em relação ao mundo.

É fato que tais políticas deverão partir de áreas oriundas, por exemplo, de nossa capacidade agrícola (utilização do potencial de pesquisa das universidades, institutos e centros de pesquisa)⁴ e na saúde, área na qual o País deverá manter e expandir as ações de pesquisa, absorção e transferência de tecnologia.

Michael E. Porter, na obra *The Competitive Advantage of Nations* (PORTER, 1990) engloba duas formas de análise da competitividade:

- **Vantagens competitivas da indústria:** tratam das estratégias e inovações características de empresas globais e salientam o caráter intrínseco da competitividade; e

4 Alguns exemplos de instituições cujo potencial de pesquisa pode ser explorado são a Universidade Federal de Viçosa (UFV); Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de Queiros/Universidade de São Paulo (Esalq/USP); e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Embrapa/Mapa).

- **Vantagens competitivas das nações:** abordam as condicionantes ou atributos do País que favorecem a criação de estratégias, inovações e alianças, como fornecimento de insumos, condicionantes da demanda, infraestrutura e indústrias correlatas.⁵

Ainda segundo Porter (idem), são quatro os atributos amplos que podem assegurar ao País a vantagem competitiva: condições de fatores; condições de demanda; indústrias correlatas e de apoio; e estratégia, estrutura e rivalidade entre empresas:

1. *Condições de fatores:* contempla a posição do País em relação aos fatores de produção, como infraestrutura e especialização do trabalho, fundamentais à competição;
2. *Condições de demanda:* considera a natureza da demanda interna para os produtos e serviços. Consumidores mais exigentes exercem naturalmente pressão para que as empresas melhorem a sua capacidade de competir por meio da inovação e excelência;
3. *Indústrias correlatas e de apoio:* aborda a existência no País de indústrias abastecedoras e correlatas que sejam globalmente competitivas. A proximidade entre elas possibilita o compartilhamento de conhecimentos e, naturalmente, o intercâmbio de experiências;
4. *Estratégia, estrutura e rivalidade entre empresas:* reúne as condições que determinam, no País, a forma pela qual as empresas são estabelecidas, estruturadas e gerenciadas. Com esse atributo, os países obtêm sucesso em determinados setores porque o ambiente interno pressiona as empresas para que desenvolvam e ampliem suas vantagens.

O objetivo de qualquer política ou estratégia voltada a gerar mais inovação deve considerar a ampliação das competências tecnológicas e sua capacidade de produzir novas tecnologias. Isto, no longo prazo, contribuirá para aumentar a competitividade e o crescimento econômico do País.

Há, nesse debate, posição clássica de Carlota Perez (PEREZ, 2010) relacionada à estrutura de uma verdadeira revolução tecnológica, que parece ser o caso específico do Brasil, pois contempla imensos desafios tanto na dimensão técnico-econômica, como socioinstitucional. Segundo Pérez:

5 O mesmo autor (*op.cit.*) destaca que: "... a prosperidade nacional é criada, e não herdada. Ela não nasce dos pendores naturais de uma nação, de sua força de trabalho, de suas taxas de juros, ou do valor de sua moeda, como insistem em dizer os economistas clássicos." (...) "**a competitividade de uma nação depende da capacidade de seus setores industriais para inovar e modernizar.** As empresas ganham vantagem contra os melhores concorrentes do mundo devido a pressões e desafios. Elas se beneficiam de fortes rivais domésticos, fornecedores agressivos e clientes locais exigentes." (Grifamos).

*[...] solo merece el nombre de revolución cuando tiene el poder de traer consigo una transformación en toda la economía. El **paradigma tecnoeconómico (pte)** que se va articulando mediante el uso de las nuevas tecnologías a medida que estas se van difundiendo, es lo que multiplica su impacto en toda la economía y, eventualmente, modifica también la manera como se organizan las estructuras socioinstitucionales (**grifamos**).*

Complementarmente, é preciso considerar que esse objetivo recebe interferência de vários fatores que afetam a capacidade inovativa das empresas (elemento central na busca por vantagens competitivas), conforme elencados a seguir, e que vão além das políticas de inovação e de seus instrumentos.

