LIVRO VIOLETA

Ciência Tecnologia e Inovação para um Brasil justo, sustentável e desenvolvido

Contribuições para uma Estratégia de CT&I

5ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CT&I

LIVRO VIOLETA

Ciência Tecnologia e Inovação para um Brasil justo, sustentável e desenvolvido

Contribuições para uma Estratégia de CT&I

5ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CT&I

cgee
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Brasília-DF, Brasil
2025

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)
Instituição interveniente: Ministério da Educação (MEC)

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministra de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação
Luciana Santos

Secretário Executivo
Luis Manuel Rebelo Fernandes

Secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
Guila Calheiros (2023-2024)
Daniel Almeida Filho (2024)

Secretário de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Social – SEDES
Inácio Arruda

Secretária de Políticas e Programas Estratégicos
Marcia Cristina Bernardes Barbosa (2023-2024)
Andrea Brito Latgé (2024)

Secretário de Ciência e Tecnologia para Transformação Digital
Henrique de Oliveira Miguel

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE

Diretor-presidente
Fernando Cosme Rizzo Assunção

Diretores
Anderson Stevens Leonidas Gomes
Caetano Christophe Rosado Penna

Diretor Administrativo Financeiro
Carlos Roberto Fortner (2023-2024)
Geraldo Nunes Sobrinho (2024)

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 3º Contrato de Gestão CGEE – 3º Termo Aditivo. Linha de ação: Articulação. Projeto Temático: Subsídios para a 5ª Conferência Nacional de CT&I – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação/2024.

Todos os direitos reservados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação e Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.
Impresso em Brasília, 2024

Projeto gráfico, diagramação e infográficos: CT Comunicação
Edição e revisão: Danúzia Queiroz
Seleção de fotos: Maria Izabel Araújo de Melo Neta (CGEE)

Comissão executiva da 5ª CNCTI
Alberto Peverati (Consecti)
Anderson Gomes (UFPE) – Secretário-geral Adjunto da 5ª CNCTI
Dácio Roberto Matheus (Andifes)
Félix Andrade da Silva (Abipti)
Fernando Rizzo (CGEE)
Flavia Calé da Silva (ANPG)
Francilene Garcia (SBPC)
Guilherme Calheiros (MCTI)
Jailson Andrade (ABC)
Jefferson Gomes (CNI)
Márcio de Araújo Pereira (Confap)
Odilon Morais (Abruem)
Sergio Machado Rezende (UFPE) – Secretário-geral da 5ª CNCTI

Equipe CGEE
Kilma Gonçalves Cezar (líder do projeto)
Thiago Rodrigues Costa Silva
Amanda Krüger Silva

Subcomissão de Programa
Jailson Andrade (ABC) (coordenador)
Caio Guilherme da Silva Santos (UNE)
Carlos Alberto Aragão C. Filho (Finep)
Luana Meneguelli Bonone (MCTI)
Lúcia Melo (CGEE)
Marconi Edson Esmeraldo Albuquerque (MCTI)
Rafael Lucchesi (CNI)

Subcomissão de Sistematização e Documentação
Francilene Garcia (SBPC) (coordenadora)
Evandro Holanda (Embrapa)
Flavia Calé da Silva (ANPG)
Flavio Fonte-Boa (MCTI)
Francisco Saboya (Embrapii)
Ildeu de Castro Moreira (UFRJ)
Jorge Audy (PUC/RS)
Luciano Rezende Moreira (IFB)
Luiz Antonio Elias (INPI)
Luiz Davidovich (UFRJ)
Reinaldo Guimarães (Abrasco)
Sinval Brandão (Fiocruz)

Subcomissão de Articulação
Felix Andrade da Silva (Abipti) (coordenador)
Alberto Peverati (Consecti)
Bruna Brelaz (MCTI)
Denise Aparecida Carvalho (MCTI)
Edivaldo Dias da Silva (MCTI)
Elisangela Lizardo (MCTI)
Leopoldo Muraro (MCTI)
Manuella Mirella (UNE)
Marcio de Araújo Pereira (Confap)
Marilene Correa (SBPC)
Renan Alencar (MCTI)
Roberto Muniz Barreto de Carvalho (CNPq)
Vinicius Soares (ANPG)

Subcomissão de Infraestrutura e Logística
Fernando Rizzo (CGEE) (coordenador)
Claudio Leal (BNDES)
Cristina Ferreira (Petrobras/Cenpes)
Maria Luiza Rangel (MCTI)
Natianne Guedes Araujo Costa (MCTI)

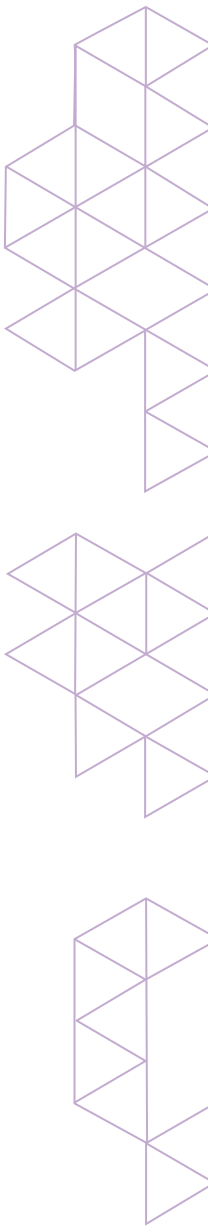
Subcomissão de Comunicação
Dácio Roberto Matheus (Andifes) (coordenador)
Ana Cristina Santos (MCTI)
Iraneide Soares da Silva (UESPI)
Thaiane Oliveira (UFF)
Péricles Teodoro Marques da Silva (MCTI)
Jean Marcel da Silva Campos (CGEE)

Comissão de Redação e Revisão
Anderson Gomes (UFPE)
Álvaro Prata (UFSC)
Beatriz Bonacelli (Unicamp)
Carolina Levis (UFSC)
Carlos Aragão (Finep)
Carlos Pacheco (Fapesp)
Cidoval Souza (UEPB)
Fernanda de Negri (Ipea)
Fernanda Sobral (SBPC)
Fernando Rizzo (CGEE)
Francilene Garcia (SBPC)
Giovanna Machado (Cetene)
Guila Calheiros (Embrapii)
Helena Nader (ABC)
Ildeu Moreira (UFRJ)
Jorge Audy (PUCRS)

Kilma Cezar (CGEE)
Laila Espindola (SBPC)
Lúcia Melo (CGEE)
Luiz Antonio Elias (INPI)
Luiz Davidovich (UFRJ)
Maira Murrieta (MCTI)
Mayra Juruá (CGEE)
Mercedes Bustamante (UnB)
Nilma Gomes (UFMG)
Paulo Artaxo (USP)
Rafael L. G. Raimundo (UFPB)
Reinaldo Guimarães (UFRJ)
Renato Janine (SBPC)
Ricardo Galvão (CNPq)
Sigmar Rode (Unesp)
Simone Pallone (Unicamp)
Sofia Daher (CGEE)
Soraya Smaili (Unifesp)
Verena Hitner (UnB)

A Comissão Executiva agradece a valiosa contribuição das redatora(e)s e revisor(e)s, dos capítulos do Livro Violeta.

Revisão geral
Alaor Chaves (UFMG)
Francilene Garcia (SBPC)
Luiz Antonio Elias (INPI)



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 10

INTRODUÇÃO 15

CONTRIBUIÇÕES HISTÓRICAS DAS CONFERÊNCIAS ANTERIORES 18

Introdução 19

1ª CNCTI (1985) – *Ciência e Tecnologia numa sociedade democrática* 19

2ª CNCTI (2001) – *Livros Verde e Branco* 23

3ª CNCTI (2005) – *Livro Amarelo* 26

4ª CNCTI (2010) – *Livro Azul* 29

Impactos e legados das CNCTI 33

PARTE I: SISTEMA NACIONAL DE CT&I (SNCTI) 34

1 O SNCTI: um panorama atual da ciência, tecnologia e inovação no Brasil **35**

1.1 A importância do SNCTI para o desenvolvimento nacional 35

1.2 A estrutura do SNCTI e seus grandes desafios 40

1.3 O papel das universidades e instituições de pesquisa 46

1.4 Políticas para ecossistemas de inovação 47

1.5 Desafios e limitações do Marco Legal da Inovação 48

1.6 Recomendações 49

2 Governança do SNCTI e Aplicação do Marco Legal de CT&I **50**

2.1 Histórico da governança do SNCTI e da aplicação do marco legal de CTI 50

2.2 Propostas da sociedade civil para a governança do SNCTI e aplicação do Marco Legal de CT&I 53

2.3 Desafios e oportunidades na governança do SNCTI e aplicação do Marco Legal de CTI 53

2.4 Inteligência artificial, sua regulação e a ética no seu uso 56

2.5 Recomendações 58

3 Financiamento e Áreas estratégicas **60**

3.1 Contexto 60

3.2 Infraestrutura adequada à pesquisa e à inovação 62

3.3 Áreas estratégicas e oportunidades para o País 64

3.4 Recomendações 67

PARTE II: CT&I PARA UM BRASIL JUSTO 70

Ciência com voz feminina: ecos de um legado invisível para a construção de um futuro equitativo 71

4 Recursos humanos e inclusão social **75**

4.1 O grande poder da educação 75

4.2 Panorama da educação no Brasil 76

4.3 A necessidade de diversificar as instituições públicas de ensino superior 81

4.4 Criação de centros de formação em áreas estratégicas 82

4.5 Maior flexibilidade nas universidades brasileiras 83

4.6 Recomendações 84

5 O Papel social da ciência **86**

5.1 O papel da ciência na redução das desigualdades 86

5.2 Sem a atuação do Estado, a inovação gera desigualdade 88

5.3 A diferença é importante e enriquecedora 88

5.4 Recomendações 91

6 Descentralização e regionalização das políticas de CT&I **92**

6.1 O contexto 92

6.2 Desafios e propostas 95

6.3 Recomendações 99

PARTE III: CT&I PARA UM BRASIL SUSTENTÁVEL 100

7 Integração com saberes tradicionais e comunitários **101**

7.1 A sociodiversidade é um ativo que precisa ser explorado 101

7.2 A integração de políticas públicas na interface entre ciência e cultura 104

7.3 Valorização institucional da diversidade epistêmica e dos patrimônios científico e cultural 104

7.4 Estímulo a economias criativas e justas para estruturar redes de inovação biocultural 105

7.5 Ciência Aberta, governança de dados e repartição de benefícios 106

7.6 Recomendações 107

8 Ciência para a sustentabilidade ambiental e energética **108**

8.1 Contextualização e descrição dos desafios e oportunidades 108

8.2 O papel da CT&I na construção de uma sociedade justa e sustentável 111

8.3 A redução dos impactos das mudanças climáticas e a adaptação ao novo clima, incluindo eventos climáticos extremos 111

8.4 Ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas na Amazônia 112

8.5 Desenvolvimento de uma agricultura sustentável e de baixa emissão de carbono 113
8.6 Políticas para a transição energética sustentável 113
8.7 Matriz de mudança e metas para ciência sobre a sustentabilidade ambiental e energética no Brasil 114
8.8 Considerações finais 116
8.9 Recomendações 117

9 Ciência, biomas e oceanos **118**
9.1 Breve descrição da geografia brasileira 118
9.2 CT&I para a preservação de biomas e oceano 118
9.3 Biomas, oceanos e serviços ecossistêmicos 119
9.4 Políticas voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais 120
9.5 A necessidade de ações mais rápidas para a preservação dos biomas e oceanos 121
9.6 Matriz de mudança e metas para ciência sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos dos biomas brasileiros 122
9.7 Recomendações 124

PARTE IV: CT&I PARA UM BRASIL DESENVOLVIDO E INCLUSIVO 126

10 Neoindustrialização, ciência para a inovação e emprego **127**
10.1 Políticas para criar no Brasil uma nova indústria competitiva 127
10.2 Política industrial orientada por missões e a construção de capacidades em CT&I 131
10.3 O papel dos sistemas nacionais de inovação no desenvolvimento nacional 132
10.4 Territorialização do desenvolvimento 133
10.5 Soberania do conhecimento e propriedade industrial 133
10.6 Mundo do trabalho: recursos humanos e formação qualificada 135
10.7 Recomendações 137

11 O Lugar do Brasil no cenário internacional de CT&I **138**
11.1 Projetos disruptivos nos séculos XIX e XX alavancaram a pesquisa e a indústria nacional 138
11.2 Brasil investe pouco em CT&I, afetando a ciência e a indústria nacional 140
11.3 Novas áreas portadoras de futuro aparecem no cenário internacional 142
11.4 Cooperação internacional contribui para aumentar a qualidade da produção científica e da indústria nacional 143
11.5 Ciência e inovação na exploração de nossas vantagens comparativas 144
11.6 Recomendações 145

PARTE V: EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA 148

12 Educação científica e a popularização da ciência **149**

12.1 O mundo contemporâneo exige que a sociedade saiba mais sobre CT&I 149

12.2 Popularização da C&T 151

12.3 Educação científica 152

12.4 Recomendações 153

13 Comunicação científica e o impacto social da ciência **155**

13.1 A crescente importância da comunicação científica 155

13.2 Importância da ciência para o desenvolvimento humano 156

13.3 A Importância da percepção pública da ciência 157

13.4 O problema da desinformação 158

13.5 Importância dos movimentos sociais e da ciência cidadã para a popularização 159

13.6 Recomendações 160

14 Ciência Aberta **161**

14.1 Recomendações 164

15 Conclusão e recomendações para o futuro da ciência, tecnologia e inovação no Brasil **165**

Referências 169

Glossário 170

Lista de siglas e abreviaturas encontradas nesta publicação 175

Lista de figuras 178

Lista de tabelas 179

Lista de mapas 180

Apresentação

Foto: Rodrigo Cabral (Ascom/MCTI).

Pelos caminhos da ciência

A 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI) ficará na história. Depois de um período de negacionismo, ela reafirmou o papel da ciência na construção de um Brasil mais inclusivo, sustentável e competitivo. Após uma fase de ataques à democracia e à participação social, celebrou o diálogo e a construção coletiva de políticas públicas.

Ao fim de um ano de encontros, de debates e da consolidação de propostas elaboradas a muitas mãos, vindas de todos os cantos do País, não há dúvidas de que o futuro da ciência no Brasil – e, portanto, o nosso próprio futuro enquanto nação – passa pela escuta ativa, pela formulação conjunta e pela união de forças entre governos, academia, setor produtivo e sociedade.

Este *Livro Violeta* contém tudo isso, ao coroar o processo da Conferência. É, portanto, uma coletânea das muitas contribuições de intelectuais, pesquisadores, iniciativa privada e gestores da política científica brasileira que ela recebeu sobre temas estratégicos ao País e ao seu povo. Assim, aponta caminhos para que a ciência, a tecnologia e a inovação possam ajudar a enfrentar os desafios de nosso tempo.

A marca dessa CNCTI foi o diálogo e a diversidade, daí vem sua força democrática. Realizamos, pela primeira vez, uma Conferência Temática de Mulheres e Meninas nas Ciências, realizamos mais de 150 Conferências Livres que acolheram temas sociais e com a pluralidade do Brasil. Fomos fortalecidos como Sistema Nacional com a realização de pujantes encontros em todos os estados e no Distrito Federal.

Sabemos que, para nos tornarmos uma potência tecnológica, precisamos direcionar esforço para lidar com as mudanças climáticas, promover a transição energética, acelerar a transformação digital, garantir a autossuficiência em saúde e biotecnologia, cuidar do bem-estar nas cidades e atuar para erradicar a fome, a pobreza e as desigualdades.

Temos caminhado com passos firmes no sentido de colocar a ciência a serviço do desenvolvimento do nosso País. Estamos totalmente integrados à Nova Indústria Brasil (NIB), contribuindo com o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) e realizando investimentos estratégicos em várias áreas.

O Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA), entregue ao Presidente Luís Inácio Lula da Silva, durante a 5ª CNCTI, segue sendo executado e ampliado, colocando nosso País num lugar relevante diante de um tema central e buscando contribuir na garantia da soberania tecnológica e nacional, assim como na competitividade da economia brasileira.

No âmbito internacional, aprofundamos a necessária cooperação em Ciência e Tecnologia. Sob a liderança do Brasil, foi realizada uma grande reunião do G20 em 2024 e, em 2025, realizaremos outros dois importantes eventos, a reunião dos BRICs e a COP30, todos com pautas destacadas sob responsabilidade do MCTI.

Temos posicionado a Ciência no lugar que lhe é devido dentro de um projeto de país focado em melhorar o presente, sem descuidar de calcar pilares fortes para construção do futuro. Isso porque, no governo do Presidente Lula, a Ciência não é programa de um ministério. A Ciência integra a agenda de todo o governo como base do desenvolvimento em suas múltiplas dimensões.

Nessa perspectiva, precisamos fazer com que a nossa produção científica se transforme em novos processos, produtos e serviços, tornando a Ciência uma ferramenta essencial para gerar valor, riquezas, respostas e novos rumos, em benefício da população.

Se o Brasil vive hoje um momento de reconstrução, aqui estão muitas das ideias sobre as quais poderemos erguer esse amanhã melhor para todos os brasileiros – porque esse horizonte de desenvolvimento e justiça social que buscamos precisa da ciência, de soberania tecnológica, de inovação e de soluções de sustentabilidade.

Os feitos da 5ª CNCTI, que permeiam esta publicação, não apenas fortaleceram o Sistema Nacional de CT&I, mas também lançaram bases sólidas para novas políticas que impulsionem o avanço do Brasil nas próximas décadas. Da nossa parte, no ministério, seguiremos nosso trabalho cotidiano, inspirados pelas palavras aqui escritas e abertos ao diálogo franco e construtivo.

Conhecimento é poder, e a ciência é a chave do nosso progresso.

Luciana Santos
Ministra de Ciência, Tecnologia e Inovação

Luciana Santos – Ministra de Ciência, Tecnologia e Inovação
Luiz Inácio Lula da Silva – Presidente da República

Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

Luis Fernandes – Secretário-Executivo do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Foto: Divulgação (Ascom/MCTI).

Sergio M. Rezende – Secretário-Geral da 5ª CNCTI

Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

Introdução

Vivemos atualmente em uma realidade global em que a ciência, a tecnologia e a inovação são essenciais para definir os rumos da humanidade. Os desafios ambientais, climáticos e de transformação energética que se apresentam requerem que a humanidade garanta e respeite os limites planetários com uma base social necessária para garantir o bem-estar de toda a sociedade, criando um "espaço justo, sustentável e desenvolvido para a humanidade". Isto requer o uso da ciência para entender, prever, mitigar e administrar o desenvolvimento tecnológico e inovador, cujo impacto leve a um desenvolvimento social, econômico, justo e sustentável.

Para isso, as nações desenvolvidas têm delineadas estratégias de crescimento com base na ciência, tecnologia e inovação (CT&I).

No Brasil, estratégias e planos de ações têm sido elaborados desde a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em 1985, com base em documentos elaborados a partir de conferências nacionais, a primeira delas tendo ocorrido exatamente no ano da criação do MCT.

Nos dias 30, 31 de julho e 1º de agosto de 2024, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) realizou a 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (5ª CNCTI), um ano após seu lançamento pelo Presidente Lula. Os resultados das diferentes etapas preparatórias da 5ª CNCTI estão compilados em seis *e-books* (https://5cncti.org.br/e-books/), contendo o *e-book* das conferências livres, o *e-book* das conferências temáticas e regionais, os *e-books* das reuniões de neoindustrialização incluindo a reunião sobre *deep techs* realizados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o *e-book* sobre a participação social nos eventos preparatórios da Conferência, e o sexto *e-book*, denominado o *Livro Lilás*, que apresenta os resultados dos três dias memoráveis de debates altamente produtivos da etapa nacional da 5ª CNCTI realizada em Brasília em 2024. O evento contou com a participação presencial de 2.500 pessoas na abertura e teve participação acumulada de 5.300 pessoas presencialmente, 4.000 inscritos para participação de forma remota e 21.000 visualizações via YouTube computadas até o dia 3 de agosto. A programação consistiu de oito sessões plenárias e 54 sessões paralelas, incluindo a abertura do evento pelo Presidente Lula, na qual foi lançado o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA).

A 5ª CNCTI destaca-se das anteriores não só por ocorrer em um momento de profundas transformações que o mundo atravessa, mas também pela participação social ativa, traduzida no *e-book* dedicado a este tema, que teve contribuições oriundas de todos os estados do País.

A produção de todo o material contido nos *e-books* foi realizada pela subcomissão de sistematização e documentação coordenada pela professora Francilene Procópio Garcia, usando ferramentas apoiadas por inteligência artificial para processar áudios e vídeos, além de incorporar os relatos fornecidos pelos relatores presentes em cada sessão plenária e paralela dos três dias do evento, além de contribuições institucionais. A ferramenta Síntese Inteligente®, que fornece uma compilação adequada das principais ideias e argumentos apresentados nos debates, foi enriquecida com análises e *insights* gerados por inteligência artificial, em particular por grandes modelos de linguagem (LLMs, do inglês *Large Language Models*), para produção dos *e-books*.

Os textos produzidos pela IA foram revistos por integrantes da subcomissão, resultando na composição final de todos os documentos. Esses documentos constituem a base para a elaboração deste *Livro Violeta*, que está sendo entregue ao MCTI para que seja usado como base – junto com os documentos antecedentes – para elaboração da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) e um Plano de Ação decenal.

Este livro foi elaborado com a participação de diversos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, que colaboraram para a construção dos 14 capítulos com os conteúdos indicados no índice, além do texto com as contribuições históricas das quatro conferências anteriores. O livro foi organizado tendo como contexto principal o tema da Conferência, "*CT&I para um Brasil justo (parte II), sustentável (parte III) e desenvolvido (parte IV)*", além de capítulos específicos para o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e para o importante tema da Educação para a Ciência e a Popularização da Ciência. Após a escrita, os textos foram revisados por especialistas e pela coordenação da subcomissão de sistematização e documentação. Cada capítulo inclui uma contextualização dos temas indicados, sua relação com o que foi discutido na 5ª CNCTI e inclui um conjunto de **145 recomendações** (divididas por capítulo), **priorizadas** a partir das mais de 500 recomendações que estão descritas nos *e-books* das conferências prévias e da Conferência Nacional. Um capítulo especial é dedicado à participação das mulheres na ciência, com recomendações específicas.

A 5ª CNCTI destaca-se das anteriores não só por ocorrer em um momento de profundas transformações que o mundo atravessa, mas também pela participação social ativa, traduzida no *e-book* dedicado a este tema, que teve contribuições oriundas de todos os estados do País. A Conferência Nacional conseguiu reunir em uma celebração da ciência, como não ocorria há 14 anos, pesquisadores, empresários, gestores públicos, sociedade civil e estudantes, em três dias de verdadeira participação democrática. Finalmente, além dos debates em diferentes áreas na fronteira do conhecimento, o uso de uma ferramenta tecnológica recentemente desenvolvida como meio para proporcionar sínteses, em curto espaço de tempo, foi essencial para o sucesso da Conferência.

Os coordenadores da 5ª CNCTI agradecem a todos que organizaram e participaram de todas as fases da Conferência. Estamos convencidos que a Estratégia Nacional de CT&I e o Plano de Ações decenal subsidiados pelas proposições contidas neste livro contribuirão decisivamente para promover um Brasil justo, sustentável e desenvolvido.

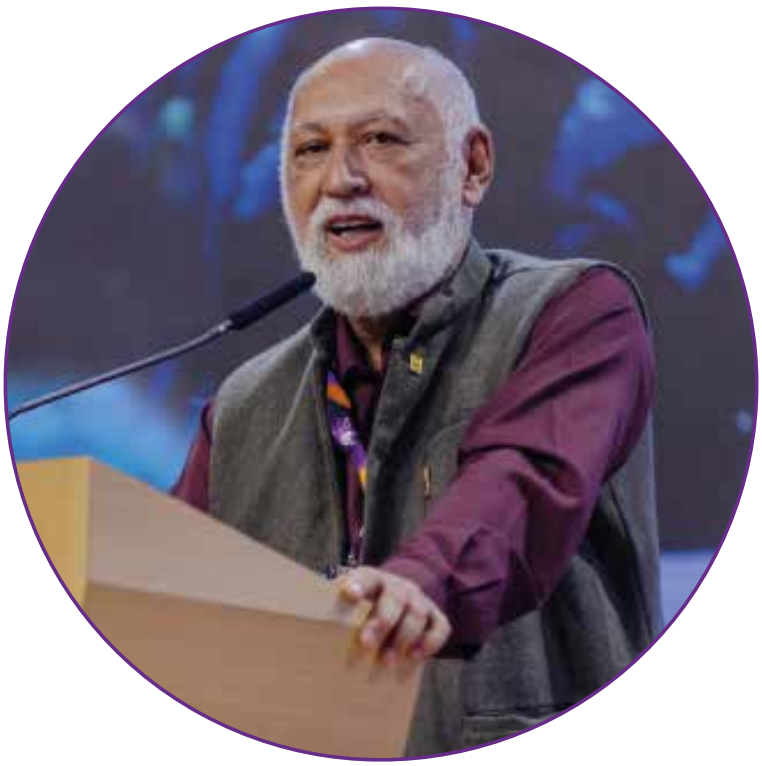


Foto: Luara Baggi (Ascom/MCTI).

Anderson Gomes
Secretário-Geral Adjunto
da 5ª CNCTI

Foto: Luis Nova (Ascom/MCTI).

Carlos Pacheco

Foto: Divulgação (Ascom/MCTI).