1. *Ambiente macroeconômico*: estabilidade de preços; controle da trajetória da dívida pública gerando equilíbrio fiscal (sem o comprometimento da necessidade histórica de o País realizar investimentos na área social); elevação consistente da taxa de investimento público e privado em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); câmbio e juros competitivos; e inflação controlada são condições fundamentais para a competitividade brasileira;
2. *Setor regulatório*: o grau de independência do ambiente regulatório tem impacto positivo sobre o desempenho dos setores regulados. Um bom ambiente regulatório deve compatibilizar a intervenção do Estado para reduzir as **falhas de mercado** com a promoção da real eficiência, para que de fato haja crescimento econômico. Quanto mais simples, confiáveis e transparentes forem as regras de negócio, melhor será o funcionamento do mercado e, conseqüentemente, a possibilidade de alcançar maior competitividade econômica;
3. *Cenário internacional*: as economias integradas ao mercado internacional tendem a ser mais competitivas. Os efeitos de expansão do mercado internacional com especialização setorial e regional nos segmentos que apresentaram maior vantagem competitiva impactam os mercados emergentes. O ingresso em mercados internacionais possibilita acesso a conhecimento sobre novos produtos, tecnologias, processos produtivos e tipos de negócios, facilitando, conseqüentemente, P&D e inovação⁶;

6 Nas economias centrais, as indústrias que investem na propriedade intelectual vêm crescendo continuamente, em ritmo mais acelerado que os demais segmentos. Tal movimento é sustentado pelo dinamismo tecnológico decorrente do conhecimento alcançado a partir de investimentos em P&D.

4. *Nível educacional*: estudo elaborado pelo *IMD World Competitiveness Center* (IMD, 2022) compara a prosperidade e a competitividade de 64 nações, analisando o ambiente econômico, educacional e social do País para gerar inovação e destacar-se no cenário global. Cultivar a criatividade, a engenhosidade, a curiosidade, a inovação e novas formas de pensar são qualidades a serem adquiridas, em grande parte, no ambiente educacional; e
5. *Disponibilidade de infraestrutura*: a falta de infraestrutura dificulta a atração de investimentos, a geração de empregos e a competitividade das empresas e do País.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de o País definir metas e objetivos específicos para a área de CT&I, sobre os quais se possa atuar efetivamente. Para isso, é preciso um diagnóstico bem definido e claro a respeito de quais fatores interferem, impedem ou retardam o desenvolvimento tecnológico do País, bem como das áreas que são estratégicas para o investimento público.

Dessa forma, e seguindo esse cenário de estratégias para obtenção das vantagens competitivas, vale citar o pacote implementado pelos EUA, intitulado *Inflation Reduction Act of 2022* (US, 2022; WHITE HOUSE, 2022), também conhecido como Plano Biden para CT&I, consubstanciado em um pacote que visa a estimular a geração de empregos e analisa os investimentos em P&D e em tecnologias do futuro previstos no *American Jobs Plan*. Como diagnóstico, este documento evidencia que o dispêndio dos EUA em P&D caiu em proporção ao PIB e, também, que a diminuição de empregos em setores de alta tecnologia decorre da queda de investimento na área de pesquisa. O plano apresenta como meta o alcance da liderança americana na economia global e prevê um investimento da ordem de US\$ 325 bilhões em Ciência, Tecnologia e Inovação. O documento lista como objetivos dos EUA:

- Avançar na liderança mundial em tecnologias críticas e atualizar a infraestrutura de pesquisa do País;
- Tornar o País líder em ciência e inovação para o clima;
- Eliminar as desigualdades raciais e de gênero na Pesquisa e Desenvolvimento e nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática (STEM, na sigla em inglês⁷);
- Proteger os norte-americanos de futuras pandemias; e

7 STEM é uma sigla em inglês para *Science, Technology, Engineering and Mathematics*.

- Impulsionar a fabricação de energia limpa por meio de compras federais.

Esses objetivos conformariam a base para assegurar a vantagem competitiva dos EUA. Como estratégia, o plano pressupõe a realização de um diagnóstico claro dos problemas enfrentados e a definição precisa de poucos objetivos a serem alcançados.

Seguindo esse raciocínio, a União Europeia (UE) lançou seu segundo *Relatório Estratégico de Prospectiva de 2021*, intitulado *The EU's capacity and freedom to act* (CE, 2021). O documento mostra o caminho para políticas e compromissos bem concebidos e preparados para o futuro, de forma a colocar a UE na melhor posição possível para alcançar os seus objetivos políticos de longo prazo e desempenhar um papel estratégico em uma nova ordem mundial. O relatório sublinha a importância da articulação entre as políticas internas e externas e utiliza uma abordagem abrangente. O mote adotado é **Europa justa, digital e ecológica** e o documento apresenta uma perspectiva multidisciplinar sobre tendências importantes que afetam a capacidade e a liberdade de ação da UE nas próximas décadas, com consequências na produtividade e competitividade.⁸

A China deverá tornar-se a maior economia antes do final desta década. A Índia possivelmente vai ultrapassar a UE nos próximos 20 anos. A população mundial deverá atingir 8,5 bilhões, em 2030; e 9,7 bilhões, em 2050. A população da UE por sua vez deverá diminuir 5% e passar para pouco mais de 420 milhões até 2050.

Considerando que todas estas mudanças afetarão a liberdade e a capacidade de ação da UE e exigirão uma ação política eficiente e coerente, o relatório também aborda questões emergentes, incertezas e escolhas que moldarão o futuro da Europa e do mundo. O documento apresenta também possíveis respostas políticas para a autonomia estratégica aberta da UE. Pelos motivos expostos, o relatório (2021, *op.cit.*) identificou dez ações estratégicas nas quais a UE poderá reforçar a sua capacidade de ação:

8 O Relatório (*op. cit.*) traz as seguintes indicações: 1) Alterações climáticas e outros desafios ambientais: até 2050, 200 milhões de pessoas necessitarão de ajuda humanitária, em parte devido aos efeitos ecológicos; 2) Hiperconectividade digital e transformações tecnológicas: o número de dispositivos conectados em nível mundial poderá aumentar de 30,4 bilhões em 2020 para 200 bilhões em 2030. Uma maior conectividade entre objetos, locais e pessoas dará origem a novos produtos, serviços, modelos empresariais, estilos de vida e hábitos de trabalho. A ambição da Europa de assumir um papel de liderança mundial nas transições paralelas pode posicioná-la fortemente em um mercado lucrativo emergente e criar novos tipos de trabalho, como, por exemplo, os empregos verdes, tanto nos setores estabelecidos como nos emergentes; 3) Pressão sobre a democracia e os valores: a desinformação em larga escala, alimentada por novas ferramentas e plataformas em linha, criará desafios crescentes para os sistemas democráticos e impulsionará um novo tipo de guerra da informação; 4) Mudanças na ordem global e na demografia: o mundo tornar-se-á cada vez mais multipolar.

1. Garantir sistemas alimentares e de saúde sustentáveis e resilientes;
2. Garantir uma energia descarbonizada e a preços acessíveis;
3. Reforçar as capacidades em termos de gestão de dados, Inteligência Artificial e tecnologias de ponta;
4. Garantir e diversificar o aprovisionamento em matérias-primas essenciais;
5. Assegurar uma posição pioneira em nível mundial em matéria de normalização;
6. Criar sistemas econômicos e financeiros resilientes e preparados para o futuro;
7. Desenvolver e reter competências e talentos que correspondam às ambições da UE;
8. Reforçar as capacidades em matéria de segurança, defesa e acesso ao espaço;
9. Colaborar com parceiros mundiais, a fim de promover a paz, a segurança e a prosperidade para todos;
10. Reforçar a resiliência das instituições.