Carlos Aragão

Contribuições históricas das conferências anteriores

Luiz Davidovich

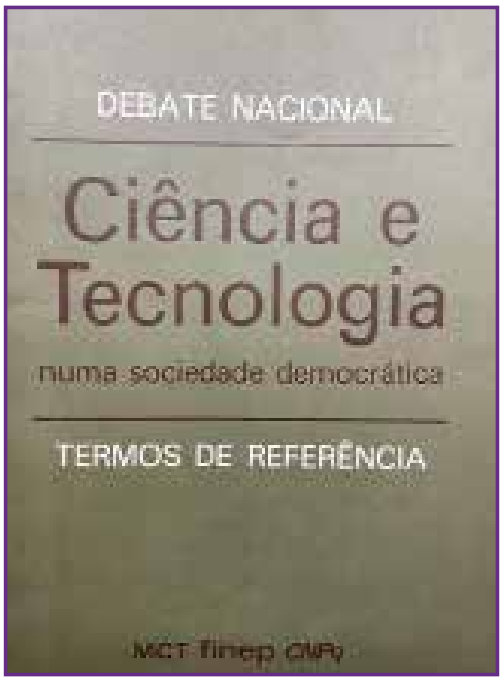
Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

Reinaldo Guimarães

Foto: Luis Nova (Ascom/MCTI).

Introdução

As Conferências Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI) têm desempenhado papel essencial na construção e evolução do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). Ao longo do tempo, esses eventos têm abordado temas fundamentais, acompanhando as transformações no cenário nacional e internacional, enquanto promovem a integração da ciência, tecnologia e inovação como ferramentas essenciais ao crescimento sustentável e à inclusão social. Desde a primeira CNCTI, em 1985, esses eventos têm refletido e respondido às necessidades do País, ajustando-se às transformações sociais, econômicas e ambientais. A mobilização apoiada por instituições da sociedade civil, a exemplo da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), movimentos sociais, coletivos empresariais e de trabalhadores, governos e representantes do Congresso Nacional tem sido crucial para garantir uma abordagem ampla e participativa, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais inclusivas e alinhadas às demandas da sociedade. Esse histórico tem como objetivo desenhar uma linha do tempo das conferências, de forma a permitir uma compreensão em termos de causa e efeito. Esta cronologia seguirá datas e períodos específicos de realização das quatro conferências de CT&I já realizadas.



1ª CNCTI (1985) – *Ciência e tecnologia numa sociedade democrática*

José Sarney de Araújo Costa (Presidente)
Renato Archer (Ministro de Ciência e Tecnologia)

Desafio central: estruturação do Sistema Nacional de CT&I

A primeira Conferência de CT&I ocorreu em 1985, um momento histórico de abertura democrática após uma longa ditadura militar no Brasil, agora sob a presidência de José Sarney. Esse contexto foi fortemente marcado pela ampla disposição ao diálogo entre os diversos setores da sociedade e pelo desejo comum de avançar no processo de desenvolvimento, angariando esforços para reestruturação de políticas públicas e recuperação da economia, fortemente afetada pela crise do petróleo iniciada na década anterior.

Essa primeira CNCTI, realizada nove meses após a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), foi liderada pelo ministro Renato Archer e teve como foco central a criação de um Sistema Nacional de CT&I (SNCTI) vigoroso e com capilaridade para impulsionar a industrialização e a independência tecnológica. A Conferência ocorreu em um momento histórico, após longo período de exceção no Brasil, com a sociedade e o governo movidos pela vontade de diálogo e pelo desejo de avançar, em um contexto marcado pela transição democrática e pela reestruturação das políticas públicas e econômicas em resposta à crise do petróleo.

A primeira CNCTI foi liderada pelo ministro Renato Archer e teve como foco central a criação de um Sistema Nacional de CT&I (SNCTI) vigoroso e com capilaridade para impulsionar a industrialização e a independência tecnológica.

O olhar para o desenvolvimento regional, alinhado com as necessidades de desenvolvimento nacional, deu origem a uma visão estratégica que, nas décadas seguintes, evoluiria para incluir a inovação e a sustentabilidade como elementos centrais da política científica e tecnológica, com vistas a transformar a ciência em um pilar do crescimento econômico com desenvolvimento social.

A Conferência, cujo título foi *Debate Nacional numa Sociedade Democrática*, foi liderada pelo nascente MCT, pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O debate foi animado pelo espírito de mudança e esperança que estava presente no País com a reconquista da democracia. No plano internacional, havia, ainda, o ambiente econômico resultante da 2ª crise do petróleo de 1979, que afetou profundamente a situação econômica do Brasil, grande devedor externo e escasso de dólares. Isso fez com que houvesse um arrocho orçamentário que atingiu muitos setores, incluído o de C&T. Esse

macrocenário fez com que o horizonte das propostas oriundas do debate incluísse um programa emergencial a ser executado nos dois anos seguintes, e que fosse capaz de colocar a atividade científica e tecnológica em rota de crescimento de acordo com as necessidades sociais e econômicas brasileiras para o ano 2000.

Uma das ênfases foi a formação de recursos humanos em áreas estratégicas, que resultou na criação do Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAE) alguns anos depois. A Conferência foi organizada em torno do desafio de ajustar o setor de C&T ao novo regime democrático que então se iniciava. Disso resultou uma grande participação de lideranças da comunidade científica em sua organização. Em consequência, no espaço denominado *ciência e tecnologia*, o componente científico foi permeado por uma variedade de temas. O termo inovação não estava, ainda, presente na pauta das discussões nacionais, tendo ficado ausente dos debates e resultados publicados.

As ideias centrais debatidas tiveram como base dois documentos, ambos elaborados no primeiro semestre de 1985. Foram eles o *Relatório da Comissão das Sociedades Científicas* (debatido na Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em julho), constituída para acompanhar a instalação e a organização do MCT, e o documento elaborado por uma Comissão do MCT com vistas ao 1º Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova República, formulado na mesma época.

Os documentos orientadores da Conferência incluíram seis grandes temas, a saber:

- C&T e o futuro da sociedade brasileira.
- C&T, necessidades sociais e o desenvolvimento econômico.
- C&T e o desenvolvimento regional.
- Recursos humanos e materiais para o desenvolvimento científico.
- Pesquisa, tecnologia, setor público e empresa nacional.
- Organização institucional da C&T no Brasil e a participação da sociedade.

A despeito do clima de entendimento característico do momento político da época, é possível identificar duas perspectivas distintas nos enfoques apresentados pelos documentos orientadores da Conferência. De um lado, a comunidade científica destacava a importância das instituições de apoio ao desenvolvimento científico, dos investimentos em C&T, da situação das universidades e dos institutos de pesquisa, do desenvolvimento científico regional, da pós-graduação, da participação dos cientistas nas decisões das políticas de C&T, da importância do intercâmbio internacional, da necessidade de equilíbrio entre pesquisa básica, aplicada e tecnológica, além de questões relacionadas à infraestrutura. Os atores governamentais, por outro lado, responsáveis pela organização

do recém-criado MCT, priorizavam a necessidade de mobilizar e proteger as empresas nacionais, incluindo a identificação de um conjunto de áreas estratégicas, a saber: informática, biotecnologia, novos materiais, química fina, engenharia de precisão, energia e dois temas ligados à defesa – pesquisas nucleares e aeroespacial.

A transição democrática e a crise econômica dos anos 1980 foram fatores decisivos na formulação das políticas de C&T no Brasil. A crise do petróleo, em particular, não se limitou a ser um *pano de fundo*, mas foi um catalisador para a criação de programas emergenciais de curto prazo, com o objetivo de mitigar os impactos econômicos. Esse contexto evidenciou a fragilidade do setor empresarial, que dependia de tecnologia estrangeira e carecia de investimentos em desenvolvimento tecnológico. Diante disso, o fortalecimento das capacidades tecnológicas das empresas nacionais tornou-se uma prioridade, um desafio que se manteria nas décadas subsequentes e orientaria as decisões políticas nas conferências seguintes.

A criação do MCT representou um marco importante, mas o sistema institucional de C&T ainda estava em construção, e a governança do setor carecia de uma estrutura definida. A coordenação entre ministérios, agências de fomento e setor produtivo era fragmentada, o que dificultava o avanço de uma política nacional consolidada. Esse cenário reforçou a necessidade de um esforço contínuo para estruturar políticas voltadas ao desenvolvimento tecnológico, à formação de recursos humanos qualificados e à consolidação de um modelo de governança mais eficaz.

Nesse processo, a primeira Conferência desempenhou papel fundamental ao lançar as bases de uma agenda que, além de enfatizar a capacitação e a formação de profissionais em áreas estratégicas, também reconheceu a importância da participação social na formulação de políticas públicas. A relação entre a produção científica e a melhoria das condições de vida da população foi gradualmente incorporada ao debate, contribuindo para a construção das bases da política de C&T no Brasil, com maior alinhamento entre sociedade, economia e desenvolvimento tecnológico.

2ª CNCTI (2001) – *Livros Verde e Branco*

Fernando Henrique Cardoso (Presidente)
Ronaldo Mota Sardenberg (Ministro de Ciência e Tecnologia)

Redução de desigualdades e fundos setoriais

Decorridos 16 anos da primeira, realizou-se em 2001 a segunda CNCTI, a primeira ocorrida sob a liderança de um governo eleito democraticamente por voto direto, tendo como foco a necessidade de promover regiões brasileiras historicamente menos favorecidas, no desenvolvimento científico e tecnológico do País. Temas importantes dessa conferência, emanados dos debates sobre estímulos financeiros e legais para a inovação, foram a criação e formalização dos fundos setoriais e o fortalecimento de políticas de incentivo à inovação, formalizadas posteriormente na Lei de Inovação de 2004. Assim, foi na 2ª Conferência que se introduziu o tema *inovação e planejamento de longo prazo*. Também se discutiu um novo modelo de financiamento para a área de C&T, com base nos fundos setoriais, ganhando destaque os debates sobre os desafios institucionais nacionais, com ênfase nas dimensões institucional, regulatória e legal. O encontro foi palco para a primeira discussão da Lei de Inovação (nº 10.973/2004). Nessa conferência foram discutidos instrumentos que até aquele momento não existiam, entre os quais se destaca o mecanismo de subvenção econômica: o mote da conferência era a *ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento*. A questão era como utilizar o novo arcabouço, incluindo o aspecto jurídico.

Na década de 1990, o debate sobre a questão regional e sua relação com a ciência e tecnologia (C&T) ganhou força, impulsionado pela necessidade de enfrentar as persistentes desigualdades sociais e regionais no País. Esse movimento teve como alicerce os princípios estabelecidos pela Constituição Federal de 1988, fruto de intensos debates e acordos entre o Congresso Nacional e as entidades da sociedade civil no contexto da redemocratização. A nova Constituição consolidou o compromisso da República com o desenvolvimento nacional, a redução das desigualdades regionais e sociais, a ampliação dos direitos individuais e a valorização do meio ambiente, estabelecendo diretrizes fundamentais para as políticas públicas voltadas ao fortalecimento da C&T. Além disso, ao adotar uma visão abrangente de desenvolvimento sustentável, a Constituição reconheceu a importância da dimensão territorial, assegurando o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana e aos serviços públicos, bem como ao trabalho e ao lazer, garantindo esses direitos para as gerações presentes e futuras.

Havia, ainda, a preocupação constitucional com o desenvolvimento de instituições de CT&I voltadas ao desenvolvimento das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, incluindo as respectivas áreas de abrangência das Agências de Desenvolvimento Regional. Nesse contexto, destacam-se as alterações na legislação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), que estabeleceram a destinação mínima de 30% dos recursos para instituições sediadas nessas regiões. Outros 40% do total de recursos destinados ao então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) seriam aplicados em programas de fomento à capacitação e ao desenvolvimento científico e tecnológico das regiões Norte e Nordeste, incluindo as respectivas áreas de abrangência das referidas agências, conforme a redação dada pela Lei nº 11.540, de 2007.

Diante das grandes disparidades regionais no Brasil, o MCT definiu a chamada Agenda Regional, integrando CT&I às estratégias de desenvolvimento local. Essa agenda foi incorporada ao Plano Plurianual (PPA) 2000-2003, abrangendo não apenas os sistemas locais de inovação e o fortalecimento da competitividade de micro e pequenas empresas (MPE), mas também temas essenciais, como a infraestrutura científica, a formação de recursos humanos e a ampliação da capacidade de geração de conhecimento. Esses esforços buscavam fortalecer o desenvolvimento endógeno, impulsionar a sociedade da informação e estabelecer uma base mais sólida para o avanço tecnológico e a inovação em todas as regiões do País.

Naquele cenário do início do século, os seguintes fatores destacaram-se na criação de um ambiente favorável à realização da 2ª CNCTI:

- Criação do programa Institutos do Milênio, com o qual foram formados grandes grupos para pesquisar áreas estratégicas.

- Havia expectativas de que a aprovação da Lei de Inovação resultaria em novas formas de trabalho e gestão, impulsionando não apenas a inovação e a competitividade, mas também fortalecendo o ecossistema de pesquisa como um todo. Esperava-se um aumento das parcerias entre instituições públicas de pesquisa, universidades, centros de pesquisa e empresas, promovendo o empreendedorismo e estimulando maior mobilidade de pesquisadores para o setor industrial. Além disso, a criação dos fundos setoriais ampliou significativamente o financiamento para CT&I, beneficiando Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) e consolidando uma base mais robusta para a geração de conhecimento e desenvolvimento tecnológico no País.
- Estímulos à proteção da propriedade intelectual para pesquisadores das instituições públicas.
- Criação de estrutura fiscal e legal apropriada para as empresas inovadoras.
- Estímulos à interação das universidades e outras instituições de pesquisa com as empresas.
- Estímulos à articulação entre os governos federal e estadual para estabelecer parcerias entre si e também com o setor privado, para organizar e estimular as oportunidades de apoio aos sistemas locais de inovação e às cadeias produtivas.
- Desafios para tornar o Brasil mais competitivo, via ação do Poder Público aliado ao esforço do setor privado, com destaque para as tecnologias da informação.

A partir dessas premissas, a conferência aprofundou o debate sobre a governança do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), destacando a importância de uma estrutura mais integrada e eficiente. O desafio histórico de coordenação entre governo, universidades, centros de pesquisa, setor produtivo e demais atores do ecossistema de inovação foi amplamente discutido, resultando em propostas voltadas ao aprimoramento dos mecanismos institucionais e regulatórios. A criação de instrumentos de planejamento de longo prazo, como o *Livro Branco da Ciência, Tecnologia e Inovação*, emergiu desse debate como ferramenta essencial para consolidar diretrizes estratégicas e orientar o desenvolvimento do setor nas próximas décadas.

Na mesma direção, o financiamento da CT&I foi um dos pilares da conferência, reforçando a necessidade de medidas concretas para reduzir o contingenciamento de recursos e ampliar as fontes de investimento. O aprimoramento dos fundos setoriais foi indicado como um caminho para garantir maior previsibilidade orçamentária e uma melhor articulação entre os investimentos públicos e privados, fortalecendo o ambiente de inovação no País.

Além do financiamento e da governança, a internacionalização da ciência brasileira foi um eixo central das discussões. O fortalecimento da inserção do Brasil em redes globais de conhecimento foi amplamente defendido como fator essencial para a absorção de novas tecnologias e o aumento da competitividade nacional. Nesse sentido, foram propostas medidas para incentivar a mobilidade de pesquisadores, ampliar a colaboração com instituições internacionais de excelência e facilitar o intercâmbio de conhecimento e infraestrutura científica. Também foram debatidas ações para

aprimorar os mecanismos de proteção da propriedade intelectual, garantindo segurança jurídica para inovação e posicionando o Brasil de forma mais estratégica no cenário global.

Além do financiamento e da governança, a internacionalização da ciência brasileira foi um eixo central das discussões.

Essas discussões foram fundamentais para a formulação de políticas voltadas à qualificação do ambiente de inovação, à valorização do conhecimento gerado no País e ao fortalecimento da participação brasileira em cadeias produtivas e tecnológicas internacionais. A 2ª CNCTI, portanto, consolidou um conjunto de propostas voltadas à construção de um ecossistema de CT&I mais dinâmico, sustentável e competitivo, capaz de responder aos desafios do desenvolvimento nacional.

Outro resultado da 2ª CNCTI foi a criação do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), organização social supervisionada pelo MCT e destinada a apoiar o Estado brasileiro na tomada de decisão com visão prospectiva e foco em CTI. A tarefa inicial do CGEE foi a elaboração do *Livro Branco da Ciência e Tecnologia*, contendo orientações estratégicas de longo prazo, emanadas daquela conferência.

3ª CNCTI (2005) – *Livro Amarelo*

Luiz Inácio Lula da Silva (Presidente)
Sergio Machado Rezende
(Ministro de Ciência e Tecnologia)
Carlos Aragão (Coordenação-geral
da Conferência)

CT&I para inclusão social e geração de riqueza

A 3ª CNCTI ocorreu em 2005 sob a liderança do ministro Sérgio Machado Rezende e trouxe para o centro do debate o papel estratégico da CT&I para promover a inclusão social, elemento central dos governos do Presidente Lula, com forte ênfase na interface e no fortalecimento da educação. Ademais, destacam-se no processo os esforços de alinhamento das ações de CT&I à recém-lançada política industrial, como a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) e os avanços no marco regulatório, com ênfase para o estreitamento das relações entre os setores público e privado na promoção da inovação, um conceito agora já amplamente consolidado no debate.

O debate de então sobre o marco legal tinha o propósito de atualizar e aperfeiçoar a legislação anterior no campo da pesquisa científica e tecnológica, particularmente a Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005). Um dos principais objetivos era eliminar ou, pelo menos, reduzir os entraves burocráticos às atividades de pesquisa e fortalecer a conexão universidade-empresa. No contexto do lançamento da PITCE, lançada em dezembro de 2004, ganham destaque a criação da Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); a ampliação dos recursos disponíveis nos fundos setoriais, gerenciados pela Finep; a instalação de centros de apoio empresarial para exportação de produtos brasileiros; o aumento do desembolso do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para setores industriais de ponta.

O objetivo principal da 3ª conferência era demonstrar como a CT&I, produzida no Brasil, deveria ser usada como estratégia para promover o desenvolvimento econômico, político, social e cultural do País. Essa demonstração pressupunha:

- O diagnóstico de exemplos de sucesso, de obstáculos e gargalos.
- A definição de prioridades, novas políticas públicas e novos instrumentos.
- A formulação de propostas concretas para disponibilizar conhecimento – CT&I – para a sociedade brasileira desenvolver o País, que contemplassem as necessidades de recursos humanos, recursos financeiros e de regras claras para sua consecução.

Já em relação aos resultados esperados, a organização do evento incluiu:

- Demonstrar para a sociedade, com exemplos concretos, que CT&I geram desenvolvimento, que CT&I são essenciais ao desenvolvimento nacional e geram valor agregado a produtos, processos e serviços.
- Aproximar os setores acadêmico, empresarial e público do País no esforço de utilização de CT&I como ferramentas ao desenvolvimento.
- Estimular e divulgar grandes projetos nacionais mobilizadores que utilizem CT&I como ferramenta ao desenvolvimento.

- Aumentar o número de exemplos de desenvolvimento com base em CT&I na vida da sociedade brasileira.

A questão social esteve presente em todas as conferências, ainda que com variações na ênfase dada ao tema, e deve ser destacada como um eixo central das discussões. Já em relação aos resultados esperados, a organização do evento estabeleceu como metas:

- Demonstrar, por meio de exemplos concretos, que a CT&I são motores essenciais do desenvolvimento nacional, contribuindo para a geração de valor agregado em produtos, processos e serviços, e para a melhoria da qualidade de vida da população.
- Fortalecer o papel das universidades, dos centros de pesquisa e das ICT como atores centrais do sistema de inovação, promovendo sua maior interação com o setor produtivo e o Poder Público para ampliar a aplicação do conhecimento científico no desenvolvimento sustentável do País.
- Estimular e dar visibilidade a grandes projetos nacionais mobilizadores, que utilizem CT&I como ferramenta para a inovação e transformação socioeconômica.
- Expandir e tornar mais evidentes os impactos da CT&I no cotidiano da sociedade brasileira, destacando como a pesquisa científica e tecnológica contribui para a inclusão social, a redução de desigualdades e o crescimento econômico com base no conhecimento.

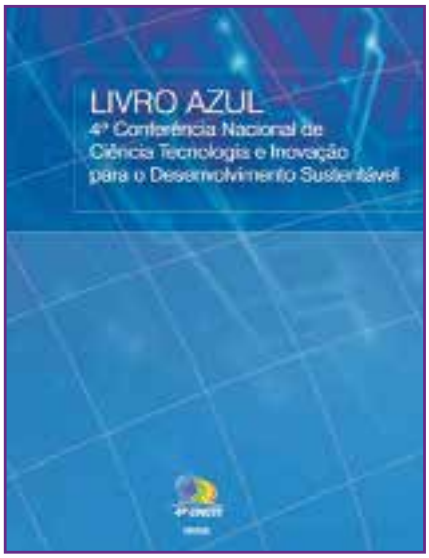
A conferência visava estabelecer um diálogo permanente com a sociedade e dar subsídios para a formulação de novas políticas. Para tal, a organização estimulou a participação de especialistas com capacidade de contribuir tanto nos eventos preparatórios, em debates sobre os grandes temas, quanto na Conferência Nacional. Todo o material gerado nos eventos preparatórios e as sínteses apresentadas na conferência nacional foram utilizados no livro final do evento. Assim, buscava-se registrar as contribuições da sociedade sobre como utilizar CT&I para o desenvolvimento do País. As diversas atividades da 3ª CNCTI deveriam compor um mosaico de análises, diagnósticos, novas estratégias, políticas públicas, instrumentos e propostas concretas para a utilização do conhecimento no desenvolvimento do Brasil.

Embora fortemente influenciada pela conferência anterior, a 3ª CNCTI teve impacto significativo na 4ª CNCTI e na formulação do Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) para o período de 2007-2010, cujas diretrizes foram amplamente pautadas por debates e propostas consolidadas no *Livro Amarelo*.

Um dos temas centrais desta edição foi o aprofundamento das discussões sobre a regionalização e descentralização da CT&I como estratégias para reduzir desigualdades e fortalecer a competitividade em diferentes territórios do País. A conferência enfatizou a necessidade de ampliar investimentos em ciência e tecnologia fora dos grandes centros urbanos, promovendo a criação de

polos tecnológicos regionais e a interiorização da pesquisa. Essa agenda reforçou a importância da articulação entre governos estaduais, instituições de ensino e setor produtivo para impulsionar o desenvolvimento local e democratizar o acesso aos benefícios da inovação.

Além disso, houve avanços significativos na reflexão sobre o papel da CT&I em setores estratégicos, como saúde, energia e meio ambiente, evidenciando a necessidade de políticas transversais que integrassem inovação e sustentabilidade. O fortalecimento das cadeias produtivas nacionais também esteve em destaque, com propostas para agregar mais valor à produção industrial brasileira por meio da incorporação de tecnologia nacional. Esses elementos foram fundamentais para consolidar a visão de que a ciência, tecnologia e inovação não apenas impulsionam a competitividade econômica, mas também são instrumentos essenciais para a inclusão social, a soberania nacional e a melhoria da qualidade de vida da população.



4ª CNCTI (2010) – *Livro Azul*

Luiz Inácio Lula da Silva (Presidente)
Sergio Machado Rezende
(Ministro de Ciência e Tecnologia)
Luiz Davidovich (Coordenação-geral da CNCTI)

Sustentabilidade e consolidação da política de Estado em CT&I

A quarta conferência, realizada em maio de 2010, marcou um avanço no reconhecimento da relevância de se alinhar crescimento econômico com preservação ambiental e equidade social – política de Estado em CT&I com foco no desenvolvimento sustentável. Diretrizes foram criadas para fortalecer os fundos setoriais, de forma a fomentar a inovação com ênfase nas responsabilidades e sinergias entre os setores público e privado. Houve, também, maior inclusão da sociedade no processo de formulação das políticas públicas, com consultas públicas que ampliaram o diálogo democrático.

Um antecedente relevante para essa conferência foi o lançamento do PACTI (2007-2010) pelo governo brasileiro, em novembro de 2007, com o objetivo de orientar as ações de Estado, delinear os principais programas e articular as respectivas fontes de financiamento para sua implementação. As diretrizes estratégicas do PACTI eram:

- A expansão e consolidação do SNCTI, do marco regulatório para CT&I, revitalização de centros tecnológicos, aumento de capital humano treinado e capacitado, e fortalecimento da infraestrutura de educação e de pesquisa.
- A promoção da inovação tecnológica nas empresas por meio de aumento de incentivos financeiros para atividades PD&I empresarial, aumento do número de pesquisadores nas empresas, cooperação entre as empresas e as instituições de PD&I, estabelecimento de incubadoras e parques tecnológicos, além de centros de pesquisas nas empresas.
- O fortalecimento da PD&I em áreas estratégicas, tais como: biotecnologia, nanotecnologia, tecnologias da informação e da comunicação (TIC), insumos para a saúde, energia, agronegócio, aeroespacial, recursos naturais, defesa nacional, biodiversidade, mudança climática, segurança pública e desenvolvimento sustentável da Amazônia.
- A promoção da CT&I por meio da popularização da C&T, melhoria no ensino básico, e desenvolvimento de tecnologias para inclusão social.

Os instrumentos do PACTI estavam alinhados às demais iniciativas do Estado brasileiro, como a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), o programa Mais Saúde: Direito de Todos, o Plano de Desenvolvimento da Agropecuária (PDA) e o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC).

Nesse contexto, a 4ª CNCTI organizou-se em torno das quatro diretrizes do PACTI e trouxe como temas centrais os aspectos da sustentabilidade e do desenvolvimento social, visando a uma política de Estado para a década seguinte, contemplando um projeto de desenvolvimento sustentável nos âmbitos da natureza e da sociedade. A integração regional também esteve em debate, na relação do MCTI com as secretarias estaduais de CT&I e as fundações de amparo à pesquisa.