No caso do Japão, o *National Institute of Science and Technology Policy* (NISTEP) (NISTEP, 2023) é a mais importante agência governamental e utiliza ferramentas de prospecção tecnológica que, a cada cinco anos, identificam tendências significativas na ciência e na tecnologia. A agência contribui, desta forma, para o planejamento do governo e do setor privado, além de construir um consenso sobre quais tecnologias são essenciais e competitivas para o país. A comunidade de CT&I auxilia constantemente na identificação das tendências mais significativas na dimensão C&T, particularmente no que diz respeito às prioridades socioeconômicas importantes e seus respectivos obstáculos. O NISTEP trabalha com especialistas de CT&I do governo e outros, externos, realizando *workshops* e operando uma rede de especialistas em CT&I.⁹

Para determinar a tendência em C&T, o NISTEP realiza análises sobre tecnologias emergentes e mudanças na direção do desenvolvimento científico e tecnológico. São analisados tanto as questões de P&D a serem abordadas no futuro como os sistemas de P&D. A busca de sinais

9 A referida rede conta com cerca de dois mil especialistas da academia e da indústria, incluindo especialistas em humanidades e ciências sociais.

de mudanças em CT&I dá-se mediante monitoramento sistemático e análise quantitativa/qualitativa, a fim de identificar potenciais oportunidades e riscos. Os resultados são publicados como artigos da revista trimestral do NISTEP *STI Horizon* e demais relatórios (NISTEP, 2021). Para os próximos anos, o Japão definiu oito áreas interdisciplinares de CT&I que contribuem para a sua competitividade.

No caso da Alemanha, para a tomada de decisão no âmbito da CT&I, são realizados estudos prospectivos que se fundamentam em um processo aberto e transparente, que inclui muitas partes do sistema de inovação e tem por objetivo prever desenvolvimentos futuros e ampliar vantagens competitivas. A contribuição é que esse ferramental envolve não somente os analistas de C&T como também representantes da sociedade civil. Define-se uma plataforma para o intercâmbio de informações e para uma discussão sobre o futuro, bem como para a criação de um banco de dados de pessoas que podem interagir. O foco está na definição de objetivos claros e precisos e na formulação de decisões que impactem a produtividade e a competitividade, desde que estas sejam tecnologicamente viáveis, socialmente aceitáveis, voltadas para o atendimento da demanda, economicamente adequadas e ecologicamente razoáveis. Percebe-se que a utilização dessa ferramenta aborda não somente as questões de CT&I, que são inclusas na pauta, mas também questões de economia, meio ambiente e, principalmente, aspectos de interesse da sociedade civil em geral. A finalidade é envolver as diferentes partes interessadas do sistema, ampliando sua participação.

O governo do Reino Unido (GOV.UK, 2022a; GOV.UK, 2022b), em seus estudos sobre o futuro no contexto de CT&I, utiliza projetos de *foresight*, nos quais são levadas em consideração as questões transversais, que buscam encontrar evidências e exploram possibilidades futuras. Também se utilizam os conselhos científicos, envolvendo as redes de especialistas em CT&I. Os projetos identificam os principais desafios e oportunidades para o governo, com o objetivo de informar melhores políticas que sejam resilientes no longo prazo e impactem o mais diretamente possível a vantagem competitiva do país. O programa *Foresight* está em execução há mais de 20 anos, com mais de 30 relatórios publicados (GOV.UK, 2014). Dois principais eixos direcionam os estudos: genômica além da saúde e o futuro dos sistemas de dados do cidadão.

Dessa forma, o governo do Reino Unido busca uma abordagem para a governança, controle e uso de dados de cidadãos em todo o mundo, com o objetivo de dotar o debate público e as decisões governamentais de informações, a partir de uma visão internacional de todo o sistema dos dados dos cidadãos, bem como as variações nos sistemas de dados regionais, que refletem e determinam desenvolvimentos na **economia**, na **segurança** e na **sociedade** (GOV.UK, 2020).

No rol das vantagens competitivas que o Brasil possui, parece evidente a recomendação para o País, em um horizonte que tem início agora e vai até 2030, o seguinte conjunto de ações que deverá impulsionar o crescimento da economia, promovendo a produtividade, inovação e competitividade nacional:

- Redução do atraso tecnológico, por meio do fortalecimento da pesquisa e da qualidade da educação voltada para a inovação;
- Ampliação da educação profissional e fortalecimento da formação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM);
- Mobilização dos atores do ecossistema de CT&I na execução de ações em diversas frentes assegurando suas representatividades;
- Estruturação de uma Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (PNCTI) de longo prazo, com instâncias de governança bem definidas e incorporando a inovação como ferramenta básica para elevação da produtividade e da competitividade;
- Melhoria do ambiente regulatório, por meio do aprimoramento da Lei do Bem e da Lei das Startups, como também efetivação da regulação do SNCTI;
- Elevação dos investimentos em CT&I aos patamares internacionais; e
- Diversificação das fontes de recursos e instrumentos de apoio à inovação.