A 4ª CNCTI, convocada por decreto presidencial para discutir uma política de Estado para CT&I com vistas ao desenvolvimento sustentável, reuniu em Brasília um público superior a 4 mil participantes e foi precedida por encontros municipais e estaduais, fóruns de discussão e conferências regionais, o que reforçou, ainda mais, seu caráter democrático e participativo.

A necessidade de uma política de Estado para a área de CT&I foi outro ponto de destaque nos debates da conferência, aliado ao objetivo estratégico de alcançar para o País um desenvolvimento científico e tecnológico inovador, apoiado em uma política de redução de desigualdades regionais e sociais, de exploração sustentável das riquezas do território nacional e de fortalecimento da indústria, de agregação de valor à produção e à exportação com incentivo à inovação.

A conferência indicou a necessidade da adoção de uma agenda de longo prazo, que incluía:

- A consolidação do SNCTI, reforçando a coordenação entre os diversos setores envolvidos e revendo marcos legais que ainda dificultavam a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, nas empresas e nas instituições de ensino e pesquisa.
- O estímulo à inovação nas empresas, para que elas pudessem competir globalmente com produtos de alto valor agregado; o apoio da C&T para a inclusão social, pelo incentivo à difusão do conhecimento científico e à inovação nessa área; o uso sustentável dos biomas nacionais, incluindo o mar e o oceano.
- Um projeto de desenvolvimento para a região amazônica, que valorizasse a biodiversidade e impedisse a destruição da floresta.
- A realização de projetos de grande envergadura que promovessem a autossuficiência nacional nas áreas de energia, comunicações e atividades espaciais.
- O domínio das tecnologias de microeletrônica, de produção de fármacos, de nanotecnologia, biotecnologia e de um conjunto de tecnologias verdes; a melhoria da qualidade da educação em todos os níveis.
- O aumento substancial na formação de profissionais qualificados nos níveis médio e superior; o aumento do número de pesquisadores nas empresas, nas universidades e nos institutos de pesquisa.
- A intensificação de programas destinados a reduzir o desequilíbrio regional nas atividades de CT&I.

O *Livro Azul*, produzido após a 4ª CNCTI, apresenta em uma das sessões "Os Grandes Desafios e a Agenda do Futuro para a CTI", que inclui temas ainda atuais sobre biodiversidade, biomas e a Amazônia. Foi também publicado um volume contendo as recomendações das conferências regionais e estaduais, resumindo as principais propostas para a década seguinte.

Em 2011, o MCT teve seu nome alterado para Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), mudança refletida no então Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que passou a ser chamado de SNCTI. É oportuno registrar que, na 2ª CNCTI (2001), a necessidade de "Consolidação Institucional do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação" já havia sido levantada. Tal consolidação manifesta-se por meio de parcerias com os governos estaduais e do Distrito Federal, que participam da implementação de projetos estruturantes. O ministério também lança encomendas para incluir os estados que não são atendidos por meio de chamadas públicas.

Cumpre ainda lembrar que, nos meses que antecederam a 4ª CNCTI e durante o período de sua realização, um tema que foi exaustivamente debatido pelos diversos setores da sociedade foi a necessidade de melhorar a qualidade da educação. Os grandes projetos previstos para a década 2011/2020, nas áreas de petróleo, bioenergias, saúde, tecnologias de informação e comunicação,

exploração sustentável dos biomas, entre outros, demandaram grande número de profissionais bem qualificados nos níveis técnico e superior.

A formação desse contingente pressupõe, até hoje, uma educação básica de qualidade para todos os brasileiros. Não obstante o progresso da pós-graduação no Brasil, graças a uma verdadeira política de Estado ao longo de décadas, a graduação apresenta um perfil arcaico na maioria das universidades brasileiras, e é dominada, em termos de matrículas oferecidas, por instituições privadas de baixa qualidade.

A 4ª CNCTI enfatizou, ainda, a importância de um ensino adequado de ciências, propondo programas de formação de professores ciências com conhecimento de técnicas de laboratório e incentivando a produção de materiais e metodologias inovadoras. O desenvolvimento científico e tecnológico do País requer a ampliação da educação pública de nível superior, com diversificação institucional e flexibilidade curricular, incentivando diversos percursos formativos, de modo a garantir a formação de profissionais com perfil adequado e diversificado.

Outra discussão importante no âmbito da 4ª CNCTI foi relativa à extensão universitária, atividade essencial da universidade na formação não apenas de profissionais qualificados e inovadores, mas também de cidadãos comprometidos com a sociedade em que vivem e esclarecidos em relação a políticas públicas, que cada vez mais envolvem complexas questões científicas, como a exploração sustentável da biodiversidade, as opções energéticas do País, o uso de células-tronco. Uma ideia que teve grande aceitação na 4ª CNCTI foi a criação de um fundo setorial para atividades de inovação social e tecnologia social, com recursos do sistema financeiro.

É possível listar as diversas recomendações oriundas da 4ª CNCTI relativas ao desenvolvimento social:

- Estabelecimento e execução do Programa Nacional de Popularização e Apropriação Social da CT&I 2011-2022, envolvendo universidades, instituições de pesquisa, organismos governamentais e da sociedade civil.
- Formulação e implantação de um Programa Nacional de Inovação e Tecnologia Social, com apoio a pesquisas e projetos, promovendo o envolvimento da sociedade civil organizada em sua elaboração, execução, monitoramento e avaliação.
- Estabelecimento de políticas e programas específicos à difusão, à apropriação e ao uso da CT&I para o desenvolvimento local e regional e para estimular empreendimentos solidários.
- Estabelecimento de políticas públicas de CT&I voltadas à democratização e à cidadania, com ênfase em ações para a inclusão digital.
- Formulação e execução de uma política pública e de programas nacionais para recuperação, preservação, valorização e acesso público ao patrimônio científico, tecnológico e cultural brasileiro.

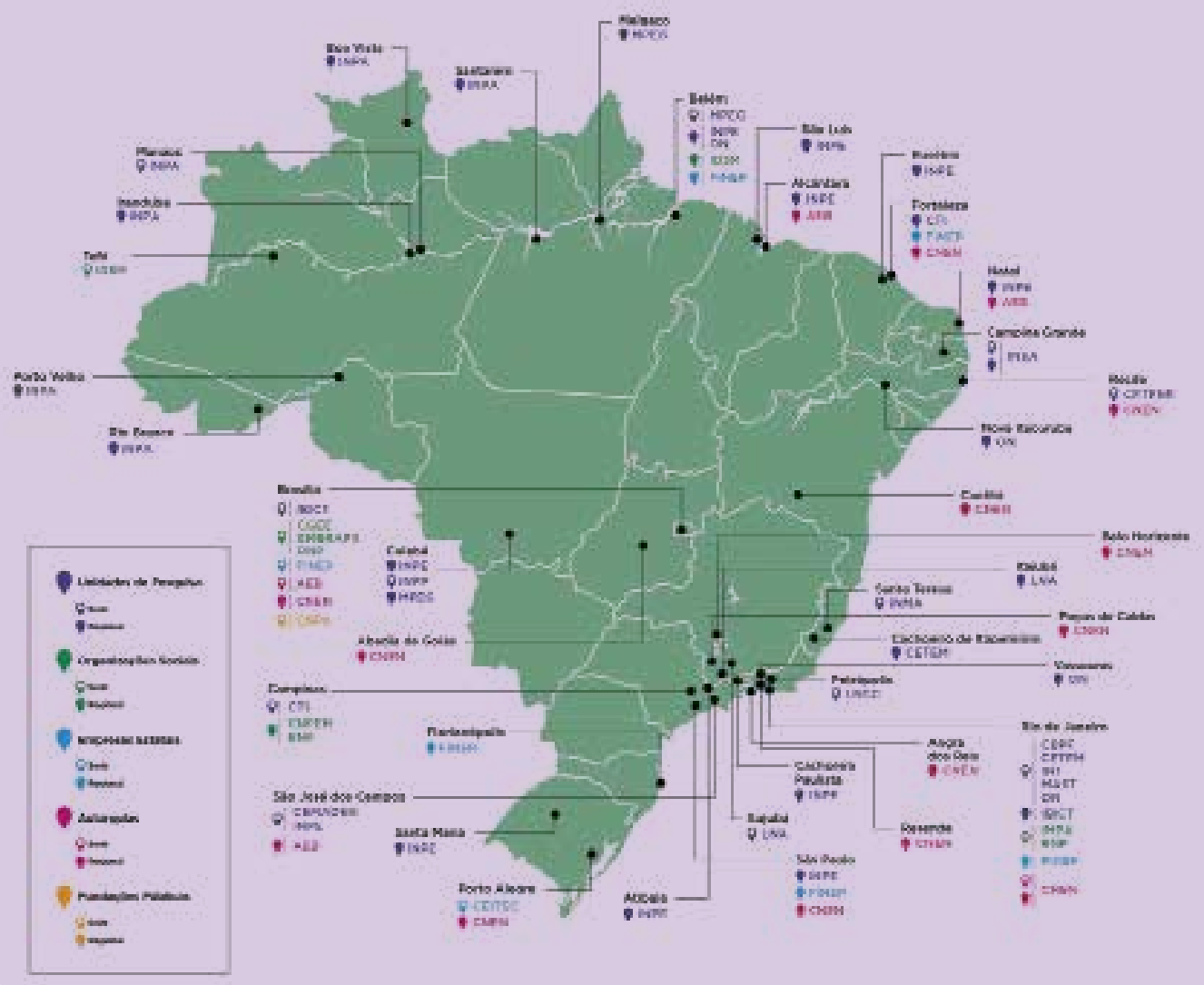
Pode-se afirmar que a 4ª CNCTI foi um marco na busca de uma política de Estado para a ciência e a tecnologia no Brasil, refletindo um momento de grande expectativa nacional e reconhecimento global pelo protagonismo que o setor de CT&I conquistara no País.

Impactos e legados das CNCTI

A trajetória das CNCTI revela um esforço constante de alinhamento dos objetivos da política de CT&I com as demandas emergentes da sociedade brasileira ao longo do tempo. As diversas publicações resultantes das diferentes conferências evidenciam a evolução das prioridades nacionais de cada momento histórico e a inclusão progressiva de novos e incontornáveis elementos caracterizadores de um desenvolvimento de longo prazo. Assim, de um foco na fundamental estruturação de um sistema efetivamente nacional de CT&I em contexto de redemocratização, as conferências seguintes evoluem incorporando a centralidade de novas questões, como a formação de recursos humanos altamente qualificados, e a proteção e o uso sustentável da biodiversidade brasileira. Também os diferentes desafios e orientações da economia brasileira têm reflexo nas estratégias e prioridades apontadas, como a ênfase na integração entre as esferas pública e privada, promovidos a partir da 2ª CNCTI em 2001, que gerou resultados duradouros em programas e legislações fundamentais, como a Lei de Inovação e os fundos setoriais, que consolidam um modelo de financiamento e incentivo contínuo ao desenvolvimento da CT&I no Brasil.

A inclusão da sustentabilidade como eixo estratégico das políticas de CT&I a partir, sobretudo, da 4ª CNCTI em 2010 reforçou o compromisso do Brasil com o desenvolvimento equilibrado, considerados os desafios ambientais e sociais. Com isso, as CNCTI têm sido fundamentais para estabelecer o papel da CT&I na redução das desigualdades regionais, na inclusão social e na autossuficiência tecnológica, com a educação sendo prioridade constante para capacitar profissionais em áreas estratégicas e emergentes.

Por fim, vale ressaltar que a participação social tem sido fundamental para a legitimação dos resultados das CNCTI, ao assegurar que as deliberações reflitam as necessidades e os anseios da sociedade. Esse engajamento vem evoluindo ao longo do tempo, desde as consultas públicas realizadas, como na 4ª conferência, que abriu espaço para um diálogo mais amplo e democrático. Com a transformação digital e a recente incorporação da inteligência artificial, a participação se fortalece ainda mais, a partir do uso de plataformas e ferramentas que ampliam o acesso e facilitam o envolvimento direto de diversos segmentos sociais, o que potencializa a construção colaborativa de políticas públicas em CT&I integradas e de longo prazo.



PARTE I

Sistema Nacional de CT&I (SNCTI)

1 O SNCTI: um panorama atual da ciência, tecnologia e inovação no Brasil

1.1 A importância do SNCTI para o desenvolvimento nacional

Ciência, tecnologia e inovação (CT&I) são pilares essenciais ao desenvolvimento econômico, social e sustentável de qualquer nação. Determina sua competitividade global e a sua capacidade de enfrentar desafios complexos, moldando a maneira como as nações se desenvolvem, se adaptam aos desafios e garantem um futuro sustentável. O crescimento econômico com base em CT&I leva a processos de produção mais eficientes, reduz custos e aumenta a produtividade. CT&I promovem o surgimento de novas indústrias e setores, como energia renovável, biotecnologia e inteligência artificial, e gera oportunidades de trabalho de alta qualificação. Não se pode pensar em CT&I sem considerar os benefícios sociais que vão da saúde à educação, e ao compartilhamento de conhecimento. Em particular, a redução da pobreza por meio de atividades econômicas baseadas em CT&I permite acesso a serviços que transformam comunidades. O enfrentamento das mudanças climáticas envolve inovações em tecnologias de energia limpa e agricultura sustentável baseadas em CT&I.

No Brasil, o SNCTI tem evoluído como uma estrutura que envolve a sociedade, as instituições e as políticas públicas voltadas para o progresso científico e tecnológico do País (Figura 1). Esse compromisso foi consolidado pela Constituição Federal de 1988 que, em seu artigo 218, estabeleceu que o Estado deve "promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação". Esse marco elevou a CT&I à condição de prioridade constitucional, reconhecendo sua relevância para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar da sociedade. É importante ressaltar que essa inclusão na Constituição Federal foi fruto de intensas manifestações da sociedade civil, do Congresso Nacional e da articulação com o governo da época, com o objetivo de assegurar os avanços registrados até então e garantir a continuidade do investimento no setor. Desde então, a estrutura do SNCTI tem se fortalecido, alargando o impacto de instituições, como o CNPq e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), instituições criadas em 1951, a Finep, criada em 1967, e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), criado em 1985, que passou a centralizar a formulação e coordenação de políticas públicas para o setor.

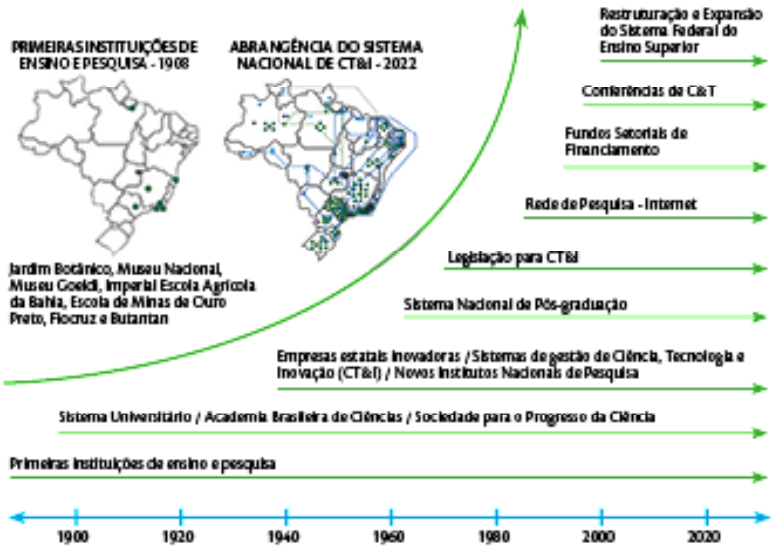
Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) são pilares essenciais para o desenvolvimento econômico, social e sustentável de qualquer nação.

Na perspectiva de integrar as ações e os programas do SNCTI, ao longo dos anos, foi implementado um conjunto de políticas sistematizadas, que se materializaram na criação dos FNDCT, no Plano de Ação de CT&I de 2007/2010, na Estratégia Nacional de CT&I (ENCTI) de 2012/2015 e na ENCTI 2016/2022. O PACTI articulava-se com a política industrial representada pela Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), de 2005/2007, pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), de 2008/2010. A ENCTI 2012 com o Plano Brasil Maior (PBM) foi lançado em agosto de 2011.

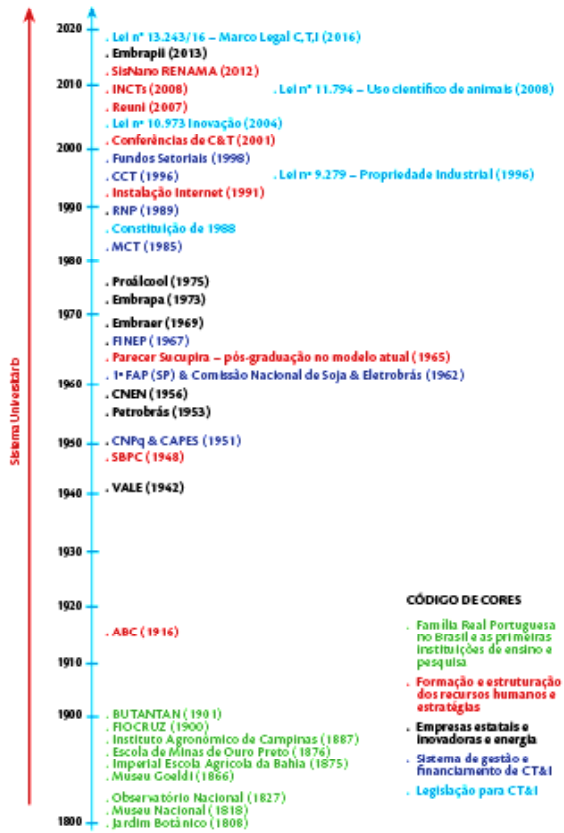
Em termos setoriais, vale mencionar, entre outras iniciativas bem-sucedidas, a política de desenvolvimento produtivo no âmbito do complexo industrial da saúde, e as articulações com programas e ações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e do Centro de Pesquisas, Desenvolvimento e Inovação Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes)/Petrobras, fundamentais ao nosso desenvolvimento científico e tecnológico em áreas críticas para geração de conhecimento. Esse conjunto de políticas consolidou as ações de CT&I como eixos centrais da política governamental.

Destaca-se, ainda, a importante integração de objetivos entre o CNPq e a Capes (Educação) à criação da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) (2012), o programa Inova (2013), o Ciência sem Fronteiras e o Marco Legal para a área. Essa síntese mostra, em parte o esforço de governos e atores, inclusive estaduais como as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP) na proposição, construção e operação do SNCTI, em particular na articulação da política de pesquisa com a política industrial. O SNCTI permitiu gerar conhecimentos e formar recursos humanos qualificados, que contribuem para o desenvolvimento nacional.

Figura 1 – Abrangência e evolução do SNCTI



O ecossistema da ciência brasileira foi semeado no século XIX, com a chegada da família imperial em 1808, plantando assim, as primeiras sementes desta construção que cresceu, vindo a florescer ao longo do século XX e início XXI.



Anos que marcam a criação de algumas instituições e realizações estruturantes do sistema de tecnologia e inovação brasileiros.

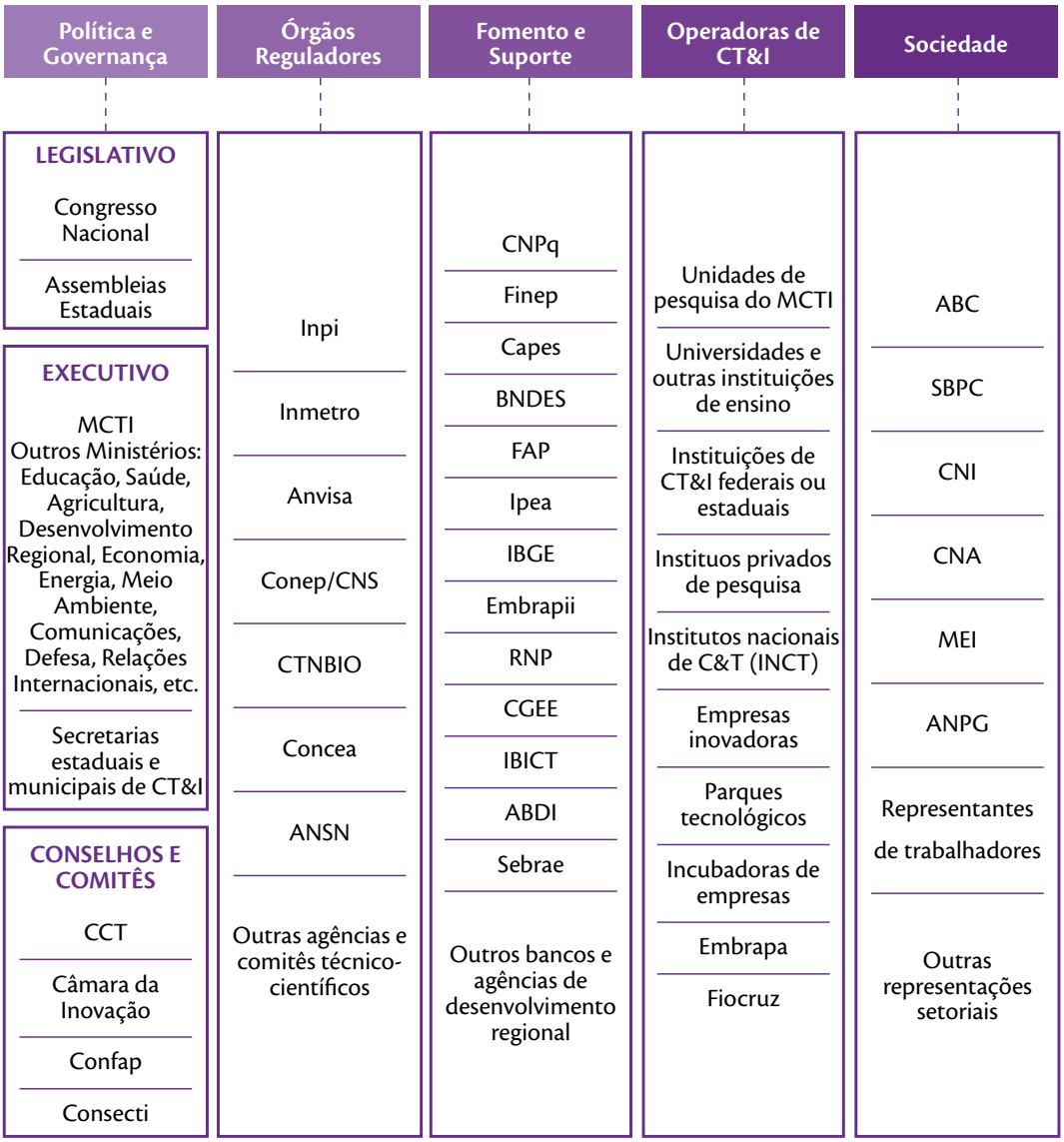
Fonte: Academia Brasileira de Ciências (2022).

A Emenda Constitucional (EC) nº 85 (EC/2015), promulgada em 2015, representou um avanço significativo para a CT&I no Brasil. Essa emenda revisou os artigos 218, 219 e outros, ampliando e atualizando o Marco Legal para a ciência, tecnologia e inovação. Destaca-se, nesse contexto, que a emenda acima citada: 1) reforçou a importância da inovação, reconhecendo-a como motor essencial ao desenvolvimento econômico e social do País; 2) facilitou a colaboração entre os governos, a academia e a indústria, incentivando a transferência de conhecimento e tecnologia; 3) ampliou a flexibilização de parcerias e de mecanismos de financiamento de forma a permitir maior eficiência na gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação; e 4) deu ao sistema abrangência nacional e não apenas de ação federal, ao incluir o Distrito Federal, estados e municípios. Apesar de o marco legal potencializar o papel do SNCTI, criando um ambiente mais favorável, ainda permanece pendente a formalização do SNCTI por lei federal.

O SNCTI articula instituições como universidades, centros de pesquisa, institutos de pesquisa tecnológica, empresas e agências de fomento, criando um ecossistema que promove avanços científicos e tecnológicos. O apoio de órgãos, como a Capes, o CNPq e a Finep, aliado ao financiamento FNDCT, tem sido essencial para a produção científica nacional. O Brasil ocupa atualmente a 13ª posição em produção científica no mundo e destaca-se em áreas como ciências agrárias, biotecnologia, saúde, energia renovável e biodiversidade. A liderança em pesquisas relacionadas à Amazônia e às mudanças climáticas também confere ao País uma posição de destaque nos debates globais, como os realizados na Conferência das Partes (COP) e no G20. A existência de fontes estáveis de financiamento, com estratégias bem definidas para aplicação dos recursos, integrando e articulando as instituições do SNCTI, é um passo essencial para colocar o Brasil em uma posição destacada no enfrentamento de problemas globais e na construção de um futuro mais sustentável e inclusivo.

Os principais atores do SNCTI, apesar de não serem formalmente oficializados por lei, estão indicados na Figura 2.

Figura 2 – Principais atores do SNCTI



Universidades e outras instituições: Andifes, Abruem, Abruc, Conif, Sistema S. Outras representações setoriais: Anpei, Anprotec, Ibrachics.

Fonte: CGEE (2025 *apud* MCTI, 2021).

Os grandes desafios enfrentados para um Brasil justo, sustentável e desenvolvido reafirmam o papel indispensável da CT&I em várias questões. Para preservar a biodiversidade e enfrentar as mudanças climáticas, pesquisas em biotecnologia, manejo sustentável e monitoramento climático são essenciais para equilibrar o desenvolvimento e a conservação da Amazônia, do Pantanal, do Cerrado, da Caatinga e da Mata Atlântica, biomas nacionais no centro das atenções globais para preservação ambiental. Na transição energética, a ciência brasileira é líder em energias renováveis, com

destaque para o etanol e a matriz hidrelétrica, embora a expansão de plantas de energias eólica, solar e de hidrogênio verde exija investimentos em P&D e políticas de incentivo ao setor privado. Para a segurança alimentar, os avanços na ciência agrária, liderados pela Embrapa, posicionam o Brasil como um dos maiores exportadores de alimentos do mundo, mas nossa pesquisa tem de ser ampliada para também contribuir com o enfrentamento da mudança climática. Na área da saúde e biotecnologia, a pandemia de covid-19 revelou tanto a capacidade quanto a fragilidade do Brasil em pesquisa biomédica, e mostrou que investir no fortalecimento da pesquisa em biotecnologia e na produção local de insumos médicos é vital à soberania do País.

Comparado a países como China, Índia e Coreia do Sul, que transformaram seus sistemas de CT&I em motores de crescimento econômico, o Brasil ainda enfrenta desafios estruturais e de governança. Enquanto a Coreia do Sul investe cerca de 4,5% de seu produto interno bruto (PIB) em P&D, o Brasil investe apenas 1,2%. Além disso, o arcabouço legal que regulamenta as atividades de CT&I no País ainda gera muitas dificuldades operacionais. Investir em CT&I não é apenas uma escolha, é indispensável para que os países alcancem prosperidade no tempo da economia do conhecimento.

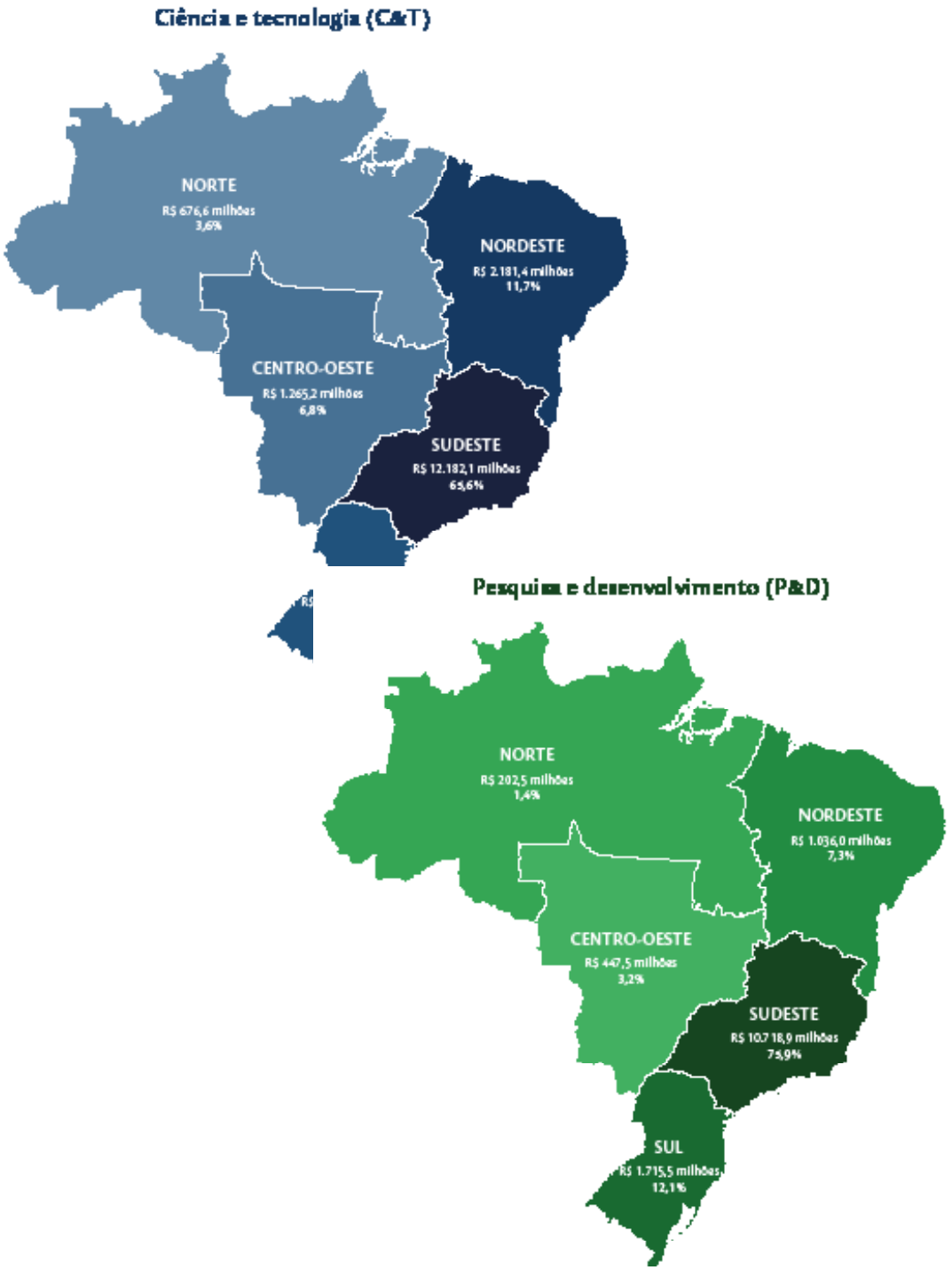
1.2 A estrutura do SNCTI e seus grandes desafios

O SNCTI integra amplo conjunto de atores, incluindo universidades, centros de pesquisa, institutos de pesquisa tecnológica, empresas (públicas e privadas), FAP estaduais, Fundações de Apoio, Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), organizações sociais, e organizações de fomento e apoio, como a Finep e a Embrapii. Essas instituições se propõem a operar em sinergia para criar um ecossistema de fomento à pesquisa e à inovação no País. Mesmo contando com essa diversidade de atores, o sistema enfrenta alguns desafios críticos, explicitados a seguir.

Disparidades regionais

O Brasil abriga centros de excelência científica em diversas regiões, porém a maior concentração está no Sudeste e Sul. Apesar da presença de instituições de destaque em outras regiões do País, essas regiões ainda enfrentam desafios significativos devido à menor infraestrutura e investimentos em pesquisa. A Amazônia, por exemplo, apesar de sua importância estratégica para a ciência global, carece de infraestrutura e investimentos robustos para pesquisa. Instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) evidenciam o potencial da região, mas necessitam de políticas mais ousadas e perenes para investigar a biodiversidade e fortalecer o combate ao desmatamento.

Mapa 1 – Distribuição percentual dos dispêndios dos governos estaduais por região, 2020



Fonte: Coordenação-Geral de Indicadores de Ciência e Tecnologia (CGDI/DGIT/Sexec/MCTI).

Formação de recursos humanos

Foto: Adobe Stock.

Embora tenha avançado muito nesse campo, com uma notável expansão do ensino superior e da pós-graduação nas primeiras décadas deste século, o Brasil precisa formar muito mais gente para promover seu desenvolvimento em áreas estratégicas que estão transformando o mundo. É preciso oferecer incentivos robustos a pesquisadores nacionais e estrangeiros de forma a fixá-los no País.

Financiamento e governança

Reunião do Conselho Diretor do FNDCT

Foto: Rodrigo Cabral (Ascom/MCTI).

A instabilidade no financiamento científico tem sido, ao longo dos anos, um dos maiores desafios do SNCTI. O contingenciamento recorrente do FNDCT no passado comprometeu projetos de longo prazo e enfraqueceu estratégias nacionais de CT&I. A situação não foi mais grave graças ao fortalecimento em muitos estados das fundações estaduais de amparo à pesquisa. Apesar dos períodos de altos e baixos, as instituições do sistema e o Congresso Nacional têm se empenhado para superar essa dificuldade, especialmente com a nova legislação do FNDCT, o que representa um avanço na busca por um financiamento mais estável e previsível. Além da garantia de recursos, é fundamental uma governança articulada, que possibilite a aplicação eficiente e o uso ágil e desburocratizado dos investimentos, impulsionando o avanço científico e tecnológico do País.

Inclusão e diversidade

Foto: Adobe Stock.

Embora as mulheres representem 54% dos pesquisadores no Brasil, sua presença em cargos de liderança em áreas de STEM, ainda, é limitada. Além disso, a baixa participação de negros e indígenas reduz o potencial do sistema. Políticas afirmativas e programas de incentivo à diversidade são cruciais para enriquecer nossa ciência e tecnologia.

Infraestrutura científica e tecnológica

Laboratório Sirius

Foto: Divulgação (CNPEM).

Centros de pesquisa brasileiros – como o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEN), que sucedeu o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e que abriga o Sirius, a Fiocruz, a Embrapa – destacam-se no cenário global, demonstrando a capacidade do País em diversas áreas do conhecimento. No entanto, a maioria das instituições científicas e tecnológicas enfrenta desafios estruturais, como infraestrutura defasada e limitações de recursos para sua modernização. A ampliação dos investimentos, a modernização de laboratórios e o fortalecimento de redes de cooperação nacional e internacional são essenciais para elevar a competitividade e o impacto da ciência brasileira, promovendo inovação e contribuindo para o desenvolvimento sustentável do País.

Integração interministerial no apoio à CT&I

Foto: Adobe Stock.

A articulação entre os ministérios é essencial para promover uma abordagem integrada e eficaz no desenvolvimento de CT&I. Essa colaboração permite alinhar políticas públicas, otimizar recursos e evitar a duplicação de esforços. Uma atuação coordenada entre os setores de ciência, saúde, educação, indústria e desenvolvimento social, por exemplo, pode fortalecer a pesquisa científica ao direcionar investimentos para áreas estratégicas, como a biotecnologia e a inteligência artificial, contribuindo para avanços na saúde pública, no combate a doenças endêmicas e na ampliação do acesso a tratamentos inovadores. A integração com a educação é essencial para a inclusão social, garantindo que a formação de recursos humanos qualificados ocorra de forma ampla e acessível, promovendo maior equidade em um País marcado por desigualdades regionais. Ao trabalhar de forma coordenada, os ministérios podem promover soluções inovadoras para os desafios nacionais, para fortalecer a competitividade do País e ampliar os benefícios socioeconômicos para a população.

1.3 O papel das universidades e instituições de pesquisa

As universidades brasileiras são os principais motores do SNCTI, sendo responsáveis por mais de 90% da produção científica nacional. Essa capacidade coloca o Brasil em posição de destaque na produção de conhecimento global, especialmente em áreas como biodiversidade, ciências agrárias e energias renováveis. No entanto, a estrutura atual das universidades, focada predominantemente em pesquisa básica e formação acadêmica, apresenta desafios que limitam a transformação desse conhecimento em resultado socioeconômico.

A pesquisa básica, conduzida amplamente em universidades e institutos de pesquisa, é o alicerce para descobertas científicas e inovações disruptivas. Tecnologias como inteligência artificial, biotecnologia e energia renovável, que estão transformando o mundo, surgiram de investimentos consistentes em pesquisa básica. No Brasil, programas como o Edital Universal do CNPq garantem suporte para projetos fundamentais em diversas áreas, enquanto os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) criam redes de colaboração em temas estratégicos, como nanotecnologia e saúde pública. A pouca aplicação do conhecimento gerado nas universidades pelo setor produtivo industrial evidencia a necessidade de revisar o papel dessas instituições na promoção da transferência tecnológica e na inovação. Repensar o modelo das universidades é essencial para a formação de mais pessoas voltadas à tecnologia e inovação em áreas de ponta, para colaborar com instituições científicas e tecnológicas, públicas e privadas, e trabalhar nelas. Além das universidades, as unidades de pesquisa do MCTI, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), são pilares estratégicos na infraestrutura científica brasileira. Modernizar esses institutos e integrá-los mais fortemente às universidades e ao setor produtivo fortalecerá nossa capacidade de responder a desafios globais, como mudanças climáticas, transição energética e preservação da biodiversidade.

A transformação do conhecimento em inovação aplicada ainda é um grande desafio ao Brasil. Os NIT, criados pela Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004), têm desempenhado papel essencial na gestão da propriedade intelectual e na promoção da transferência tecnológica. No entanto, sua atuação precisa ser ampliada e mais integrada ao planejamento estratégico das universidades. Os institutos de pesquisa tecnológica, federais, estaduais e privados, que desenvolvem atividades de pesquisa em áreas específicas e realizam atividades de serviços tecnológicos especializados, perderam importância no SNCTI e hoje carecem de programas federais de financiamento.

A Ciência Aberta (CA), que promove o compartilhamento amplo de dados, resultados e metodologias científicas, é uma ferramenta estratégica para democratizar o acesso ao conhecimento, acelerar a sua transformação em inovação, e ampliar a visibilidade da produção científica brasileira. No Brasil, a adesão a práticas de Ciência Aberta, como repositórios de dados e publicações de acesso livre, pode

fortalecer a colaboração entre pesquisadores, empresas e governos, como discutido em mais detalhes no capítulo 14, Ciência Aberta. Paralelamente, o avanço da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade é essencial para enfrentar problemas complexos e sistêmicos, como mudanças climáticas, crises sanitárias e transição energética. A integração entre áreas, como biologia, engenharia, economia e ciências sociais, é crucial para desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis. As universidades precisam incentivar essas abordagens em seus currículos, linhas de pesquisa e políticas institucionais, para criar um ambiente mais favorável à convergência de saberes.

1.4 Políticas para ecossistemas de inovação

O fortalecimento dos ecossistemas de inovação depende de políticas públicas que promovam a articulação e a colaboração entre os diversos atores do SNCTI, e fomentem condições favoráveis ao empreendedorismo. No Brasil, várias iniciativas têm buscado desenvolver esses ecossistemas, com base em diretrizes como as estabelecidas pela Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e pelo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016). As universidades e os centros de pesquisa são incentivados a interagir e colaborar com empresas, a exemplo de programas, como os INCT e as unidades Embrapii, que incentivam a parceria academia-empresa. Há reconhecimento da importância de ambientes promotores de inovação, a exemplo dos parques tecnológicos, incubadoras e aceleradoras, que criam condições favoráveis para as *startups* se desenvolverem e o fortalecimento de vocações regionais, como biotecnologia na Amazônia ou energias renováveis no Nordeste. Iniciativas de P&D dentro das empresas é uma peça central na evolução desses ecossistemas. Empresas que investem em P&D não apenas aumentam sua produtividade e sua capacidade de inovação, mas também contribuem para o fortalecimento da economia como um todo. A Empresa Brasileira de Aviação (Embraer), por exemplo, investe constantemente em P&D para manter sua liderança no setor aeroespacial; e isso tem impacto na produção científica de programas de pós-graduação e fortalece *startups* do setor.

Embora o Brasil tenha expandido a criação de parques tecnológicos, incubadoras e aceleradoras, esses esforços ainda carecem de políticas nacionais mais coordenadas, a exemplo do que ocorre em países como Alemanha e Coreia do Sul. Na Alemanha, os *Fraunhofer Institutes* mostram como centros de pesquisa aplicada podem atender diretamente às demandas da indústria. Na Coreia do Sul, os investimentos maciços em CT&I e o alinhamento com políticas industriais resultaram em avanços tecnológicos expressivos. O investimento empresarial em P&D no Brasil, ainda, é baixo, como mostrado em mais detalhes no capítulo 10, Neoindustrialização.

Diante disso, o Brasil necessita intensificar esforços para fortalecer seu sistema de CT&I, ampliando investimentos, incentivando a formação de parcerias estratégicas e promovendo um ambiente

regulatório mais favorável à inovação. Apenas com um compromisso sólido e de longo prazo com o desenvolvimento científico e tecnológico será possível superar os desafios internos e garantir um futuro sustentável e competitivo para o País no cenário global.

1.5 Desafios e limitações do Marco Legal da Inovação

A EC nº 85/2015 – o Marco Legal da Inovação (Lei nº 13.243/2016) – e o Decreto nº 9.283/2018, que regulamenta o Marco Legal, representaram avanços importantes para o fortalecimento da CT&I no Brasil, ao flexibilizarem mecanismos de cooperação entre as instituições públicas, privadas e a academia. No entanto, essas legislações, ainda, enfrentam limitações jurídicas e operacionais que comprometem sua plena aplicação. Uma das principais barreiras está na falta de regulamentação clara e uniforme de diversos dispositivos, o que gera interpretações conflitantes entre órgãos de controle e gestores públicos. Esse cenário agrava-se com a manutenção de entraves burocráticos, como a complexidade para formalizar e executar contratos de pesquisa e desenvolvimento, especialmente em parcerias público-privadas. Além disso, a ausência de uma articulação eficiente, entre as diferentes esferas de governo, e a falta de alinhamento entre políticas públicas e marcos regulatórios dificultam a execução de iniciativas previstas na legislação. Soma-se a isso a dificuldade de adequado apoio técnico, principalmente jurídico, aos gestores responsáveis pela aplicação do Marco Legal, o que reduz sua eficácia. Esses desafios evidenciam a necessidade de ajustes normativos, maior clareza nas regulamentações e uma política coordenada que viabilize a superação dos entraves para garantir que a CT&I desempenhe seu papel estratégico no desenvolvimento do País.

Foto: Adobe Stock.

1.6 RECOMENDAÇÕES

1. **Formalização do SNCTI por Lei Federal**: garantir a oficialização do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) por meio de legislação específica, fortalecendo sua governança, ampliando investimentos e garantindo previsibilidade no financiamento de longo prazo.

2. **Redução das disparidades regionais**: criar políticas específicas para ampliar a infraestrutura de pesquisa e inovação em regiões menos desenvolvidas, como a Amazônia, fortalecendo instituições locais e garantindo investimentos perenes.

3. **Fortalecimento da integração entre pesquisa e indústria**: incentivar a criação de mecanismos que aproximem universidades, centros de pesquisa e o setor produtivo, simplificando parcerias público-privadas e promovendo ecossistemas de inovação inspirados em modelos internacionais bem-sucedidos.

4. **Ampliação da formação e retenção de talentos**: expandir incentivos para formação de pesquisadores em áreas estratégicas, aumentar bolsas de estudos e criar políticas para fixação de talentos no Brasil, evitando a fuga de cérebros.

5. **Aprimoramento do Marco Legal da Inovação**: revisar e simplificar a regulamentação do Marco Legal da Inovação, reduzindo entraves burocráticos, promovendo maior segurança jurídica para parcerias e garantindo suporte técnico aos gestores públicos.

6. **Financiamento Sustentável e Previsível para CT&I**: expandir recursos do FNDCT, diversificar fontes de financiamento e modernizar incentivos fiscais, garantindo governança aprimorada, estabilidade a longo prazo e equilíbrio no fomento à pesquisa básica e aplicada.

2 Governança do SNCTI e aplicação do Marco Legal de CT&I

A governança do SNCTI e a aplicação do Marco Legal de CT&I no Brasil são essenciais para a construção de um ecossistema de inovação mais eficiente e integrado. É necessário encarar as políticas e regulamentações que consolidam o SNCTI como pilar estratégico ao desenvolvimento econômico e social do País, e identificar barreiras e oportunidades na aplicação do Marco Legal, especialmente no que se refere ao incentivo à CT&I. Este capítulo apresenta uma visão ampla sobre a governança e a regulamentação de CT&I no Brasil, visando à discussão de como essas estruturas podem ser fortalecidas para impulsionar o desenvolvimento científico e tecnológico de forma contínua e alinhada aos desafios nacionais e globais.

2.1 Histórico da governança do SNCTI e da aplicação do marco legal de CTI

O desenvolvimento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil foi marcado não só por avanços na governança e consolidação do marco legal de CT&I, mas também por desafios históricos que dificultaram a criação de um ambiente de inovação mais integrado. Desde o início, a governança do SNCTI enfrentou desafios estruturais relacionados à continuidade de políticas, limitações de financiamento e dificuldades na implementação de parcerias público-privadas. Essas dificuldades foram endereçadas de forma gradual por meio de uma série de planos estratégicos e leis que buscaram consolidar o sistema e aumentar a eficiência dos instrumentos legais e fiscais.

O Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) para o Desenvolvimento Nacional 2007-2010 foi um marco na definição de diretrizes e consolidou instrumentos financeiros, como o FNDCT e os fundos setoriais. Uma das principais dificuldades foi a instabilidade no financiamento de longo prazo para CT&I, que variava com o cenário econômico e as prioridades governamentais em cada mandato. A criação de um Marco Legal com a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e com a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) representou um avanço, mas a efetividade desses instrumentos ficou limitada tanto pela sua complexidade quanto pela burocracia, que muitas vezes dificultam a execução de parcerias e a aplicação dos incentivos fiscais, especialmente para pequenas e médias empresas. Outro desafio foi a falta de uma cultura de inovação nas empresas brasileiras, que, por fatores econômicos e históricos, investem pouco em P&D.

A governança do SNCTI e a aplicação do Marco Legal de CT&I no Brasil são essenciais para a construção de um ecossistema de inovação mais eficiente e integrado.

A necessidade de um modelo de governança que transcendesse os ciclos políticos e garantisse a continuidade de políticas de CT&I foi abordada no *Livro Azul* da 4ª CNCTI. Esse documento consolidou a ideia de um sistema de governança contínuo e independente, e ressaltou o papel do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT) como instância de coordenação estratégica. Ainda assim, a governança do SNCTI continuou a enfrentar desafios relacionados à fragmentação institucional e à falta de sinergia entre órgãos públicos, universidades e setor privado, o que frequentemente resulta em esforços duplicados e ineficiência na aplicação de recursos.

A ENCTI 2012-2015 foi um avanço por fortalecer a cooperação entre ministérios, estados e empresas, ampliando as bases de governança para envolver múltiplos setores. Contudo, a governança enfrentou dificuldades ao lidar com a burocracia e as barreiras regulatórias que restringiam a agilidade na criação de inovações. Embora a ENCTI tenha promovido um alinhamento mais forte entre áreas estratégicas, a aplicação do marco legal ainda era insuficiente para superar as barreiras que limitavam a participação do setor privado em CT&I, especialmente em áreas de alta tecnologia e inovação de ponta.

A ENCTI 2016-2022 trouxe melhorias na governança e implementou uma abordagem orientada a resultados, com o uso de indicadores e metas específicos para monitorar o impacto das políticas de CT&I. Entre as melhorias implementadas, destaca-se o fortalecimento da coordenação interinstitucional, em particular na articulação entre governo, academia, setor produtivo e sociedade civil; a simplificação de processos administrativos para melhor gestão de projeto; além da fortalecimento do planejamento com a recomendação de indicadores de desempenho para aferir a efetividade das ações. No entanto, contraditoriamente, essas medidas foram acompanhadas por uma enorme contração nos recursos financeiros federais para CT&I e deficiência na gestão e fiscalização dos projetos. Além disso, embora o marco regulatório passasse a abranger áreas emergentes, como tecnologias digitais e economia verde, as lacunas na aplicação das leis de incentivo permaneceram, especialmente em relação ao acesso de pequenas e médias empresas aos benefícios fiscais.

A aprovação da Lei nº 13.243/2016, que definiu o novo Marco Legal de CT&I, deu resposta a vários desses desafios, ao simplificar a burocracia e aumentar a flexibilidade das normas para facilitar a colaboração entre universidades e empresas. Merece destaque o fato de o Marco Legal de CT&I

ser uma lei autorizativa, e não impeditiva ou restritiva. No entanto, a efetiva aplicação dessa lei, ainda, encontrou obstáculos, como uma lenta adaptação das instituições à nova legislação e uma estrutura de incentivos que, embora avançada, não atingia toda a potencialidade das parcerias público-privadas. A Lei nº 13.243 trouxe avanços ao permitir maior autonomia para institutos de pesquisa e ao flexibilizar as regras de atuação de pesquisadores no setor privado. No entanto, a plena realização desses objetivos depende de ajustes contínuos e de maior conscientização dos atores envolvidos sobre as oportunidades oferecidas pelo novo marco. O Decreto nº 9.283/2018 trouxe maior segurança jurídica ao regulamentar o Marco Legal de CT&I (Lei nº 13.243/2016), a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004), a Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 8.666/1993), bem como outras leis e decretos. Com o Decreto nº 9.283/2018, estímulos foram dados aos ambientes especializados e cooperativos de inovação; à participação de instituições científicas, tecnológicas e de inovação no processo de inovação; à inovação nas empresas; e, ainda, a outros estímulos e ordenamentos jurídicos autorizativos.

A Lei Complementar (LC) nº 182/2021, ou Marco Legal das *Startups*, criou um sistema regulatório específico ao empreendedorismo de base tecnológica, proporcionando segurança jurídica e condições adequadas ao desenvolvimento de *startups*. Embora essa legislação tenha trazido inovações, como o *sandbox* regulatório, que permite a *startup* testar soluções tecnológicas em um ambiente experimental com regras diferenciadas, o sucesso da sua aplicação, ainda, enfrenta o desafio da burocracia e da adaptação regulatória. A falta de infraestrutura e de suporte técnico para *startups* nas regiões menos desenvolvidas reduziu o impacto do Marco Legal em promover a inovação de forma equitativa e inclusiva em todo o País.

Em resumo, a governança do SNCTI e a aplicação do Marco Legal de CT&I no Brasil refletem uma evolução contínua e adaptativa, impulsionada por uma série de políticas e regulamentações que consolidaram a inovação como estratégia de desenvolvimento nacional. No entanto, esses avanços coexistem com desafios históricos e estruturais que incluem instabilidade no financiamento, fragmentação institucional, burocracia e dificuldade na integração do setor privado. Os marcos recentes, como a Lei nº 13.243/2016 e a LC nº 182/2021, representam importantes progressos na tentativa de superar essas barreiras. Entretanto, seus resultados efetivos dependem de um esforço contínuo para a simplificação de processos e do fortalecimento da cultura de inovação e a ampliação do alcance das políticas de incentivo, para garantir que o sistema de CT&I seja acessível a todos os setores e regiões do Brasil. Esses desafios e avanços formam uma trajetória de amadurecimento que visa tornar o Brasil mais competitivo e inovador, com um SNCTI governado de forma colaborativa e capaz de responder aos desafios globais e às necessidades de desenvolvimento econômico e social do País.