3. Observações finais

A título de recomendação, considera-se basilar para o País, tendo como horizonte o ano de 2030, a definição de uma política pública na área de CT&I que garanta a estabilidade na execução orçamentária e a definição de macrotendências prioritárias nas áreas mencionadas. O País dispõe de vantagens competitivas em diversos setores, dentre os quais destacam-se, segundo demonstram as publicações consultadas: Nexus (segurança *hídrica*, energética e alimentar); petróleo e gás; e saúde.

No que diz respeito ao Nexus, será fundamental a adoção de uma abordagem integradora para enfrentar os desafios globais relacionados a estes três recursos essenciais (água, energia e alimentos), visto que os desafios desse tema no século 21 certamente envolverão cada vez mais a urbanização, o crescimento populacional e as mudanças climáticas.

No caso dos setores de petróleo e gás, importante considerar que o gás natural é uma fonte de energia mais limpa do que o carvão e os derivados de petróleo. A produção de gás natural pode criar um círculo virtuoso na economia brasileira, com inúmeros benefícios sociais e ambientais.

Em relação ao setor da saúde, é inegável o papel da base institucional (laboratórios, institutos de pesquisa e empresas) que conforma o Complexo Econômico-Industrial da Saúde (Ceis). No âmbito da CT&I, compete ao poder público tratar a saúde brasileira para além das pesquisas fundamentais, estabelecendo uma nova agenda: a saúde como parte fundamental do desenvolvimento do País, pois a vantagem competitiva neste setor tem sua base no mercado consumidor brasileiro, que gera escala e pode influir nas matrizes econômicas estratégicas.

Diante das vantagens competitivas aqui definidas e frente às considerações apresentadas no texto, apresenta-se a seguir o resumo do potencial e das ações relativas a cada um dos setores selecionados.

Aeronáutica

A indústria aeronáutica é um setor competitivo e estratégico para o Brasil. O Plano Aeroviário Nacional concentra as diretrizes de planejamento dos próximos 20 anos e estabelece as diretrizes para o crescimento da aviação com segurança, capacidade e sustentabilidade, aliado à previsibilidade que o mercado necessita. Diante de um grande parque industrial, o diferencial competitivo da indústria aeronáutica está concentrado no lançamento de novas aeronaves, desenvolvidas a partir da integração de novas tecnologias.

Agropecuária tropical

O Brasil é um país fortemente produtor e exportador de produtos da agropecuária. Ganham destaque as produções de soja, carne bovina e milho, que, em 2021, apresentaram os seguintes valores brutos na produção:

- Soja: R\$ 398,1 bilhões (crescimento de 27,88% *entre 2020 e 2021*);
- Carne bovina: R\$ 200,8 bilhões (+4,25%);
- Milho: R\$ 138,4 bilhões (+6,95%).

A ampliação do uso de novas tecnologias e as exportações como elemento motor desse segmento parece ser o cenário mais natural até 2030.

Área nuclear

As dúvidas em relação a essa opção energética sempre estão vinculadas aos riscos de acidentes nucleares. Todavia, o setor nuclear brasileiro tem como vantagem deter significativas reservas de urânio, ocupando importante posição no *ranking* mundial. O Brasil é um dos dez países que detêm o conhecimento completo do ciclo do combustível nuclear, desde a lavra até o enriquecimento do urânio, a fabricação do combustível e a produção da energia, com elevada aplicação na área da saúde. A energia nuclear é responsável por 3% da matriz energética brasileira. A geração de eletricidade com base em energia nuclear não emite gases causadores de efeito estufa, uma de suas vantagens competitivas. O setor nuclear brasileiro possui boas reservas do mineral, experiência no setor, fonte de energia de baixo custo e domínio da tecnologia de enriquecimento, o que permite inferir que há um mercado internacional comprador de tal tecnologia.

Bioeconomia

A bioeconomia gera renda e riqueza. Sua principal matéria-prima é a biodiversidade. O Brasil tem a vantagem competitiva de dispor de 20% da biodiversidade do planeta – sendo 15% na Amazônia –, o que sinaliza forte potencial para desenvolver esse segmento como alternativa para que o País volte a crescer e desenvolver-se economicamente de maneira sustentada. Somos um país **megabiodiverso**, com potencial de acesso a vários materiais para a produção, como biomassa, corantes, óleos vegetais, gorduras, fitoterápicos, antioxidantes e óleos essenciais. A tarefa brasileira reside em aliar a biodiversidade às inovações tecnológicas aplicadas no campo das ciências biológicas.

Nexus (segurança hídrica, energética e alimentar)

O Brasil possui recursos hídricos abundantes (cerca de 12% das reservas mundiais de água doce) e é responsável por grande parte da produção mundial de soja, trigo, milho, cevada, arroz e carne bovina. Estes fatos permitem aos pesquisadores da Embrapa assegurarem que o Brasil alimenta 10% da população mundial, cerca de 800 milhões de pessoas, conferindo ao País vantagens competitivas que nenhuma outra nação do planeta apresenta em conjunto.

Não resta dúvida que no rol das oportunidades que se apresentam ao Brasil, em termos do que se definiu como *Nexus*, encontra-se a ampliação do poder de negociação em fóruns mundiais das respectivas áreas. O País:

- Possui grandes reservas de água;
- Detém imensa capacidade de gerar energias limpas; e
- Posiciona-se entre os principais *players* no mercado mundial de alimentos.

Esse conjunto de forças confere ao País privilegiada posição a ser exercida nos próximos anos no que diz respeito a água, alimentos e energia. Assim, é possível indicar a dimensão social do paradigma do desenvolvimento sustentável como uma tarefa que ainda precisa ganhar força nas ações, programas, planos e políticas públicas para ratificar as vantagens brasileiras nessas áreas.

Petróleo e gás

É sabido que nenhuma fonte de energia tem a importância geopolítica do **petróleo**, sendo fato concreto que as reservas do pré-sal reposicionaram o Brasil na geopolítica mundial. A exploração e a produção (*offshore* e *onshore*) de petróleo e gás natural visam a atender a uma crescente demanda de energia. O aproveitamento do petróleo oriundo de águas profundas e ultraprofundas no Brasil representou 95% da produção total em 2021. Quanto ao gás do pré-sal, sua mais ampla utilização dependerá essencialmente da viabilidade econômica dos investimentos necessários para a separação, escoamento e processamento do gás natural, que traz a oportunidade de venda ao mercado

(nacional e internacional). A geração termoeétrica demanda grandes volumes de gás e pode funcionar como vetor de desenvolvimento do mercado.

Saúde

O Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos da Fundação Oswaldo Cruz (Bio-Manguinhos/Fiocruz) e o Instituto Butantan possuem trajetória e tradição secular, sendo este último o principal produtor de imunobiológicos do País. O recente acordo firmado pela Fiocruz com o Reino Unido deve garantir a “produção totalmente nacional” da vacina contra a Covid-19. Ambas instituições são destaque em toda a América Latina e, assim como as universidades, são vetores para o aproveitamento das oportunidades científicas na área da saúde. A adoção de políticas públicas efetivas para a produção de vacinas e soros e para a prevenção e controle de enfermidades aponta para a maior vantagem competitiva do País: a existência do Complexo Econômico-Industrial da Saúde, que contempla **as dimensões econômicas e sociais do desenvolvimento**.

Portanto, no rol das vantagens competitivas que o Brasil possui, parece evidente a recomendação de que o País implemente, até 2030, políticas públicas de CT&I que considerem aspectos integradores e transversais. Deve-se considerar, mais especificamente, a verdadeira revolução técnico-econômica vivenciada no mundo todo, na qual o caminho natural passa por fortalecer a pesquisa e elevar a qualidade da educação. Além disso, não se deve perder de vista a importância crucial da sustentabilidade ambiental e de novas estratégias de inovação, capazes de facilitar a absorção, a adaptação e a geração de novas tecnologias pelo setor produtivo.