2.2 Propostas da sociedade civil para a governança do SNCTI e aplicação do Marco Legal de CT&I

A governança do SNCTI e a aplicação do Marco Legal de CT&I são temas fundamentais que são discutidos por diversas instituições do terceiro setor, como sociedades científicas, tanto na CNCT e suas reuniões preparatórias, quanto em diversos documentos lançados por essas instituições. Nesse contexto, existe um grande consenso sobre a necessidade de fortalecimento da governança e consolidação do Marco Legal de CT&I para o avanço científico e tecnológico do Brasil, que permita ao País tornar-se mais sustentável e competitivo no cenário global.

No que tange à governança do SNCTI, defendeu-se um sistema mais integrado, centralizado e organizado pelo MCTI, de modo que ele possa atuar de forma transversal, influenciando outros ministérios e garantindo que CT&I permeie as políticas estratégicas do governo. Enfatiza-se com frequência a necessidade de desenvolver uma governança que integre também os estados subnacionais e o setor privado. Ademais, sublinha-se a pertinência de um Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia ainda mais ativo e diretamente ligado à Presidência da República, de modo a formular e implementar estratégias de longo prazo para o SNCTI. Além disso, propõe-se um trabalho articulado com as FAP para descentralizar as ações e garantir que as políticas alcancem diferentes regiões do País.

2.3 Desafios e oportunidades na governança do SNCTI e aplicação do Marco Legal de CTI

Os cinco documentos relacionados à 5ª CNCTI oferecem uma visão abrangente sobre os desafios e as oportunidades para a governança do SNCTI, e a aplicação do Marco Legal de CT&I.

O *e-book Sínteses das conferências regionais e das reuniões temáticas*, para a 5ª CNCTI, destaca como um dos principais desafios a necessidade de uma governança eficiente e coordenada que consiga articular diversos atores – públicos, privados e da sociedade civil – em prol de políticas integradas de CT&I. Há um foco no aprimoramento da articulação interinstitucional, para promover uma cooperação sólida entre as diferentes esferas de governo. O documento enfatiza a importância de aplicar o Marco Legal de CT&I para reduzir a burocracia, facilitando os processos e aumentando a eficiência dos projetos de pesquisa e inovação.

Já no *e-book Sínteses das conferências livres*, para a 5ª CNCTI, as discussões abordam o Marco Legal como instrumento crucial para melhorar o ambiente de inovação, especialmente no que se refere à flexibilização das regulamentações que dificultam a inserção e comercialização de inovações no mercado. Um dos desafios levantados nas conferências é a criação de uma governança que garanta

a articulação entre ministérios e entes estaduais, para permitir que políticas nacionais de CT&I tenham impacto local efetivo. Esse *e-book* enfatiza que, para aumentar a competitividade do Brasil no cenário global, a governança precisa ser tanto inclusiva quanto proativa.

No contexto da inovação industrial, contribuições feitas à 5ª CNCTI apontam a centralidade da Finep na governança do SNCTI, sugerindo que a instituição atue como elo entre o governo, a indústria e a academia. O Marco Legal de CT&I pode ser utilizado para incentivar a inovação dentro das indústrias, facilitando parcerias público-privadas e agilizando processos regulatórios. A redução de entraves burocráticos é identificada como oportunidade de atrair mais investimentos para o setor de inovação, gerando impacto econômico e industrial no País. O crescimento das *startups*, das *deep techs* e de seus ecossistemas carecem de um ambiente regulatório claro e previsível para facilitar o crescimento dessas empresas, que dependem de apoio em suas fases iniciais. A governança proposta inclui uma abordagem facilitadora para o financiamento de *startups* e que promova a colaboração entre academia e empresas, permitindo que inovações tecnológicas avancem do laboratório para o mercado.

Por fim, o *Livro Lilás*, relatório geral da 5ª CNCTI – Subsídios para a Estratégia Nacional de CT&I, explora um modelo de governança participativa e de gestão integrada para o SNCTI. Tal documento propõe a criação de comitês permanentes e a integração de plataformas de dados, com vistas a uma articulação fluida entre os diferentes níveis de governo e setores. A aplicação do Marco Legal de CT&I é apresentada como uma estratégia fundamental para simplificar processos e promover a inovação de forma mais dinâmica e descentralizada. O documento também destaca que fortalecer a governança do SNCTI, por meio de uma coordenação central, é um meio de responder aos desafios emergentes e impulsionar o desenvolvimento sustentável e inclusivo no Brasil.

Os documentos da 5ª CNCTI abordam profundamente os desafios e as oportunidades para a governança do SNCTI e a aplicação do Marco Legal de CT&I. Esses são fundamentais para fortalecer o ambiente de inovação no Brasil, promovendo um desenvolvimento mais equilibrado e eficiente. A governança do SNCTI deve ser ágil e coordenada para maximizar o impacto das políticas públicas, enquanto o Marco Legal oferece uma estrutura regulatória que precisa ser constantemente adaptada para atender às demandas e às complexidades da inovação.

Entre os principais desafios para a governança do SNCTI, está a fragmentação das ações de diferentes níveis de governo e entre setores público, privado, universidades e sociedade civil. A ausência de coordenação integrada leva a sobreposição de políticas e a uma alocação de recursos que, muitas vezes, é ineficiente. Isso demonstra a necessidade de uma governança mais conectada e articulada, com um sistema que reúna e alinhe as ações nacionais, estaduais e municipais, respeitando as prioridades e particularidades locais.

Outro desafio é a burocracia excessiva, que impacta negativamente o andamento de muitos projetos de CT&I no Brasil. Embora o Marco Legal de CT&I tenha sido criado com o objetivo de simplificar processos e facilitar a execução de projetos de inovação e pesquisa, a aplicação prática, ainda, enfrenta entraves, especialmente no que diz respeito ao financiamento e à aprovação de projetos. Essa burocracia prejudica a eficiência do sistema, desmotivando pesquisadores e investidores.

Além disso, persiste a desigualdade regional no acesso a recursos e à infraestrutura de CT&I. Enquanto algumas regiões do País contam com centros de inovação e instituições de pesquisa bem estabelecidas, outras ainda carecem de uma base adequada para desenvolvimento tecnológico, o que limita o potencial de inovação regional e amplia as desigualdades.

A falta de incentivos eficazes para parcerias público-privadas é outro desafio relevante. O Marco Legal de CT&I visa justamente incentivar essa colaboração entre o setor público e o privado. Mas, na prática, muitos projetos de parceria enfrentam dificuldades por falta de segurança jurídica e de estímulos suficientes. Parcerias público-privadas são cruciais à inovação no Brasil, mas demandam um ambiente regulatório mais flexível e de incentivos.

A proteção e adaptação da força de trabalho atingida pela automação e a IA são preocupações centrais. A governança do SNCTI precisa incluir políticas de proteção e requalificação dos trabalhadores, que apoiem a transição para um mercado impactado por essas tecnologias.

Diante desses desafios, o Marco Legal de CT&I e uma governança bem estruturada apresentam várias oportunidades para fortalecer o SNCTI. A criação de estruturas de governança participativa, com comitês regionais e conselhos consultivos, precisa envolver os governos, o setor privado, a academia e a sociedade civil, para promover uma definição mais democrática e eficaz de políticas.

A desburocratização e a simplificação dos processos também representam oportunidade significativa. A aplicação do Marco Legal pode facilitar o acesso a financiamentos e a execução de projetos, tornando o SNCTI mais atraente para pesquisadores e empresas inovadoras. Um sistema digital de "porta única" para CT&I facilitaria, ainda mais, o desenvolvimento de projetos, centralizando e agilizando processos. Outra iniciativa importante é o incentivo à descentralização regional dos recursos de CT&I, com mais autonomia para que as regiões menos favorecidas desenvolvam os próprios centros de inovação e parques tecnológicos. A criação de um índice de distribuição de fundos que priorize essas áreas com menor infraestrutura pode equilibrar as oportunidades, o que reduziria as disparidades regionais e promoveria um desenvolvimento mais equitativo no País.

O fortalecimento das parcerias público-privadas também é uma questão crucial. O Marco Legal pode ser utilizado para desenvolver políticas que incentivem colaborações em áreas estratégicas, como IA, biotecnologia e energia renovável, por meio de incentivos fiscais e linhas de financiamento específicas, o que criaria no Brasil um ambiente mais favorável à inovação.

O avanço da IA e de outras tecnologias emergentes reforça a necessidade de uma força de trabalho qualificada. A governança do SNCTI pode fomentar programas de formação profissional em colaboração com empresas e universidades, priorizando habilidades em setores estratégicos. A promoção de estágios, intercâmbios e capacitação contínua para trabalhadores impactados pela automação e IA fortaleceria a base de inovação do Brasil.

O apoio ao desenvolvimento de *startups* e *deep techs* também apresenta grandes oportunidades. O Marco Legal pode facilitar o acesso dessas empresas a financiamentos, promover a conexão entre universidades e institutos de pesquisa e estabelecer um ambiente regulatório que ofereça segurança jurídica e previsibilidade para investidores e empreendedores.

A criação de conselhos regionais de gestão em CT&I, com autonomia para implementar ações locais de inovação, poderia estimular uma governança ágil e focada nas necessidades regionais. Esses conselhos regionais permitiriam que estados e regiões criassem as próprias iniciativas de inovação, promovendo a aplicação prática e a adaptação das políticas nacionais ao contexto local.

Por fim, a integração da CT&I com a educação básica e superior oferece uma oportunidade de desenvolver uma base sólida de conhecimento científico e promover uma cultura de inovação no País. Ao promover o ensino de ciência e tecnologia em todos os níveis educacionais, o SNCTI pode preparar as novas gerações para as carreiras de CT&I, o que fortaleceria a inovação no longo prazo.

2.4 Inteligência artificial, sua regulação e a ética no seu uso

Os cinco documentos da 5ª CNCTI abordam a IA de forma abrangente, destacando tanto seu desenvolvimento tecnológico quanto aspectos cruciais de regulação e ética. O Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA), apresentado durante a 5ª Conferência, é uma iniciativa estratégica que visa desenvolver uma IA que reflita a diversidade cultural brasileira e promova nossa soberania tecnológica. Parte desse esforço inclui a criação de supercomputadores movidos à energia renovável, e o desenvolvimento de modelos de linguagem em português, que atendam às especificidades do País e aumentem a autonomia nacional no setor tecnológico.

Foto: Rodrigo Cabral (Ascom/MCTI).

Lançamento do PBIA na 5ª CNCTI

Quanto à regulação, os documentos ressaltam a necessidade de uma governança robusta e transparente para IA, recomendando a criação de um centro nacional de transparência algorítmica. Esse centro terá a missão de promover uma supervisão ética e responsável sobre o uso de IA, assegurando que as decisões automatizadas sejam transparentes e devidamente supervisionadas. Tal medida visa mitigar riscos associados ao uso de IA e garantir que os algoritmos respeitem princípios de transparência, responsabilidade e imparcialidade.

Foi enfatizada a importância de formar talentos que atendam à crescente demanda por profissionais qualificados em IA. Os documentos recomendam a criação de programas de capacitação em larga escala, muitos em parceria com o setor privado, para assegurar que o Brasil desenvolva habilidades específicas na área e construa um corpo técnico preparado para lidar com as inovações e os desafios da IA.

Na 5ª CNCTI, houve preocupação evidente com a proteção dos trabalhadores impactados pela automação e pela introdução de IA nos processos produtivos. Documentos sugerem a criação de regulamentações que garantam a proteção dos trabalhadores que possam ser afetados negativamente por essas tecnologias. A prática de políticas de requalificação e adaptação foi considerada essencial para evitar o desemprego e a precarização do trabalho, e assegurar que a introdução da IA ocorra de maneira inclusiva e responsável.

Finalmente, recomendou-se que o uso da IA respeite a privacidade e os direitos individuais, ao mesmo tempo em que contribua para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar da sociedade. O compromisso com uma IA ética, transparente e regulada reflete a visão da 5ª CNCTI de que essa tecnologia deve ser direcionada para atender às necessidades da população e promover avanços sociais, sempre respeitando os valores e as especificidades brasileiras.

2.5 RECOMENDAÇÕES

1. **Governança e coordenação institucional**: fortalecer a cooperação entre governo, setor empresarial e sociedade civil, e criar estruturas de governança participativa com comitês nacionais, regionais e locais, apoiados por ferramentas digitais.
2. **Financiamento e estímulo à inovação:** descentralizar recursos para regiões menos favorecidas, aprimorar o uso de compras públicas e encomendas tecnológicas, e estimular P&D focado nas necessidades do mercado e sociedade.
3. **Regulação e ambiente de negócios**: simplificar a burocracia com o Marco Legal e criar ambientes regulatórios claros para *startups e deep* techs, com normativas previsíveis e financiamento acessível.
4. **Parcerias e internacionalização**: facilitar parcerias público-privadas e promover a internacionalização por meio de redes de cooperação e intercâmbio de pesquisadores e acesso a laboratórios avançados.
5. **Desenvolvimento de ecossistemas de inovação**: fortalecer ecossistemas de inovação, utilizando o Marco Legal para consolidar e expandir ambientes inovadores, alinhados às potencialidades regionais.
6. **Monitoramento e avaliação de políticas de CT&I**: implementar processos contínuos de monitoramento e avaliação do impacto das políticas de CT&I, utilizando indicadores de desempenho claros para medir a efetividade de investimentos e garantir transparência.
7. **Capacitação e disseminação do Marco Legal de CT&I:** ampliar a capacitação sobre o Marco Legal, por meio de treinamentos e materiais, e criar plataformas digitais com guias, casos de sucesso e respostas a dúvidas frequentes para facilitar sua aplicação.
8. **Fortalecer o Sistema Nacional de Propriedade Industrial:** o governo deve investir na modernização do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e criar incentivos à pesquisa e desenvolvimento estratégicos.

9. **Criar programas de financiamento dos institutos de pesquisa tecnológicos público e privados**: incentivar pesquisas tecnológicas em parceria com empresas e fortalecer o sistema nacional de serviços tecnológicos acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

10. **Ampliar a articulação nacional e internacional**: fortalecer a regulação, a defesa de ativos estratégicos e a participação em fóruns globais, garantindo acesso a tecnologias essenciais, transferência de conhecimento e redução de vulnerabilidades externas.

3 Financiamento e Áreas estratégicas

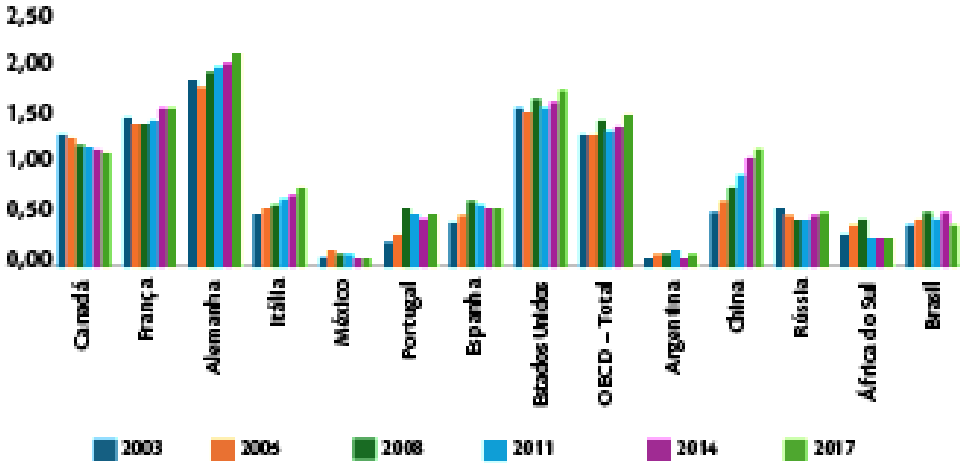
3.1 Contexto

A produção científica e tecnológica de um país é fator determinante para seu crescimento econômico, bem como para a produtividade e a competitividade de suas empresas. O progresso técnico redefine continuamente os limites da capacidade produtiva, promovendo aumentos na produtividade e, consequentemente, no crescimento econômico. Mais do que apenas um instrumento para melhorar a eficiência, a tecnologia e a inovação têm o poder de criar novos produtos e mercados, ao mesmo tempo em que transformam ou eliminam atividades, mercados e empregos já estabelecidos.

O desempenho científico e tecnológico de um país pode ser analisado sob diversas dimensões, que vão da produção científica de seus pesquisadores ao desempenho inovativo de suas empresas. A Figura 3 mostra o investimento de países selecionados em seis anos deste século.

A produção científica e tecnológica de um país é fator determinante para seu crescimento econômico, bem como para a produtividade e a competitividade de suas empresas.

Figura 3 – Investimento empresarial em P&D como percentual do PIB em diversos países em 2003, 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017



Fonte: MCTI e OECD.

Nas últimas décadas, apesar da implementação de várias políticas para fomentar a inovação, o Brasil não conseguiu avanços significativos em termos de inovação e de investimentos em P&D de suas empresas. Os investimentos brasileiros totais em P&D continuam relativamente estagnados em pouco mais de 1,1% do PIB. Os investimentos empresariais em P&D passaram de 0,49% para 0,6% do PIB entre 2003 e 2014 e, em 2017 (último dado disponível com base na Pesquisa de Inovação Tecnológica do IBGE) voltaram a retroceder para 0,47% do PIB.

Mesmo o crescimento empresarial em P&D observado até 2014 não foi maior do que os observados em países desenvolvidos, e não alterou, portanto, a posição relativa do Brasil em relação ao mundo. O baixo desempenho brasileiro em P&D e inovação se agravou, após 2014, devido à queda nos investimentos e nas políticas públicas para P&D. Os recursos disponíveis para o FNDCT, CNPq e Capes caíram fortemente até 2022, o que teve impactos importantes tanto nos investimentos empresariais em pesquisa quanto na produção científica brasileira.

Desde o final dos anos 1990, o País conseguiu ampliar sua participação nas publicações científicas mundiais de cerca de 1% para 2,78% em 2018. A queda no orçamento público disponível para C&T no País, verificada a partir de 2014, teve impactos, mesmo que defasados. A partir de 2018, a participação brasileira na produção científica mundial começa a cair, chegando a cerca de 2,2% em 2023. Durante o período de ampliação da participação na produção científica mundial, o impacto das publicações brasileiras, medido pelo número de citações, não cresceu no mesmo ritmo.

Existem fatores estruturais que influenciam diretamente a capacidade de inovação do País e que devem ser enfrentados. Para que a inovação se desenvolva de maneira sustentável, é fundamental contar com diversos elementos-chave. Entre eles estão a formação de pessoas qualificadas, especialmente cientistas e engenheiros, uma infraestrutura robusta para a realização de pesquisas avançadas e um ambiente que favoreça tanto a produção científica quanto o desenvolvimento tecnológico. O Brasil enfrenta um déficit significativo no número de cientistas e engenheiros em relação à sua população total, quando comparado ao de países desenvolvidos. Essa lacuna ressalta a urgência de investir na formação de profissionais altamente qualificados e de estimular o interesse dos jovens pelas áreas de matemática, ciências e tecnologia. Embora o acesso à educação tenha crescido consideravelmente nas últimas décadas, os indicadores nacionais e internacionais apontam que a qualidade do ensino permanece insatisfatória.

Além disso, a ciência brasileira carece de maior interação internacional. A presença de professores e estudantes estrangeiros nas universidades do País é limitada, assim como o número de brasileiros que buscam formação no exterior. Esse cenário prejudica a troca de conhecimentos e experiências essenciais para o avanço científico. Ampliar a internacionalização da ciência brasileira é uma tarefa estratégica, especialmente no que se refere à circulação de cérebros (*brain circulation*), que hoje é mais relevante do que a fuga de cérebros (*brain drain*). Uma ciência mais conectada globalmente é fundamental para impulsionar a inovação.

Outro obstáculo significativo é a precariedade da infraestrutura de pesquisa. Os laboratórios brasileiros, em sua maioria, são pequenos e voltados para áreas específicas, enquanto a ciência de ponta exige tanto escala quanto multidisciplinaridade. Além disso, a pesquisa no Brasil está concentrada majoritariamente em universidades públicas, o que limita a diversificação do sistema de pesquisa. Instituições dedicadas exclusivamente à pesquisa científica, comuns em muitos países, ainda são escassas no Brasil. Paralelamente, a burocracia presente nas universidades públicas representa um entrave considerável para a realização de pesquisas de alto nível, e isso demanda reformas que tragam mais eficiência ao sistema.

O ambiente econômico e comercial brasileiro não promove a inovação. O Brasil é uma das economias mais fechadas do mundo. Embora seja bastante aberto ao fluxo de investimento direto externo, Brasil é fechado para produtos por cobrar tarifas de importação muito altas. Isso limita o acesso das empresas brasileiras a coisas essenciais para P&D, como equipamentos modernos e bens de capital, além de dificultar sua inserção em redes globais de produção. Essa condição não só reduz a competitividade das empresas nacionais, como também inibe a inovação, já que a competição internacional é um dos principais motores para o desenvolvimento tecnológico das empresas. Somado a isso, o custo elevado do capital e o baixo desenvolvimento dos mercados de capital e do investimento de risco no Brasil representam mais barreiras ao empreendedorismo inovador. Para que o Brasil consiga avançar em direção a uma economia mais inovadora e competitiva, será necessário superar essas barreiras estruturais, criando um ecossistema que valorize a ciência, a tecnologia e a inovação como pilares do desenvolvimento econômico e social.

3.2 Infraestrutura adequada à pesquisa e à inovação

O conhecimento, se não guardado em segredo, torna-se um bem público, e é difícil restringir o acesso ao conhecimento produzido. Essa natureza pública torna o conhecimento um gerador de externalidades positivas, como melhores condições de vida e ganhos de produtividade para toda a sociedade. Bens com essas características geralmente são pouco produzidos por empresas com fins lucrativos, pois a elas parece pouco vantajoso criar algo que possa ser usufruído por todos. Por isso, cabe ao Estado assumir o papel de principal financiador da produção de conhecimento.

Esse papel do Estado, porém, apresenta desafios significativos para países onde os recursos públicos são escassos e há diversas outras necessidades a serem atendidas. Investir em ciência, nesses contextos, exige escolhas estratégicas. Uma dessas prioridades deve ser a formação de cientistas qualificados, já que o capital humano é indispensável para a geração de conhecimento. Mas isso não basta. É fundamental criar condições adequadas para que esses profissionais possam produzir o conhecimento necessário para o avanço da sociedade. Essas condições envolvem o financiamento à

pesquisa, a disponibilidade de instalações modernas e bem equipadas para a realização de pesquisas, e modelos institucionais diversos.

Uma das grandes fragilidades dos sistemas de inovação em países de baixa renda é a falta de diversidade institucional e a escassez de instalações de pesquisa de grande porte, competitivas em nível internacional. Nos países desenvolvidos, essa conquista foi fruto de investimentos expressivos e contínuos em infraestrutura científica e tecnológica ao longo da história. Já nos países mais pobres, esses investimentos não ocorreram na mesma proporção, o que resulta em menor capacidade de produzir ciência e tecnologia de alto impacto.

No Brasil, essa deficiência tem várias fatores: dificuldades para acessar insumos e equipamentos essenciais para a pesquisa, insuficiência de instituições especializadas com missões claras para resolver problemas específicos (como o desenvolvimento de vacinas, novas fontes de energia ou o combate a doenças específicas) e, principalmente, a baixa integração do sistema de pesquisa e inovação. A concentração da pesquisa científica nas universidades públicas e o baixo investimento empresarial em P&D limitam as oportunidades profissionais para cientistas e pesquisadores.

Para superar esses entraves, é necessário desenvolver um sistema de inovação mais completo, diversificado e institucionalmente estruturado. Um sistema desse tipo deve combinar universidades, institutos de pesquisa independentes e investimentos privados em CT&I. Isso não só aumenta a produção de conhecimento e tecnologia, mas também diversifica as possibilidades de inserção profissional para pesquisadores, o que amplia o impacto da ciência na sociedade.

O grande desafio, especialmente em países com restrições orçamentárias, é encontrar maneiras de construir e manter uma infraestrutura de pesquisa moderna e diversificada. Isso exige não apenas recursos financeiros, mas também uma visão estratégica que priorize a ciência e a inovação como pilares do desenvolvimento econômico e social. Para isso, os governos devem estar convencidos de que esse esforço dá um enorme retorno, inclusive em termos de receita tributária, como a experiência mostrou.

Outro grande desafio é a definição de estratégias claras e de prioridades para os investimentos em P&D. Identificar áreas estratégicas nas quais existem maiores possibilidades de sucesso, ou que são críticas para o desenvolvimento econômico e social do País, torna-se, portanto, fundamental para as políticas públicas de CT&I. Em geral, quando o investimento é direcionado a áreas em que o País tem vantagens comparativas significativas, a probabilidade de sucesso é maior.

3.3 Áreas estratégicas e oportunidades para o País

Atualmente, o mundo atravessa uma nova revolução tecnológica, impulsionada pelo avanço das tecnologias digitais, do *big data* e, mais recentemente, por ferramentas inovadoras de IA e aprendizado de máquina. O Brasil deve encarar como uma oportunidade investir em C&T para avançar frente às transformações trazidas pelas novas tecnologias. Algumas áreas emergem como prioritárias, considerando as demandas globais e as vantagens comparativas do País.

A inteligência artificial e a ciência de dados estão no centro da revolução digital, com impacto transformador em praticamente todos os setores da economia e da sociedade. No Brasil, essas tecnologias têm um potencial imenso para resolver desafios estruturais e aumentar a eficiência em áreas como saúde, agricultura, indústria e serviços públicos. Ferramentas de IA podem ser aplicadas para análise preditiva no diagnóstico médico, otimizando tratamentos e expandindo o acesso à saúde por meio da telemedicina. Na agricultura, algoritmos de aprendizado de máquina ajudam a prever condições climáticas, gerenciar safras e aumentar a produtividade. Apesar das oportunidades, o País ainda enfrenta desafios, como a capacitação de profissionais qualificados já abordada no capítulo 6, o investimento em infraestrutura digital e a necessidade de regulamentações que promovam o uso ético e seguro dessas tecnologias. A IA e a ciência de dados, quando bem integradas às políticas públicas e ao setor privado, podem catalisar um desenvolvimento mais equitativo e eficiente. Na abertura da 5ª CNCTI, e como parte das propostas da própria conferência no tema de IA, o Presidente Luís Inácio Lula da Silva recebeu, do CCT, o PBIA, que aguarda agora sua implementação.

A agricultura brasileira é uma das mais produtivas do mundo, e o uso de tecnologias digitais e biotecnológicas pode elevar ainda mais sua eficiência e sustentabilidade. A adoção da agricultura de precisão, com o uso de drones, sensores e análise de dados, permite monitorar e otimizar cada etapa da produção, da semeadura à colheita. Por meio de satélite, é possível mapear a fertilidade de uma área de lavoura com alta resolução. Com um mapa desse tipo, uma plantadeira computadorizada pode aplicar a dose exata de fertilizante em cada área da plantação, o que reduz o gasto com fertilizantes e aumenta a produtividade. Além disso, a biotecnologia oferece oportunidades significativas, como o desenvolvimento de sementes geneticamente modificadas que são mais resistentes a pragas e mudanças climáticas. O avanço em bioinsumos, como fertilizantes naturais e defensivos biológicos, também pode reduzir o impacto ambiental da produção agrícola. Para usar plenamente essas tecnologias, é crucial ampliar a conectividade no campo, capacitar produtores e investir em P&D. A combinação de inovação tecnológica com a vocação agrícola do Brasil pode consolidar o País como líder global na produção sustentável de alimentos.

A Indústria 4.0, marcada pela integração de tecnologias como robótica avançada, internet das coisas (IoT), IA e manufatura aditiva, é uma oportunidade única para modernizar a produção industrial no Brasil.

A Indústria 4.0, marcada pela integração de tecnologias como robótica avançada, internet das coisas (IoT), IA e manufatura aditiva, é uma oportunidade única para modernizar a produção industrial no Brasil. Essas inovações permitirão a automação de processos, a personalização de produtos e a redução de custos, e aumenta a competitividade das empresas brasileiras. Apesar disso, a adoção dessas tecnologias ainda é limitada, especialmente em pequenas e médias empresas, devido a fatores como altos custos iniciais e falta de mão de obra qualificada. Para impulsionar a transformação digital na indústria, é necessário investir em infraestrutura tecnológica, capacitação profissional e incentivos fiscais para a modernização do parque industrial. A Indústria 4.0 tem o potencial de não só revitalizar o setor produtivo, mas também de gerar novos modelos de negócios, fortalecendo a economia brasileira. Presume-se que tudo isso tenha sido considerado na proposição da Nova Indústria Brasileira.

Com a urbanização crescente, o conceito de cidades inteligentes ganha relevância na solução dos desafios urbanos neste século. Tecnologias como IoT, *big data* e redes 5G podem ser aplicadas para otimizar serviços públicos, melhorar a mobilidade urbana e aumentar a eficiência energética. No Brasil, o desenvolvimento de cidades inteligentes é uma oportunidade de integrar tecnologia à solução de problemas locais, como trânsito, segurança pública e gestão de resíduos. A implementação dessas inovações exige investimentos em infraestrutura digital, além de políticas públicas que promovam a inclusão digital e a conectividade em todas as regiões. A transformação das cidades em ambientes mais inteligentes e sustentáveis não apenas melhora a qualidade de vida dos cidadãos, mas também estimula o desenvolvimento econômico local.

A computação quântica, embora ainda em estágio inicial, é uma das áreas mais promissoras no campo da C&T. Com sua capacidade de realizar cálculos exponencialmente mais rápidos do que os computadores clássicos, ela pode resolver problemas complexos em setores como logística, segurança cibernética, materiais e biomedicina. O Brasil tem a oportunidade de se posicionar nessa fronteira tecnológica, investindo na formação de especialistas, no desenvolvimento de algoritmos quânticos e na construção de parcerias internacionais. Uma ênfase na computação quântica pode abrir caminhos para avanços significativos, especialmente em áreas como criptografia e IA. Para competir nesse campo, é essencial criar centros de pesquisa dedicados e fortalecer a colaboração entre universidades, governo e setor privado.

O setor de saúde é um dos mais beneficiados pelas novas tecnologias, que transformam desde a pesquisa científica até a prestação de serviços. No Brasil, a aplicação de ferramentas digitais, como IA, pode revolucionar a medicina preventiva, permitindo diagnósticos mais precisos e tratamentos personalizados. A biotecnologia também desempenha um papel crucial, possibilitando o desenvolvimento de novos medicamentos, vacinas e terapias avançadas, como a edição gênica. A pandemia de covid-19 evidenciou a importância de investir na capacidade local de produzir insumos que reduzam a dependência de importações. Além disso, tecnologias como dispositivos vestíveis e telemedicina podem melhorar o acesso à saúde em regiões remotas, o que aumenta a equidade no atendimento. Para aproveitar essas oportunidades, é necessário fortalecer o financiamento em pesquisa, modernizar o sistema de saúde e promover a integração entre academia, setor público e privado.

O Brasil é reconhecido mundialmente por sua matriz energética limpa, com destaque para as fontes renováveis, como energia hidrelétrica, eólica, solar e biomassa. No cenário da transição energética, o País tem a oportunidade de liderar na adoção e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. O Nordeste (NE), por exemplo, possui enorme potencial para geração de energia solar e eólica, que ainda é subexplorado. Além disso, o desenvolvimento de biocombustíveis avançados e do hidrogênio verde coloca o Brasil em uma posição vantajosa no fornecimento de soluções energéticas para o mundo. Mas para maximizar esses benefícios, é necessário investir em infraestrutura para geração e distribuição de energia, fomentar parcerias público-privadas e incentivar a pesquisa científica voltada para novas fontes de energia e tecnologias de armazenamento. O avanço nessa área também contribui para a preservação ambiental, e assim promove o papel do Brasil como protagonista global na agenda de sustentabilidade.

Com cerca de 6,7 milhões de quilômetros quadrados, a floresta amazônica é a maior floresta tropical do planeta e abriga a maior biodiversidade mundial nesse tipo de bioma. Estima-se que vivam na Amazônia cerca de 10% de todas as espécies conhecidas no planeta. Além disso, a região desempenha um papel crucial na regulação do clima global, armazenando grandes quantidades de carbono e influenciando os padrões de precipitação e temperatura no Brasil e ao redor do globo.

Sua importância para o planeta também a torna um objeto de grande atenção científica, especialmente em face dos desafios colocados pela mudança climática. Temas como o papel da Amazônia no clima global, no sequestro de carbono e na regulação do ciclo da água, ou mesmo em como as mudanças climáticas estão afetando a região, são questões que mobilizam cientistas em todo o mundo. O Brasil tem um papel fundamental na pesquisa sobre esse bioma, já mencionado no capítulo 9. Conhecer os principais desafios da pesquisa sobre a Amazônia e quais respostas a ciência está procurando a partir do bioma é fundamental, tanto para direcionar os esforços de pesquisa quanto para desenhar uma estratégia de desenvolvimento científico e tecnológico para a região, que leve em conta as necessidades locais e o papel da floresta para o País e para o mundo.

3.4 RECOMENDAÇÕES

1. **Modernização da infraestrutura científica e tecnológica**: atualizar laboratórios e centros de pesquisa, ampliar parcerias com o setor privado e coordenar ações entre entidades para otimizar investimentos em P&D.
2. **Integração entre saúde e desenvolvimento tecnológico**: criar agenda estratégica para CT&I em saúde, expandir saúde digital e tecnologias emergentes, e fortalecer parcerias público-privadas e a capacidade regulatória, como, por exemplo, as Novas Abordagens Metodológicas (NAMs).
3. **Desenvolvimento tecnológico e segurança no setor nuclear:** modernizar infraestrutura, implementar o reator multipropósito brasileiro e criar a autoridade nacional de segurança nuclear para garantir governança no setor.
4. **Autonomia tecnológica e governança no setor espacial**: separar atividades civis e militares no Programa Espacial Brasileiro, reduzir dependência externa e garantir contribuição do setor para soberania nacional.
5. **Estratégia nacional para minerais estratégicos**: criar política de verticalização para minerais estratégicos, fomentar tecnologias de purificação e práticas sustentáveis, e fortalecer parcerias de pesquisa e inovação.
6. **Desenvolvimento e implementação de tecnologias quânticas**: criar uma rede quântica nacional, capacitar profissionais e fomentar investimentos privados para o desenvolvimento do setor quântico.
7. **Formação e fixação de recursos humanos para ciência e inovação**: fortalecer programas de capacitação em diferentes níveis educacionais e criar políticas de formação profissional permanente, especialmente em setores estratégicos.
8. **Educação e formação para a reindustrialização e a economia do futuro**: reformular currículos acadêmicos, expandir a educação tecnológica e a EAD pública, e incentivar modelos pedagógicos inovadores.
9. **Inclusão social e democratização da ciência**: ampliar o acesso à ciência em todas as regiões, criar políticas para incluir grupos sub-representados e fomentar a popularização da ciência e o engajamento da sociedade.
10. **Inovação social e tecnológica:** fomentar pesquisas que atendam a questões sociais e ambientais e estimulem a inovação social e tecnológica, com foco em gerar valor econômico, social e ambiental.
11. **Integração com Outras Áreas**: alinhar políticas de CT&I com educação, saúde, meio ambiente e agricultura.

12. **Avaliação de impacto social e ambiental**: criar mecanismos para avaliar os impactos socioambientais das tecnologias.
13. **Fomentar a produção nacional**: estimular a produção de insumos agrícolas, como sementes e fertilizantes, e apoiar a agricultura familiar, garantindo a segurança alimentar e reduzindo a dependência externa.
14. **Ampliar estoques estratégicos**: fortalecer os estoques de alimentos e os programas de distribuição para assegurar a segurança alimentar da população.

PARTE II

CT&I para um Brasil justo

Foto: Luara Baggio (Ascom/MCTI).

Ciência com voz feminina: ecos de um legado invisível para a construção de um futuro equitativo

A trajetória das mulheres na ciência tem sido marcada por desafios estruturais. Desde a exclusão formal no início do século XX até a persistente desigualdade em financiamento, reconhecimento e progressão na carreira acadêmica, cientistas enfrentam barreiras institucionais que dificultam sua ascensão, especialmente em áreas tradicionalmente dominadas por homens. Além dessas barreiras, fatores sociais e culturais reforçam a invisibilização do trabalho feminino, tornando a equidade um objetivo ainda distante. Apesar dos avanços, a desigualdade de gênero persiste e demanda políticas públicas eficazes que garantam acesso, reconhecimento e valorização do trabalho científico das mulheres.

A equidade de gênero nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM, do inglês *science, tecnology, engieering and matematics*) não deve ser apenas um ideal distante, deve ser uma realidade construída com ações concretas. A implementação de medidas para promover a equidade de gênero na ciência é essencial para corrigir desigualdades históricas e construir um ambiente acadêmico mais inclusivo.

No Brasil, iniciativas – como bolsas de estudo exclusivas para mulheres em áreas STEM, programas de mentoria e incentivos para a ocupação de cargos de liderança – representam avanços importantes. Instituições como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) têm ajustado editais para contemplar o impacto da maternidade na produtividade acadêmica, permitindo prorrogação de prazos para submissão de projetos e fomentando pesquisas lideradas por mulheres.

Ainda assim, o caminho para a equidade é longo. Mesmo ocupando os mesmos cargos e possuindo qualificações equivalentes, as mulheres frequentemente recebem salários inferiores aos dos homens, especialmente no setor privado. Essa disparidade salarial não pode ser justificada apenas por fatores individuais, como tempo de experiência ou escolhas acadêmicas, mas reflete um viés estrutural que sistematicamente desvaloriza o trabalho feminino. Em resposta a essa desigualdade histórica, o presidente Lula sancionou a **Lei nº 14.611/2023**, que estabelece a igualdade salarial entre homens e mulheres para funções equivalentes. Além de garantir transparência remuneratória, a legislação impõe sanções às empresas que descumprirem a norma, representando um avanço na luta por equidade de gênero no mercado de trabalho.

No entanto, a disparidade de gênero não se limita ao ambiente corporativo. Ela também se manifesta na distribuição de financiamento para pesquisas, demonstrando que a desigualdade estrutural vai além dos salários e impacta o reconhecimento e a valorização do trabalho feminino em diversas esferas. Estudos mostram que projetos liderados por mulheres recebem significativamente menos recursos em comparação aos liderados por homens. Um estudo publicado no *PeerJ* (*DOI* 10.7717/peerj.4000) demonstra que, à medida que os valores de financiamento aumentam, a proporção destinada a mulheres diminui drasticamente, revelando um padrão estrutural de subvalorização de suas pesquisas. O problema agrava-se pelo fato de que, ao avaliar projetos para concessão de recursos, as agências de fomento acessam o currículo *lattes* dos pesquisadores, tornando o gênero explícito no processo de análise. Isso evidencia que o viés de gênero não é um mero efeito colateral do sistema, mas, sim, uma barreira institucional que precisa ser enfrentada com políticas públicas eficazes.

Além das disparidades de gênero, as desigualdades regionais no Brasil também exercem impacto significativo na participação feminina na ciência. O acesso a oportunidades acadêmicas e financiamento para pesquisa varia drasticamente entre as diferentes regiões do País, refletindo um cenário em que mulheres de estados do Norte e Nordeste enfrentam barreiras ainda maiores para avançar em suas carreiras científicas. Essa assimetria reflete a necessidade de políticas que levem em conta não apenas o recorte de gênero, mas também as desigualdades regionais que ampliam a exclusão de mulheres na produção científica. Para garantir uma equidade real, é essencial que o fomento à pesquisa e as iniciativas de inclusão de mulheres na ciência considerem esse viés regional. Criar políticas que incentivem a fixação de pesquisadoras em regiões menos privilegiadas, ampliar a infraestrutura acadêmica e descentralizar os recursos destinados à ciência são medidas fundamentais para combater esse cenário. A ciência deve ser democrática e acessível, permitindo que talentos femininos floresçam independentemente de sua localização geográfica.

Além disso, a relação entre diversidade e democracia na ciência é fundamental. Uma ciência democrática é aquela que envolve múltiplas vozes, garantindo que os problemas de diferentes grupos sociais sejam abordados e que os benefícios do avanço tecnológico e do conhecimento sejam distribuídos de maneira equitativa. Quando grupos historicamente marginalizados são excluídos da produção científica, perde-se uma oportunidade valiosa de construir uma ciência mais representativa e conectada com as necessidades da sociedade. Garantir essa diversidade exige o compromisso contínuo de instituições científicas, agências de fomento e das políticas públicas. É preciso avançar na implementação de editais inclusivos, na reformulação dos critérios de avaliação acadêmica e na construção de ambientes científicos mais acolhedores e livres de discriminação.

Diante dessa realidade, a **5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (5ª CNCTI)** consolidou debates fundamentais sobre a participação feminina na ciência, destacando a urgência de ações concretas para promover a equidade de gênero. Realizada no Rio de Janeiro em março de 2024, a conferência com a temática "Mais Meninas e Mulheres nas Ciências: por uma Agenda de Equidade e Interseccionalidade" foi um marco na ampliação do debate sobre a inclusão e a necessidade de garantir condições justas para a atuação das cientistas. A partir das discussões, diversas recomendações foram estabelecidas.

A conferência reforçou que essas recomendações precisam ser continuamente monitoradas e fortalecidas para garantir impactos reais e sustentáveis na inclusão das mulheres na ciência. A equidade de gênero na ciência não deve ser encarada apenas como uma demanda social, mas como uma estratégia fundamental para o avanço do conhecimento e da inovação. A diversidade de perspectivas e experiências amplia os horizontes da pesquisa, resultando em descobertas mais inclusivas e aplicáveis a diferentes realidades.

A ciência precisa de diversidade, de inclusão e de equidade. E, acima de tudo, precisa de futuras cientistas, que darão início a uma nova jornada de descobertas e conquistas.

O compromisso com a equidade de gênero deve ser contínuo, impulsionado por ações institucionais, financiamento adequado e, sobretudo, pelo reconhecimento e pela valorização das contribuições das mulheres e de outros grupos sub-representados para o avanço da ciência e da sociedade. Uma ciência diversa deve ser conquistada, pois a democracia consolida-se quando há participação plural e representativa em seus processos decisórios. Fortalecer a participação desses grupos, além de resultar em soluções mais abrangentes para os problemas sociais, também contribui para a construção de uma sociedade mais justa, transparente e progressista.

RECOMENDAÇÕES

1. **Diversificação de lideranças e comitês com políticas públicas inclusivas:** assegurar uma representação equilibrada de gênero e raça em comitês de avaliação e cargos de liderança, adotando critérios que favoreçam projetos liderados por grupos sub-representados. Implementar políticas que garantam equidade de gênero e diversidade em todas as etapas da carreira científica.

2. **Ambiente acadêmico seguro e proteção a denunciantes**: criar mecanismos eficazes de denúncia contra assédio e violência, assegurando suporte psicológico, afastamento preventivo de agressores e a formação obrigatória em diversidade para toda a comunidade acadêmica.
3. **Apoio à parentalidade e infraestrutura inclusiva**: oferecer suporte para mães cientistas e pais acadêmicos, por meio da criação de creches universitárias, flexibilização de prazos e ampliação de infraestrutura, como fraldários e acesso gratuito a restaurantes universitários para filhos de estudantes e servidores. Criar pró-reitorias voltadas à equidade de gênero, parentalidade e diversidade racial, além de ouvidorias especializadas.
4. **Desconstrução de estereótipos e formação de redes de apoio**: valorizar e dar visibilidade às mulheres na ciência por meio de campanhas e reconhecimento de suas contribuições. Incentivar a criação de redes de apoio e associações para mulheres e grupos sub-representados, promovendo troca de experiências, suporte mútuo e colaboração científica.
5. **Fomento e financiamento para inclusão**: assegurar orçamento para políticas de capacitação, campanhas de conscientização e apoio a minorias. Criar editais específicos para garantir a paridade na distribuição de recursos entre diferentes áreas científicas.
6. **Monitoramento de indicadores e avaliação da diversidade e inclusão**: implementar métricas e indicadores para monitorar a diversidade de gênero, raça e outros recortes sociais no ambiente acadêmico. Garantir transparência por meio de relatórios periódicos e criar mecanismos para avaliar o impacto das políticas de inclusão.
7. **Incentivo à produção científica inclusiva**: valorizar pesquisas que abordem temas como gênero, raça e desigualdade social, oferecendo incentivos para publicação e disseminação desses estudos.
8. **Capacitação e sensibilização contínuas**: promover campanhas permanentes de sensibilização sobre equidade, diversidade e inclusão. Implementar capacitações regulares para toda a comunidade acadêmica, abrangendo desde estudantes até gestores, para consolidar uma cultura institucional inclusiva.
9. **Participação em redes internacionais**: estimular a participação de instituições brasileiras em redes e iniciativas internacionais voltadas à promoção da diversidade na ciência, favorecendo o intercâmbio de boas práticas e colaborações globais.
10. **Infraestrutura inclusiva e acessível**: garantir que os espaços acadêmicos sejam acessíveis e acolhedores, com adaptações para pessoas com deficiência e suporte adequado às diversas necessidades da comunidade científica.

4 Recursos humanos e inclusão social

4.1 O grande poder da educação

A educação é a mais poderosa ação para a inclusão social, a equidade e redução da pobreza e, também, para o desenvolvimento social, ambiental, cultural e econômico. Por meio da educação, uma sociedade constrói o seu futuro. E é exatamente na educação que reside o maior desafio dos países pobres e em desenvolvimento. Segundo o *Relatório de Monitoramento Global da Educação* da Unesco, mais de 250 milhões de crianças e jovens não têm acesso à escola ao redor do mundo. Segundo estimativa da Unesco, nos países de baixa renda, 33% das crianças e dos jovens estão nessa situação, enquanto, nos países de renda alta, esse número é 3%.

Vê-se então que educação e desenvolvimento são fortemente interligados. Recursos naturais favorecem o desenvolvimento, mas, nos países que não promovem a educação de seu povo, essa vantagem comparativa em geral permanece como um potencial não realizado. Por outro lado, dois países muito pouco providos de recursos naturais conseguiram prosperar da pobreza para a riqueza com base em políticas intensas e persistentes de educação. O Japão fez isso com a Restauração Meiji, que ocorreu entre 1868 e 1912, e a Coreia do Sul a partir dos anos 1960, quando o país elegeu a educação como estratégia de desenvolvimento. Com a valorização da educação, a Coreia tem crescido muito rapidamente: Em 1963, o PIB *per capita* era US$ 100, em 2022 foi US$ 50.330. Esse foi um resultado extraordinário e emblemático: em duas gerações, a Coreia saiu da condição de país muito pobre à de país altamente desenvolvido, com alto padrão de vida e expectativa de vida de 84,14 anos, a sétima mais alta do mundo. É muito sugestivo de que a educação tenha sido um dos principais motores da prosperidade que vários países alcançaram desde a Revolução Industrial.

A 5ª CNCTI destacou a educação como pilar para um Brasil justo, sustentável e desenvolvido, com um olhar da ciência para a educação e da educação para ciência, desde o ensino fundamental até à pós-graduação, com uma sessão plenária e sessões paralelas, além de todo material gerado nas conferências prévias. É um tema transversal cujas recomendações são necessárias a todos os tópicos abordados na conferência nacional.

A educação é a mais poderosa ação para a inclusão social, a equidade e redução da pobreza e, também, para o desenvolvimento social, ambiental, cultural e econômico.

Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

4.2 Panorama da educação no Brasil

Apesar dos avanços recentes na educação básica, o Brasil ainda enfrenta desafios significativos no combate ao analfabetismo e ao analfabetismo funcional. Em 1950, aproximadamente 49% da população com 15 anos ou mais era analfabeta. Em 2000, essa taxa caiu para 13,6% e, em 2022, atingiu 7,0%, correspondendo a cerca de 11,4 milhões de pessoas com 15 anos ou mais que não sabiam ler ou escrever (IBGE). A projeção é que em 2030 ela seja 3,6%. No entanto, em consequência da baixa qualidade da educação fundamental no País, o número de analfabetos funcionais, ainda, é muito alto e tem decaído mais lentamente. Segundo o Indicador de Analfabetismo Funcional (Inaf), 9% dos brasileiros que concluíram os quatro primeiros anos do ensino fundamental são analfabetos funcionais. Esse é o tipo de situação que merece ação urgente, pois, após quatro anos de educação, a escola não tem sido capaz de dar a todas as crianças um alfabetismo consolidado.

A educação fundamental e média no Brasil enfrenta sérios desafios, resultando em um sistema que muitas vezes não desenvolve as capacidades e habilidades necessárias para a efetiva participação social e produtividade no trabalho, o que é suficiente para alcançar uma renda satisfatória e exercer profissões essenciais ao desenvolvimento do País. Os resultados do Brasil nos exames do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa) têm sido insatisfatórios, com avanços modestos ao longo do tempo. O País permanece abaixo da média dos membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), muito aquém dos países asiáticos e também atrás de nações latino-americanas, como Chile, Uruguai, Argentina e Colômbia.

Esses resultados são ainda mais frustrantes porque os investimentos do Brasil em educação não são baixos. A Tabela 1 mostra alguns dados comparativos sobre a educação. O Brasil investe 6,0% do PIB, fração praticamente igual à do investimento dos EUA (6,1%) e bem acima da investida pela Coreia do Sul (4,7%), pela China (3,6%), pelo Japão (3,4%) e por Cingapura (2,8%). Mas esses países asiáticos figuram sempre como os primeiros nas notas do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), enquanto o Brasil aparece bem ao final da classificação. Esses dados sugerem que o baixo desempenho na educação básica não é resultado apenas do nível de investimento, há outras questões que precisam ser entendidas e resolvidas.

A Tabela 1 também mostra que os salários dos professores são baixos, ficando frequentemente abaixo de dois salários mínimos para o Ensino Fundamental 1. Essa depreciação do professor dos anos iniciais afasta da profissão aqueles que são essenciais para cumprir o importantíssimo papel de dar a formação inicial para nossas crianças, exatamente a mais importante etapa da educação. Os cursos de licenciatura, que são bem numerosos, não conseguem preencher as vagas oferecidas, e a taxa de evasão neles é especialmente alta. É urgente garantir salários justos e atraentes aos professores de todo o ensino básico. Embora isso represente um dispêndio elevado, a questão precisa ser resolvida, pois é crucial.

É importante estabelecer uma política de financiamento, acompanhamento e controle social da educação, com ampliação do volume de recursos públicos de forma escalonada e que atinja o patamar de 10% do PIB para educação, até o final do decênio, como preconizado na recente Conferência Nacional de Educação (Conae). Apontou-se a meta de aumentar os valores da vinculação orçamentária da União de 18% para 25%. Os investimentos públicos em educação devem levar em conta as desigualdades de oportunidades entre famílias em distintos níveis de renda e nas várias regiões do País.

Tabela 1 – Alguns dados sobre a educação no Brasil e no mundo

Item	Mundo	Brasil	Avaliação comparativa
% do PIB gasto em educação[1]	1 - 8%	6%	compatível
Número de professores (todos os níveis)[2]	100 milhões	2,5 milhões	compatível
Estudantes por professor[2]	11 - 33	21	compatível
% de professores no ensino superior[2]	14%	14%	compatível
Salário anual inicial de professores (USD)[2]	1k - 68k	18k	baixo
Gasto por aluno (USD)[3]	10.510 (média OCDE)	2.981	baixo
% da população entre 25 e 34 anos com ensino superior[3]	10 - 70 (47,2 média OCDE)	22%	baixo
Índice de nível eduacional*,[4]	0,5 - 0,95	0,68	baixo
% estudantes com nível educacional mínimo[4]	35 -100	65	médio
% estudantes com nível educacional máximo[4]	0 - 80	3	baixo
Pontuação média em leitura no PISA[4]	250 - 650	410	médio
PIB per capta (USD)[5]	100 - 100k	10k	médio-baixo
Razão entre rendimento de trabalhadores (25 a 64 anos) com educação superior de graduação versus trabalhadores com ensino médio (base=1) 2021[3]	-1,5 maior (média OCDE)	2,5 maior	desigual

Fonte: *Um olhar sobre o ensino superior no Brasil*. ABC, nov. 2024. *

*Combina a média de anos de escolaridade dos adultos com os anos escolaridade esperados para alunos com menos de 25 anos, cada um recebendo ponderação de 50%.

[1] Unesco: via Word Bank.

[2] Unesco – Instituto for Statístics: dados referem-se ao total de professores de todos os níveis educacionais.

[3] OCDE.

[4] Altinok Argrist and Patrinos (2018). Maddison Project Dotabaco 2020 (Belt and Van Zanden, 2020).

[5] Word Bank.

A educação tem várias faces relevantes. A escola não é o único provedor de educação, toda a sociedade é envolvida no empreendimento. Na verdade, para que o sucesso seja diferenciado, é preciso que na sociedade se desenvolva a cultura da educação, o principal elemento do que Joel Mokyr chamou cultura do crescimento. De acordo com dados do Censo Demográfico, a escolaridade da mãe tem forte influência no nível de educação dos filhos. Mães com maior grau de instrução tendem a incentivar o estudo, oferecer um ambiente mais estimulante e ter melhores condições de apoiar o aprendizado. Nos países asiáticos, as famílias têm um papel muito importante na educação. Elas valorizam e participam pessoalmente para que os filhos alcancem boas notas na escola, condição necessária para entrar nas melhores universidades, o que lhes dará segurança de ter os melhores empregos. No caso brasileiro, os pais da maioria dos estudantes têm baixo nível de instrução e são, por isso, pouco capazes de lhes ensinar conteúdos escolares. Há que se considerar também que muitos estudantes da educação básica no Brasil não pretendem ou acham que não terão chance de entrar em uma boa universidade, o que faz com que as notas que estão obtendo lhes pareçam pouco relevantes.

Apesar do progresso alcançado nas últimas décadas, ainda temos de avançar muito para sanar graves problemas do nosso sistema de ensino superior. O maior deles é sua insuficiência. Os dados do Censo da Educação Superior de 2023 mostram que apenas 22% dos brasileiros entre 25 e 34 anos concluíram ou estão cursando o ensino superior. Isso é menos que a metade da média observada nos países da OCDE (47%). O Plano Nacional de Educação, formulado em 2014, tinha estabelecido a meta da Taxa Líquida de Escolarização (TLE) de 33% até 2024. Porém, o acesso da população de 18 a 24 anos à educação superior aumentou insuficientemente, passando de 19,5% em 2012 para 25,9% em 2023.

O setor público responde por 12% das instituições de ensino superior, situadas nos setores Federal (121 instituições), estadual (138) e municipal (57). As 316 instituições públicas estão divididas em universidades (116), Institutos Federais e Cefets (41), centros universitários (9) e faculdades isoladas (150).

Nos últimos 25 anos, o setor público de educação superior mostrou-se incapaz de atender uma demanda crescente, e o setor privado mostrou o maior crescimento, tendo recebido, ele também, volumes expressivos de financiamento público visando ampliar a oferta. Hoje, segundo o Inep, o sistema privado de educação superior responde por 79% das matrículas. Grande parte das instituições privadas de ensino superior tem fins lucrativos, e seu desempenho é inferior ao das instituições públicas nas avaliações de qualidade, como o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade). Com isso, a qualidade do ensino superior tem, em média, decrescido. Alguns dados quantitativos da educação superior pública e privada são mostrados na Tabela 2.

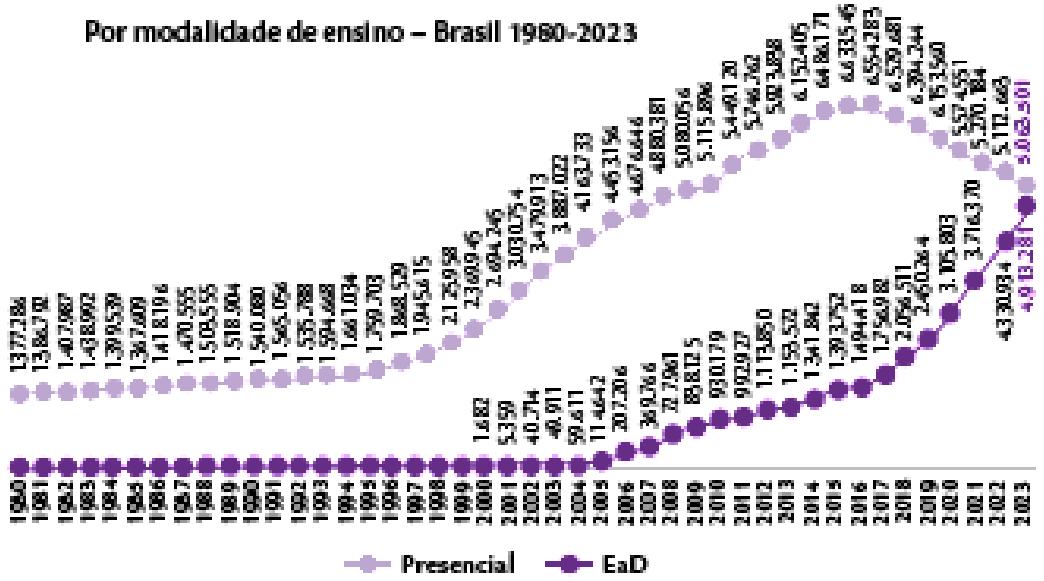
Tabela 2 – Dados sobre o ensino superior público e privado no Brasil

Item	Rede Pública	Rede Privada
Instituições de Ensino Superior (total 2.580)	316 (12%)	2.264 (88%)
Número de professores (2021)	173.373	151.425
Razão aluno-docente	11,9	51,9
Razão aluno-docente presencial	10,8	22,5
Razão aluno-docente EaD	33,2	168,3
Número de matrículas em cursos de graduação (2023)	2.069.130	7.907.652

Fonte: Inep/MEC, 2023.

Os dados do Inep também mostram uma acelerada migração do ensino superior para o sistema de ensino a distância (EaD), com 56,5% dos ingressantes optando pelo ensino nessa modalidade, que é majoritariamente oferecida pelo setor privado (Figura 4).

Figura 4 – Matrículas na educação superior de graduação



Fonte: Mec/Inep.

No ensino presencial, houve importante migração para o turno noturno, que em 2023 atendeu 2.735.442 matriculados (54% do total), enquanto no turno diurno houve 2.238.059 matrículas. O setor privado respondeu por 62% das matrículas no turno noturno.

A taxa de desistência acumulada (TDA) no ensino superior tem sido alta. Em 2022, a TDA para ingressantes em 2013 no ensino presencial totalizou 59% no setor privado e 52% no setor público.

4.3 A necessidade de diversificar as instituições públicas de ensino superior

Diante das dificuldades enfrentadas para criar um sistema de educação pública de ensino superior capaz de atender a demanda, o governo federal criou dois programas para facilitar o estudo de estudantes de baixa renda em instituições privadas. O Fundo de Financiamento Estudantil (Fies), criado em 1999, concede empréstimos para o pagamento das mensalidades, a serem pagas em parcelas após um ano e meio da formatura. O (Programa Universidade para Todos (Prouni), criado em 2004, oferece bolsas de estudo de 50% ou 100% da mensalidade do curso. Ambos os programas tiveram sucesso limitado. O Fies tem hoje uma taxa de inadimplência de mais de 50%, e o saldo devedor total é de R$ 114,2 bilhões. Ou seja, além do subsídio embutido nos juros baixos, o governo tem uma perda muito alta por inadimplência. E nenhum dos dois programas, que fomentaram parte da ampliação do sistema privado de educação superior, resultou em melhorias observadas no nível de educação que ele oferece.

Uma alternativa apresentada e debatida na 5ª CNCTI, é a criação de um novo sistema de educação superior complementar ao atual, formado por faculdades federais inteiramente dedicadas ao ensino. Atualmente, todo o sistema público de educação superior também realiza pesquisa. A chamada universidade de pesquisa, a educação é indissociável da pesquisa, e nesse ambiente em que o estudante se educa convivendo e colaborando com pesquisadores, a educação é reconhecidamente muito melhor. Mas esse sistema é também muito caro, por isso nenhum país conseguiu massificar sua educação superior usando apenas universidades de pesquisa.

As discussões recomendam a criação de faculdades federais que ofereçam cursos de graduação com duração entre 2 e 4 anos, e que preparem bem os estudantes para o mercado de trabalho. Essas faculdades não ofereceriam cursos de pós-graduação nem realizariam atividades de pesquisa. Nessas instituições, a maioria dos professores atuaria em regime de 20 horas semanais, o que contribuiria para a otimização dos recursos e para a oferta de uma formação de qualidade.

Com um sistema de faculdades federais, que os estados possivelmente reproduziriam localmente, o Brasil poderia expandir muito significativamente a oferta de matrículas em instituições públicas de educação terciária com custos realistas para o erário público. É preciso ter em mente a criação de milhões de novas matrículas, seguindo um calendário com metas preestabelecidas. Uma vez criadas as faculdades federais, programas como o Prouni e o Fies poderiam ser progressivamente descontinuados, de forma a destinar mais recursos do governo federal para educação terciária em instituições públicas e gratuitas.

A criação das faculdades federais, e eventualmente estaduais, deve levar em conta que as opções dos estudantes sobre sua educação podem mudar com o tempo, e que o egresso de uma faculdade pode querer continuar sua educação em uma universidade de pesquisa. Por isso, o sistema público de educação terciária deve ser bastante flexível para facilitar as mudanças dos projetos pessoais do estudante. As universidades de pesquisa deveriam ser abertas à entrada de egressos das faculdades para nelas realizar estudos de graduação plena e também de pós-graduação, com aceitação baseada no desempenho escolar e sem necessidade de exames de seleção.

4.4 Criação de centros de formação em áreas estratégicas

A pós-graduação formal brasileira foi pensada em 1968 para formar docentes para as universidades de pesquisa planejadas para o País, missão que cumpriu com extraordinário êxito. Naquele período, o Brasil contava com menos de mil pessoas com o título de doutor; atualmente, são mais de 200 mil, com cerca de 25 mil novos doutores formados por ano. Enquanto a produção científica era incipiente, hoje o Brasil ocupa a 13ª posição mundial em publicação de artigos científicos. No entanto, em grande parte por causa da missão que lhe foi atribuída, a universidade de pesquisa tornou-se muito acadêmica e deu atenção menor à pesquisa técnica e à formação de pesquisadores bem qualificados para a pesquisa tecnológica e inovação. Deu menos atenção ainda à colaboração com as empresas. O resultado foi que o Brasil amarga hoje a 49ª posição no Índice Global da Inovação, o que compromete muito sua capacidade de desenvolvimento social e econômico.

O projeto formulado em 1968 foi muito oportuno e adequado à necessidade na época, mas foi falho por não ter sido atualizado ao longo do tempo. Embora com bastante atraso, é necessária uma profunda reforma universitária que a qualifique para formar pessoas de alto nível com os mais diversos perfis, desde o poeta e o filósofo até o engenheiro pesquisador do mais alto nível e o cientista da computação capaz de contribuir para os avanços na inteligência artificial. Uma reforma desse tipo deve ser muito bem pensada, e sua discussão no meio universitário também é dificultada pelo perfil mais acadêmico dos docentes.

A criação de Centros de Formação em Áreas Estratégicas em universidades federais e estaduais foi outras das propostas emanadas da 5ª CNCTI. Esses centros, de caráter temporário e atuação multidisciplinar, seriam formados por docentes da universidade sede e de outras universidades, que atuariam nele em regime parcial ou integral. Os Centros teriam como objetivo programar e ministrar cursos, em níveis de graduação e pós-graduação, alinhados a projetos estruturantes de pesquisa e desenvolvimento, comprometidos a gerar produtos e *spin-offs* em áreas estratégicas, como: bioeconomia, agricultura e agronegócio, transição energética, saúde e bem-estar, transformação digital e inteligência artificial, materiais avançados e tecnologias quânticas.

4.5 Maior flexibilidade nas universidades brasileiras

As universidades brasileiras, em geral, têm sistemas muito rígidos na seleção de seus estudantes e nas grades curriculares. Já no ingresso, o estudante é obrigado a definir sua opção de curso, no qual ele terá desde o início formação especializada, e para mudar de curso na maioria das vezes ele tem de fazer outro exame vestibular. Para melhor atender aos interesses dos estudantes, além de formar pessoas mais qualificadas e com perfis mais diversificados, é importante flexibilizar todo o sistema. O estudante deveria concorrer para entrar em uma grande área, e só depois de um ciclo básico de 1,5 a 2 anos definir qual curso quer fazer. O preenchimento das vagas em cada curso específico de uma grande área seria feito com base no desempenho do estudante no ciclo básico.

Muitos dos melhores estudantes costumam desejar fazer dois cursos e obter dupla titulação, uma forma eficaz de obter formação multidisciplinar. As grades curriculares dos cursos devem ser flexíveis para que o estudante tenha mais liberdade de escolher sua própria trajetória de formação.

4.6 RECOMENDAÇÕES

1. **Capacitação em ciência e tecnologia**: fortalecer a integração entre ciência e educação, desde o ensino básico até a pós-graduação, promovendo políticas que conectem o conhecimento científico à prática educacional.
2. **Formação contínua**: implementar programas de formação contínua para professores e qualificação de pesquisadores e profissionais de CT&I, visando consolidar uma base sólida de conhecimento no País.
3. **Expansão do ensino público e combate à evasão**: recuperar a infraestrutura das instituições públicas e ampliar a EAD pública, promovendo a mobilidade entre as instituições.
4. **Inclusão profissional**: criar políticas públicas de formação profissional permanente, com foco em novas profissões e inovações tecnológicas, incluindo trabalhadores impactados por inovações.
5. **Qualificação profissional**: reformular currículos para promover a transdisciplinaridade, estimular a interação com indústrias inovadoras e incentivar a transição de pesquisadores para o setor empresarial.
6. **Capacitação em transformações tecnológica**s: capacitar profissionais para enfrentar desafios em reindustrialização sustentável, transformação digital e energética.
7. ***Deeptechs e startups***: incentivar a criação de deeptechs em áreas estratégicas, como biotecnologia, computação quântica, terapias gênicas e semicondutores, dentro de ecossistemas de inovação acadêmica, com ênfase na formação de recursos humanos altamente qualificados para atuar nessas frentes.
8. **Governança do Programa Espacial Brasileiro (PEB)**: implementar uma governança clara, separando atividades civis e militares para melhorar a gestão e eficiência do PEB, garantindo a capacitação de profissionais especializados na administração e execução do programa.
9. **Investir em autonomia tecnológica**: ampliar investimentos em programas que promovam a autonomia tecnológica, principalmente no setor espacial, com foco no desenvolvimento de competências nacionais e na formação contínua de especialistas.
10. **Fortalecer parcerias internacionais**: garantir a competitividade no setor espacial por meio de parcerias internacionais e da formação especializada de recursos humanos em áreas-chave, promovendo intercâmbios e capacitações estratégicas.
11. **Desenvolvimento e aplicação das tecnologias quânticas**: reconhecer as tecnologias quânticas como uma oportunidade estratégica e incentivar a formação de recursos humanos em computação, comunicação e sensoriamento quântico, ampliando a oferta de cursos e programas de especialização.

12. **Rede quântica nacional**: implementar a Rede Quântica Nacional, construindo laboratórios, modernizando a infraestrutura necessária e capacitando pesquisadores e técnicos para sua operação e desenvolvimento.
13. **Execução do Plano Brasileiro de Inteligência Artificial**: atualizar e implementar integralmente o Plano Brasileiro de IA, promovendo a formação de especialistas, a capacitação contínua de profissionais e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras na área.
14. **Criar um programa de gerenciamento e fomento à ciência de dados**: promover a articulação entre atores públicos e privados para a criação de um programa (ou plano) que gerencie a ciência de dados no País, incluindo a capacitação de profissionais e a criação de trilhas de formação em análise e gestão de dados.
15. **Inclusão e diversidade**: criar políticas para incluir grupos sub-representados em CT&I, assegurando oportunidades de capacitação e formação de recursos humanos qualificados para ampliar a diversidade no setor.
16. **Desenvolvimento sustentável**: focar em tecnologias para uma economia verde e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo a formação de especialistas em inovação sustentável e tecnologias limpas.
17. **Internacionalização**: expandir a cooperação internacional em pesquisa e inovação, com ênfase na capacitação de talentos brasileiros por meio de programas de intercâmbio, bolsas e formação avançada no exterior.

5 O papel social da ciência

5.1 O papel da ciência na redução das desigualdades

Desde a Revolução Industrial, a ciência e a tecnologia promoveram um desenvolvimento nunca antes visto, que trouxe também enorme crescimento populacional. Em 1800, a população humana atingiu a simbólica marca de 1 bilhão de pessoas, e em 2022 8 bilhões de pessoas já viviam no planeta. Esse crescimento foi causado por dois fatores. Primeiro, o crescimento tecnológico trouxe grande aumento na capacidade de produzir alimentos, e a teoria de Malthus de que a fome seria para sempre um invencível limitador da população caiu por terra. Segundo, a medicina e as técnicas sanitárias reduziram drasticamente a mortalidade infantil, e aumentaram a longevidade humana. Em 1800, nos países europeus, onde ocorria a revolução industrial, a expectativa de vida era cerca de 35 anos, e em nenhum país do mundo ela superava 40 anos. Hoje, a expectativa de vida no mundo é em média 75,5 anos. No Brasil ela é 76,4 anos e em muitos países ela é superior a 80 anos. Na África, o continente mais pobre, a expectativa de vida já é 56 anos.

As vacinas, até hoje o maior redutor de mortes, são também um grande redutor de desigualdades, pois atendem, de forma mais equitativa, tanto aos pobres quanto aos ricos. Lamentavelmente, nos últimos 25 anos propagou-se uma campanha antivacina, baseada na desinformação, com consequências trágicas que se tornaram mais evidentes na pandemia da covid-19. É urgente desmascarar essa desinformação, ainda mais porque o mundo moderno, com a aglomeração humana em grandes cidades e o rápido trânsito de pessoas de um ao outro lado do mundo, tornou-se um ambiente muito favorável ao surgimento de pandemias. É importante intensificar as campanhas nacionais de vacinação e continuar o fomento ao desenvolvimento das vacinas mais avançadas que estão aparecendo. É importante destacar que quase todas elas foram desenvolvidas com dinheiro público.

As vacinas, até hoje o maior redutor de mortes, são também um grande redutor de desigualdades, pois atendem mais igualmente os pobres e os ricos.

Foto: Rodrigo Cabral (Ascom/MCTI).

Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

Foto: Divulgação (CGEE).

Foto: Divulgação (CGEE).

Foto: Carol Castanho (Ascom/MCTI).

Etapas Regionais 5ª CNCTI

Com a conscientização da sociedade sobre a desigualdade humana, hoje se afirma seu crescimento, mas isso é o oposto da verdade. Em 1800, cerca de 90% das pessoas eram muito pobres e analfabetas. Hoje a situação é bem melhor. Segundo a Unesco, em 2021 o analfabetismo atingia 14% das pessoas, e segundo a ONU há hoje no mundo 1,1 bilhão de pessoas (cerca de 14% da população global) em situação de pobreza. Esses fatos são vistos como inaceitáveis porque contrastam com a

grande riqueza de muitos, e é possível abolir a pobreza e o analfabetismo no prazo de uma geração. Outro tempo, outra moralidade.

O papel social da ciência foi um dos destaques da 5ª CNCTI por meio das conferências livres, cujos resultados culminaram na elaboração do e-book *Participação Social nos eventos preparatórios da 5ª CNCTI*, além de outras iniciativas descritas no Livro Lilás que traz o relatório da etapa nacional da 5ª CNCTI.

5.2 Sem a atuação do Estado, a inovação gera desigualdade

A inovação gera grande prosperidade. Mas, como discutido na 5ª CNCTI, as pessoas mais capazes de usar a inovação tiram muito mais proveito dela. Isso tem se tornado cada vez mais evidente desde os anos 1980, quando as tecnologias digitais começaram a avançar mais rapidamente. Os menos preparados para viver no ambiente de rápida transformação são deixados para trás, e suas rendas aumentam muito menos do que a renda média. Isso vem acontecendo principalmente nos EUA, o país mais inovador do mundo, mas também o único país altamente desenvolvido onde não se desenvolveu o Estado de Bem-Estar Social (Ebes). O Ebes é a prática da ideia de que o Estado tem de atuar para distribuir renda por meio de benefícios diversos oferecidos à população menos favorecida.

Por trazer prosperidade econômica, a inovação aumenta a receita dos Estados e amplia a capacidade financeira para implementar serviços públicos, além de viabilizar um verdadeiro Estado de bem-estar social, capaz de assegurar uma vida digna a todos, condizente com o desenvolvimento do país. Ninguém pode ser deixado para trás, todos merecem e têm o direito de usufruir da prosperidade que a sociedade, com o uso da CT&I, pode construir.

5.3 A diferença é importante e enriquecedora

Nesse contexto, surge também uma nova questão ética: o papel da ciência na redução das desigualdades. Para isso, é preciso distinguir os conceitos de desigualdade, diversidade e diferença. Embora esses termos se refiram a questões semelhantes, eles são distintos. A diversidade, especialmente na gestão pública e na política contemporânea, representa o reconhecimento de que há diferenças que enriquecem a sociedade e devem ser respeitadas. Nosso tempo substitui a ideia de um padrão de ser humano – como o homem branco, ocidental, rico, cristão e heteronormativo – por múltiplos e distintos padrões, que valorizam também igualmente diferentes cores, riquezas, religiões e valores. A diversidade está, portanto, ligada a uma ideia muito forte de riqueza cultural e humana. Ela gera também uma ideia ampliada de humanidade.

A igualdade não implica a eliminação das diferenças entre as pessoas, mas sim o reconhecimento de que todos têm o direito de serem diferentes. Isso significa que igualdade não é sinônimo de identidade. Ao contrário, o verdadeiro desafio está em garantir que, por meio dos direitos, possamos ser diferentes e ainda assim respeitados. Somos iguais, não somos idênticos. O medo de reconhecer esse direito à diferença nos impede de viver plenamente nossa diversidade, pois a igualdade real consiste em assegurar que todos possam ser diferentes entre si, sem tentar homogeneizar ou padronizar. Igualdade de direitos é, em suma, o direito à diferença.

A diversidade a ser buscada é a coexistência harmoniosa e a valorização das diferenças. Ela rompe com antigos padrões, como apontado assim e imposto em escala mundial. Embora envolva um processo complexo e desafiador, a aceitação e a valorização da diversidade são essenciais para uma sociedade mais justa, pois reflete a pluralidade que constitui a população mundial.

Já a desigualdade é uma diferença de natureza econômica e social que se manifesta na distribuição desigual de recursos e oportunidades. Em uma sociedade desigual, pessoas com mais recursos desfrutam de privilégios, que são vantagens exclusivas, diferentes dos direitos, que são potencialmente universais. A noção de privilégio tem origem na ideia de lei privada, ou seja, algo que beneficia apenas um indivíduo ou grupo específico, enquanto os direitos são pensados para serem acessíveis a todos. Ainda que existam alguns direitos específicos para determinados grupos, como crianças ou mulheres, devem ser universalizáveis no interior deles e precisam estar baseados em uma ideia universal de justiça.

A solução para a desigualdade social no Brasil requer políticas públicas eficazes e um envolvimento científico que possa orientar as melhores práticas e ações. A ciência pode contribuir com dados, estudos e propostas que ajudem a formular soluções mais justas e sustentáveis, promovendo a inclusão e a redução da desigualdade de forma estruturada e duradoura. A ciência pode contribuir significativamente para a redução das desigualdades sociais de várias maneiras. Uma estratégia relevante no Brasil é a política de cotas, que amplia o acesso ao ensino superior e à produção científica para grupos historicamente excluídos.

Além das necessidades básicas, há outra dimensão da existência humana que precisa ser considerada: o sentido da vida. Nossa espécie é provavelmente a única a formular essa pergunta. Tal dimensão envolve cultura e prazer, aspectos que transcendem a simples sobrevivência e contribuem para a felicidade e realização pessoal. Em termos filosóficos, essa ideia se alinha à visão de que a humanidade deve ultrapassar o reino da necessidade para entrar no reino da liberdade.

A Unesco promoveu estudos que refutavam doutrinas racistas, buscando fortalecer a ideia de unidade da humanidade. Essa reflexão aprimorou a relação entre ética e ciência, e demonstrou que,, por mais que a ciência se reivindique autônoma, não está isenta de influências políticas e interesses

de poder. Por isso, é essencial que ela se abra à sociedade, produzindo e promovendo o conhecimento de forma democrática e inclusiva, com o acompanhamento de instituições públicas, associações científicas, movimentos sociais e outras instâncias democráticas.

A produção científica, quando produzida exclusivamente em laboratórios e gabinetes fechados, pode gerar impactos perigosos. Uma ciência democrática deve aliar-se à cidadania e à participação popular, promovendo práticas que priorizem as necessidades coletivas. Nesse contexto, emerge a Ciência Cidadã (CC), como uma das respostas às limitações da ciência moderna e como parte do esforço para restaurar a confiança entre a ciência e a sociedade. A CC integra o movimento pela Ciência Aberta, tema do capítulo 14. Ela emerge em um cenário de crise nas instituições democráticas, em que também a ciência se torna alvo de questionamentos. Por isso, engajar a sociedade na produção e análise de conhecimento, promovendo a democratização e a acessibilidade da ciência é também uma forma de proteger a legitimidade da ciência.

As iniciativas de CC são acompanhadas de formas diversificadas de acompanhamento e monitoramento. É por meio do monitoramento que os resultados e impactos das experiências realizadas são avaliados, principalmente, em relação ao cumprimento do objetivo central dessa vertente científica, a saber, o trabalho conjunto entre cientistas e não cientistas. Um trabalho que vai além da efetivação de parcerias, pois visa construir uma Ciência Aberta ao público que contribua para a construção de uma sociedade justa, de uma educação de qualidade, que visa à preservação da biodiversidade e à superação das desigualdades.

O grande desafio da CC é trazer o público para o centro da produção científica, de onde foi historicamente excluído. Nesse sentido, toda e qualquer iniciativa de CC implica um compromisso com a promoção da vida, da saúde, da educação e da inclusão. Ao se comprometer com a vida com direitos, articulando-se com os valores democráticos desse século, podemos dizer que faz parte dessa vertente a produção de um conhecimento científico que ajude a sociedade a combater persistentes fenômenos perversos, tais como, o racismo, o machismo, a homofobia, o capacitismo e outras formas de discriminação.

Essa vertente da ciência reconhece a diversidade como um recurso essencial para a produção científica. Ao nos tornar seus praticantes, não há como deixar de demandar uma ciência que proporcione maior inclusão de mulheres, de pessoas negras, indígenas, com deficiência, trans e de outros coletivos sociais historicamente excluídos do processo científico.

Por fim, ao abrir-se ao público, a CC valoriza os conhecimentos produzidos pelas experiências de vida dos sujeitos com os quais dialoga. Com isso, ela aprende que a ciência moderna não é a única forma de conhecer. Há conhecimentos produzidos pelos diversos coletivos e sujeitos da sociedade que podem dialogar, indagar e tensionar a própria ciência, ajudando-a a emancipar-se. Participação

e comunicação, um dos eixos das práticas de CC, implicam reconhecer, valorizar e incorporar outras perspectivas de conhecimento, reconhecendo que, sem essa valorização, nem a ciência nem a sociedade alcançam uma verdadeira emancipação.

5.4 RECOMENDAÇÕES

1. **Fomento à economia solidária e inclusão social**: criar políticas públicas integradas para fomentar a economia solidária, com foco em cooperativas e redes de produção, e estabelecer editais contínuos para apoiar iniciativas nesse campo.
2. **Desenvolvimento de tecnologias assistivas**: criar um sistema nacional para desenvolvimento e distribuição de tecnologias assistivas e programas de financiamento específicos para projetos nesse setor, garantindo acessibilidade a todos, especialmente em regiões vulneráveis.
3. **Fortalecimento da agroecologia e agricultura familiar**: criar uma plataforma de CT&I voltada à agroecologia, fortalecer pesquisas com comunidades indígenas e tradicionais, promover a agricultura familiar com inovações adaptadas, e criar uma rede de extensão rural.
4. **Promoção da Equidade e Diversidade na Ciência**: incluir mulheres, negros, indígenas e outros grupos marginalizados nas políticas de pesquisa, implementar cotas raciais e de gênero, criar comitês de equidade de gênero e apoiar a parentalidade nas ciências.
5. **Fomento à pesquisa aplicada em tecnologias sociais**: incentivar parcerias entre universidades, centros de pesquisa e organizações sociais para desenvolvimento de tecnologias inovadoras que atendam às necessidades locais.
6. **Capacitação e formação de capacidades locais**: promover programas de capacitação contínua para líderes comunitários e empreendedores sociais, com foco em gestão, sustentabilidade e uso de tecnologias sociais.
7. **Fortalecimento de redes e parcerias locais**: incentivar a criação de redes de colaboração entre diferentes atores locais, como organizações não governamentais (ONG), cooperativas, governos e empresas, para promover soluções inovadoras que atendam a demandas sociais e ambientais.
8. **Inclusão digital e acesso a tecnologias**: promover políticas públicas que ampliem o acesso a tecnologias digitais nas comunidades mais vulneráveis, assegurando que as tecnologias sociais também sejam acessíveis a todos.
9. **Incentivo à sustentabilidade financeira das iniciativas**: estimular a criação de modelos financeiros sustentáveis para as iniciativas de inovação social, incluindo fundos sociais, microcrédito e parcerias com o setor privado.

6 Descentralização e regionalização das políticas de CT&I

6.1 O contexto

A descentralização das políticas públicas de CT&I é recente no Brasil, e começa a ganhar corpo nos primeiros anos deste século. A concentração histórica de recursos, pessoal especializado e infraestrutura em regiões consideradas centrais do ponto de vista econômico, como o Sul e o Sudeste, acabou provocando fuga de cérebros das regiões mais pobres (especialmente o Norte e o Nordeste) em busca de formação e melhores condições para a realização de suas carreiras acadêmicas. Esse movimento acentuou as desigualdades regionais, afetando também o setor de CT&I.

Mapa 2 – Disparidades regionais

Fonte: CDT (UnB).

Como sinalizam vários estudos, embora as desigualdades regionais no Brasil tenham sido objeto de discussão desde meados dos anos 1950, o debate sobre a distribuição geográfica das atividades de CT&I recebeu pouca atenção de grande parte dos autores que trataram do tema.

Como sinalizam vários estudos, embora as desigualdades regionais no Brasil tenham sido objeto de discussão desde meados dos anos 1950, o debate sobre a distribuição geográfica das atividades de CT&I recebeu pouca atenção de grande parte dos autores que trataram do tema. As proposições de políticas de desenvolvimento regional, até meados dos anos 1970, desconsideravam as contribuições que poderiam advir do investimento em CT&I e de sua apropriação social, e enfatizavam apenas a concessão de vantagens fiscais e financeiras para a atração e fixação de investimentos nas regiões periféricas. Isso é o que mostra, por exemplo, o estudo do Ipea, realizado por Luiz Ricardo Cavalcante e publicado em 2011.

A descentralização dos investimentos em CT&I só entrou, de fato, na agenda nacional a partir do final dos anos 1990, conforme sinalizado nos capítulos 3 e 4. E trazia quatro grandes desafios: o dispêndio de recursos para a formação de pessoal especializado não apenas para o ensino superior, mas também para a pesquisa fora do eixo Sul-Sudeste; a instalação, nas diferentes regiões, de uma rede qualificada de infraestrutura de base tecnocientífica que atendesse às demandas da cadeia do conhecimento; a apropriação pela sociedade e, sobretudo, pelas empresas privadas, das tecnologias e inovações produzidas nas universidades públicas; a contribuição efetiva da CT&I para o desenvolvimento regional.

No começo deste século, vários pesquisadores se debruçaram sobre o tema das desigualdades regionais em CT&I e evidenciaram, pelo menos, três consensos importantes: 1) investimentos em CT&I podem, sim, promover desenvolvimento econômico e social e contribuir para reduzir as assimetrias regionais; porém, a relação CT&I e desenvolvimento não é uma relação direta nem linear; 2) a correção de rumos, por outro lado, não pode ser feita seguindo o modelo tradicional das políticas públicas *top down*, que privilegiem estratégias unidirecionais, sem a participação dos atores envolvidos no processo, como a comunidade de pesquisa; e 3) as soluções devem considerar, em primeiro plano, as especificidades dos problemas e os desafios de cada região e, portanto, não poderiam ser universalistas.

Outros estudos apontaram, também, a relevância de três temáticas emergentes: 1) a importância da CT&I para desenvolvimento socioeconômico de cidades, regiões e nações; 2) o papel dos governos nos investimentos para a CT&I; e 3) a crescente relevância das cidades como centros de economia do conhecimento, e concluíram que: a) a mobilização dos governos em torno de políticas públicas em CT&I continua sendo crucial para o desenvolvimento de empresas e sistemas empresariais de base tecnológica; b) os municípios mostram capacidade de criar políticas públicas de CT&I, como marcos regulatórios, estruturas organizacionais, mecanismos de incentivo e sistemas de governança; c) a descentralização via municípios pode melhorar a capilaridade e a eficácia de programas nacionais, fortalecendo sistemas regionais de inovação e complementando políticas federais de CT&I; d) os municípios são entes federados plenos que têm poder político e econômico para influir e promover ajustes nas políticas públicas federais de CT&I.

A institucionalização das políticas de CT&I no Brasil, que tem como marco a criação do CNPq e da Capes, em 1951, registra, entre outras ações consideradas estratégicas ao desenvolvimento do País, os Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT I, II e III) na década de 1970; a criação do Ministério de Ciência e Tecnologia em 1985; a criação dos fundos setoriais em 1999, e a consolidação das CNCTI a partir dos anos 2000. Entretanto, é importante destacar que os resultados produzidos por tais políticas têm sido objeto de discussões. Apesar disso, mesmo com a crescente relevância atribuída às políticas de CT&I em escala nacional, o que se observa é que tais políticas só muito recentemente começaram a fazer parte dos debates sobre desenvolvimento regional.

Documentos produzidos pelo governo federal para justificar a nova Política de Desenvolvimento Regional, a nova base do processo de reindustrialização do País, chamada de neoindustrialização, tema do capítulo 13, e a nova Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação, são unânimes em pelo menos quatro constatações: 1) há associação entre as atividades de CT&I e o desenvolvimento econômico, social, cultural e ambiental nas diferentes regiões brasileiras; 2) existem elevados níveis de desigualdades regionais também em CT&I no Brasil; 3) é impossível pensar o desenvolvimento regional/territorial, e nem mesmo a nova política de industrialização, sem considerar as contribuições efetivas da produção tecnocientífica do País; e 4) o caminho para uma sociedade mais justa, democrática e ambientalmente sustentável também passa pelo apoio ao desenvolvimento científico, tecnológico e, sobretudo, pela inovação.

A realidade brasileira desafia governos, sociedade, empresas e academia. Ela é complexa e necessitava de olhares múltiplos e perspectivas plurais. Os consensos supramencionados continuam válidos. As desigualdades sociais, mencionadas no capítulo 6, e as assimetrias regionais foram discutidas exaustivamente, tanto no processo de preparação desta CNCTI, quanto durante a 5ª CNCTI. Hoje, no Brasil, a renda dos 10% mais ricos é 14 vezes maior que a renda dos 40% mais pobres. Não menos que 63% da riqueza do País está nas mãos de 1% da população, enquanto os 50% mais

pobres detêm apenas 2% desse patrimônio. Há também uma enorme desigualdade econômica entre as regiões brasileiras. Enquanto Sul e Sudeste detêm 69,5% do PIB nacional, as demais regiões detêm 30,5% (Norte 5,9%, Centro-Oeste 10,2%, Nordeste 14,4%), mesmo ocupando 82,37% do território brasileiro e tendo mais de 40% da sua população. Essas regiões também apresentam índices elevados de pessoas em situação de extrema pobreza. As regiões Norte e Nordeste registram mais de 60% da população brasileira em situação de extrema pobreza.

A percepção de que há uma associação entre as atividades de CT&I e o desenvolvimento econômico e social tem levado, ao longo das últimas décadas, a ênfase crescente na questão nos debates da agenda de políticas públicas. Como já sinalizado, as desigualdades em CT&I também são significativas e seguem a mesma lógica de distribuição espacial das riquezas. Embora mais recentes, algumas políticas como a interiorização do ensino superior, a ampliação do fomento à pesquisa, com cotas diferenciadas para as regiões periféricas, a melhoria da infraestrutura e a aprovação da Lei de Inovação, são sinais de mudanças. Os resultados sinalizam a continuidade do que está dando certo, a revisão urgente do que não prosperou e, mais do que nunca, trazem esperanças de que as recomendações deste livro sejam observadas e colocadas em prática.

6.2 Desafios e propostas

O tema da concentração-desconcentração das políticas de CT&I tem sido recorrente como urgência estratégica em documentos, estudos e planejamento estratégico de governos, da sociedade civil, da comunidade científica e de entidades empresariais. Desde a primeira 1ª CNCTI, ele se faz presente de forma incisiva. Perpassa todos os eixos temáticos e tem oferecido, de forma clara, pelo menos três grandes contribuições para os tomadores de decisão: uma leitura crítica da realidade das políticas de CT&I nas regiões e seus impactos; uma reflexão pontual dos principais desafios; e, sobretudo, proposições claras para o enfrentamento desses desafios. Não foi diferente na 5ª CNCTI.

A articulação nacional em torno do tema da 5ª CNCTI é digna de nota pelos resultados. Desde as conferências municipais, passando pelas estaduais, regionais, temáticas, conferências livres e até a Conferência Nacional, o Brasil se mobilizou para pensar em: a recuperação, expansão e consolidação do SNCTI; a reindustrialização em novas bases e o apoio à inovação nas empresas; o lugar da ciência, tecnologia e inovação em programas e projetos estratégicos nacionais; e a contribuição da CT&I para o desenvolvimento social.

Considerando, de forma específica, a questão da descentralização das Políticas de CT&I nos documentos síntese da 5ª CNCTI, destacam-se dois tipos de contribuições para o planejamento e execução de políticas para enfrentamento dos desafios provocados pelo tema da conferência: *Para um*

Brasil justo, sustentável e desenvolvido. A primeira contribuição vem da leitura atenta das conferências regionais sobre os desafios. Não são poucos, como podem ser acessados no e-book *sínteses das Conferências Regionais e Reuniões Temáticas*. Alguns, como as desigualdades estruturais, que perpassam todas as regiões, são históricos; outros são específicos de cada região – o que já sinaliza contra as políticas universalizantes, que adotam o mesmo remédio para doenças diferentes; e, por fim, desafios novos e emergentes decorrentes de fatores como as mudanças climáticas.

O segundo tipo de contribuição diz respeito a proposições que se destacam em pelo menos três aspectos: 1) a relevância das políticas e ações propostas para o desenvolvimento sustentável das regiões; 2) a preocupação com a integração das políticas de CT&I com outras políticas críticas para o desenvolvimento regional e do País; e 3) a preocupação com a apropriação social da produção tecnocientífica pela sociedade, pelas empresas e pelos governos municipais, estadual e federal. Há, também, uma atenção específica para o lugar dos ICT nas políticas de desenvolvimento. A seguir, será apresentada uma síntese dos desafios indicados pelas regiões e, na sequência, o apontamento de algumas contribuições relacionadas à superação dos desafios.

Entre os desafios apontados pela região Nordeste destacam-se: investimento insuficiente (falta de recursos para modernização e inovação); integração limitada (necessidade de maior colaboração entre ICT e setor empresarial); e desigualdades sociais (barreiras significativas para a inclusão digital e científica). Já na região Norte destacam-se como desafios: o custo Amazônia (despesas elevadas para operações e manutenção de infraestrutura); infraestrutura inadequada (necessidade de melhorias significativas em instalações de pesquisa); e inclusão de comunidades tradicionais (desafios na integração de conhecimentos tradicionais às políticas de CT&I).

Ao olhar para o Centro-Oeste, os desafios também se aproximam dos elencados pelas regiões Norte e Nordeste: infraestrutura insuficiente (necessidade de modernizar as instalações de pesquisa); desigualdade regional (disparidades significativas entre áreas urbanas e rurais); e retenção de talentos (dificuldade em manter profissionais qualificados na região). Na região Sul, as desigualdades regionais também se repetem (disparidades significativas entre áreas desenvolvidas e menos desenvolvidas), assim como a questão da infraestrutura insuficiente para pesquisa e a inclusão digital. A região Sudeste apresentou como desafios a desigualdade de acesso (barreiras no acesso equitativo a recursos e oportunidades); a integração limitada (falta de coordenação eficiente entre diferentes atores do ecossistema de inovação); e desafios econômicos (necessidade de financiamento contínuo para sustentar iniciativas de CT&I).

Quanto às proposições, como sinalizado acima, elas também se diferenciam entre as regiões. Abaixo estão sintetizadas as contribuições feitas no contexto dos quatro grandes eixos da 5ª CNCTI, que se relacionam diretamente com o tema deste capítulo. Assim, a região Sudeste propõe, por exemplo, políticas de propriedade intelectual, apoio a *startups* e a incubadoras, e fortalecimento

e criação de novas instituições científicas e tecnológicas. Além disso, recomenda: o aumento dos investimentos em saúde, defesa, transição energética e tecnologias de baixo carbono; diretrizes para o desenvolvimento responsável e ético da inteligência artificial; soluções tecnológicas para a produção agrícola familiar e a preservação de recursos hídricos e da biodiversidade.

A região Norte propõe, além da regulamentação da bioeconomia, editais de fomento que considerem as particularidades regionais e promovam a participação de comunidades tradicionais, a articulação regional e melhorem a infraestrutura de pesquisa. Recomenda, ainda, políticas de CT&I que contemplem a equidade de gênero e raça, e a inclusão de povos e comunidades tradicionais (PCT); a integração do conhecimento tradicional no processo de pesquisa e inovação; e a ampliação do acesso ao conhecimento científico, por meio de políticas de popularização da ciência e iniciativas comunitárias. A inclusão dos PCT e a integração do seu conhecimento com a ciência acadêmica são tratadas no capítulo 8: Integração com ciências dos povos e comunidades tradicionais.

A região Sul defende a revisão do SNCTI, para inserir novos atores, como os institutos privados de P&D; parcerias público-privadas que assegurem fluxo contínuo de recursos para CT&I; a criação de ambientes de inovação que incentivem a colaboração e a transferência de tecnologia entre academia e indústria; e incentivos fiscais e programas de apoio à exportação, para promover a internacionalização e a competitividade das empresas brasileiras. Além disso, recomenda arranjos produtivos regionais que integrem capacidades locais de P&D; a integração das políticas de CT&I com os objetivos estratégicos nacionais, como o fortalecimento da capacidade do Brasil de enfrentar desafios globais; um plano integrado de resposta climática e resiliência; e a inclusão social por meio da democratização do acesso, garantindo que todos os segmentos da sociedade se beneficiem dos avanços em CT&I.

Para a região Centro-Oeste as prioridades são: o incremento dos investimentos em educação e pesquisa; a revisão da Emenda Constitucional 95, que limita o orçamento das universidades federais; políticas que fortaleçam a inclusão e a soberania digital; práticas de economia verde e sustentabilidade ambiental. A região recomenda, ainda, políticas de inovação aberta, alinhamento da educação com as demandas da nova economia; uso dos recursos naturais para a promoção do desenvolvimento regional com base em bioeconomia, energias renováveis e tecnologias limpas; o incentivo ao desenvolvimento tecnológico em áreas estratégicas como segurança alimentar, saúde, energia sustentável e defesa.

As propostas do Nordeste passam pela modernização da infraestrutura de pesquisa e inovação; editais e programas que incentivem a colaboração entre ICT e empresas; programas de capacitação para pesquisadores e profissionais de ICT em regiões carentes; a criação de complexos industriais tecnológicos em áreas estratégicas; programas específicos para apoiar o surgimento e crescimento de *startups* e que aumentem a autonomia tecnológica do País em setores estratégicos. Na região,

recomenda-se, ainda, o apoio a projetos de grande escala, como infraestruturas científicas e colaborações internacionais, para impulsionar a CT&I nacional; e o fomento ao desenvolvimento e à aplicação de tecnologias disruptivas (biotecnologia e inteligência artificial), para enfrentar desafios complexos e promover a inovação. Defende, também, Centros populares de CT&I; programas de alfabetização científica desde a educação básica, a consolidação de museus interativos de ciência, e políticas que contemplem a inclusão de grupos vulneráveis nas ações de CT&I, promovendo a equidade e valorizando os saberes tradicionais.

Como supramencionado e destacado, os desafios não são poucos. Como amplamente destacado ao longo da 5ª CNCTI, a redução das assimetrias regionais na produção e no acesso à CT&I passa, primeiro, pela escuta das muitas vozes que se manifestaram, tanto nas conferências livres, quanto nas conferências municipais, estaduais, regionais e, principalmente, na nacional. Em segundo lugar, as contribuições registradas neste documento clamam por uma política de CT&I que seja democrática, inclusiva e não universalizante. As conferências sugeriram fortemente a descentralização dos recursos federais destinados à pesquisa, à tecnologia e à inovação, de modo a promover um desenvolvimento mais equilibrado e inclusivo em todas as regiões do País. As conferências livres também destacaram a necessidade de um esforço concentrado para melhorar a capacitação de recursos humanos, modernizar a infraestrutura de pesquisa, integrar ações governamentais, reduzir desigualdades regionais e fomentar a inovação e o empreendedorismo. Essas iniciativas podem fortalecer o SNCTI e garantir que o Brasil esteja bem-preparado para enfrentar os desafios futuros e aproveitar as oportunidades de desenvolvimento sustentável e inclusivo.

6.3 RECOMENDAÇÕES

1. **CT&I para redução das desigualdades regionais e sociais**: utilizar CT&I como ferramenta para enfrentar as desigualdades sociais e regionais no Brasil, com foco em iniciativas de inovação social, descentralização estratégica de recursos e monitoramento, e investimentos em infraestrutura científica e formação de pesquisadores em regiões menos favorecidas.
2. **Sistemas de desenvolvimento de territórios inovadores**: criar e consolidar sistemas territoriais de inovação em diferentes escalas, promovendo a integração entre empresas, governo, universidades, centros de pesquisa e sociedade civil. A descentralização da base técnico-científica deve ser priorizada, adaptando-a às necessidades regionais e impulsionando o desenvolvimento local.
3. **Promoção de um desenvolvimento regional equilibrado**: estimular um desenvolvimento mais inclusivo e equilibrado, com ações para qualificar a educação e expandir universidades e institutos federais, alinhados a políticas de inovação e desenvolvimento regional, fomentando ambientes de colaboração no contexto da quádrupla hélice.
4. **Fortalecimento de ecossistemas regionais de inovação**: apoiar a criação de hubs de inovação e parcerias regionais que favoreçam o desenvolvimento local de tecnologia, empreendedorismo e novas soluções baseadas em contextos regionais específicos.
5. **Incentivo a políticas públicas regionais**: criar e implementar políticas públicas que estimulem a adoção de soluções de CT&I adaptadas às necessidades específicas de cada região, considerando aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais locais.
6. **Promoção de políticas de mobilidade regional**: estimular a mobilidade de cientistas, pesquisadores e empreendedores entre regiões, promovendo a troca de conhecimentos e experiências que possam acelerar o desenvolvimento local e aumentar a coesão nacional.
7. **Apoio a setores produtivos regionais através da CT&I**: fomentar a aplicação de CT&I nos setores produtivos-chave de cada região (ex.: agronegócio, turismo, energia renovável), adaptando as tecnologias às especificidades locais e incentivando a sustentabilidade e inovação nos processos produtivos.
8. **Envolvimento das comunidades locais na definição de políticas de CT&I**: garantir que as comunidades locais e seus representantes participem ativamente da definição e implementação das políticas de CT&I, assegurando que as iniciativas atendam às suas reais necessidades e favoreçam a inclusão social e econômica.
9. **Proteger os recursos naturais e as fronteiras nacionais**: implementar políticas eficazes de fiscalização e combate a crimes ambientais, como a biopirataria, garantindo a preservação ambiental e a segurança das fronteiras nacionais.

PARTE III

CT&I para um Brasil sustentável

Foto: Adobe Stock.

7 Integração com saberes tradicionais e comunitários

7.1 A sociodiversidade é um ativo que precisa ser explorado

O Brasil é um País muito bio e sociodiverso, e a preservação de nossos biomas requer a integração das sociedades, com culturas distintas, que os habitam. Isso é especialmente válido no caso da Amazônia. Por muitos milhares de anos, a Amazônia tem sido habitada por povos indígenas, que hoje formam inúmeras culturas. Esses povos têm um rico conhecimento do comportamento da natureza local e sabem como tirar proveito dela sem danificá-la. Na verdade, aprenderam a melhorá-la.

Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

Regional de Manaus – 5ª CNCTI

A singular abundância de árvores frutíferas na floresta amazônica e a qualidade de seus frutos sempre chamaram a atenção dos naturalistas. Hoje, sabe-se que essas árvores foram espalhadas pela floresta por seus habitantes humanos, que também as melhoraram por meio da seleção de sementes. Na época da chegada dos colonizadores europeus, algumas das regiões às margens dos grandes rios eram densamente povoadas. Em certos locais, foi necessário adotar um cultivo mais intensivo e permanente. Para isso, desenvolveram-se métodos de melhoramento do solo, resultando na

criação da *terra preta de índio*, um solo de enorme fertilidade que parece não se exaurir. No entanto, ainda não se sabe exatamente como esses solos foram criados.

Além das culturas dos povos indígenas, há no