Referências

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DA INDÚSTRIA. **Brasil avança três posições e chega ao 54º lugar no Índice Global de Inovação**. 2022. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/brasil-avanca-tres-posicoes-e-chega-ao-54o-lugar-no-indice-global-de-inovacao/> Acesso em: fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI. **Oportunidades, desafios e vantagens competitivas nacionais e áreas potenciais para o desenvolvimento nacional**: Documento para discussão. 2015. (Mimeo).

COMISSÃO EUROPÉIA – CE. **Relatório de prospectiva estratégica de 2021**. Disponível em: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/strategic-planning/strategic-foresight/2021-strategic-foresight-report_pt Acesso em: set. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Competitividade Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/competitividade-brasil-comparacao-com-paises-selecionados/#:~:text=O%20Brasil%20avan%C3%A7ou%20pela%20primeira,Tributa%C3%A7%C3%A3o%20e%20Ambiente%20de%20Neg%C3%B3cios>. Acesso em: jan.2023

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Homepage**. 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/> Acesso em: fev. 2023.

GOV UK. Government Office for Science. **Evidence and scenarios for global data systems**. The Future of Citizen Data Systems. Sept. 2020. 127p. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/927547/GOS_The_Future_of_Citizen_Data_Systems_Report__2_.pdf

GOV UK. Government Office for Science. **Foresight projects**. Foresight projects give evidence to policymakers to help them create policies that are more resilient to the future. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/collections/foresight-projects> Acesso em: set. 2022.

GOV UK. **Horizon scanning research papers**. These research papers explore how a particular issue might affect different areas of policy. 2014. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/collections/horizon-scanning-research-papers>. Acesso em: set. 2022.

GOV UK. **Science and innovation**. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.uk/business-and-industry/science-and-innovation> Acesso em: set. 2022.

GUIMARÃES, Arthur Oscar; CEZAR, Kilma Gonçalves. Ciência, Tecnologia e Inovação; Oportunidades e desafios. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 28, n. 53, jun. 2023.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR MANAGEMENT DEVELOPMENT – IMD. World Competitiveness Center – WCC. **Anuário de competitividade Mundial**. 2022. Disponível em: <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/> Acesso em: set. 2022.

NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY – NISTEP. **Homepage**. 2023. Disponível em: <https://www.nistep.go.jp/en/> Acesso em: set. 2022.

NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY – NISTEP. **Survey C&T on 2020** – Science and technology foresight. Research Material, n. 315, 2021. Disponível em: https://www.nistep.go.jp/en/?page_id=56

PÉREZ, Carlota. **Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos**. LSE: iipp-ucl y spru-Sussex en Reino Unido y Tecnológica de Talín, Estonia. Capítulo 4. 2010. Disponível em: https://carlotaperez.org/wp-content/downloads/publicaciones/marco-teorico/Revoluciones_tecnologicas_y_paradigmas_tecnoeconomicos.pdf. Acesso em: fev. de 2023.

PERFIL DA INDÚSTRIA BRASILEIRA. **Homepage**. 2022. Disponível em: <https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/#/industria-total> Acesso em: fev. 2023.

PORTER, Michael E. **The competitive advantage of Nations**. Free Press: 1990, 1049p.

UNITED NATIONS – UN. **Tercera Reunión de la Conferencia de Ciencia, Innovación y TIC de la CEPAL**. 13-15 de diciembre de 2021. Disponível em: <https://innovalac.cepal.org/3/es>. Acesso em: fev. 2022.

UNITED STATES - US. Senate. **Inflation reduction act of 2022**. Summary. 2022. Disponível em: https://www.democrats.senate.gov/imo/media/doc/inflation_reduction_act_one_page_summary.pdf

THE WHITE HOUSE. FACT SHEET: **The Inflation reduction act supports workers and families**. 19 aug. 2022. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/19/fact-sheet-the-inflation-reduction-act-supports-workers-and-families/>

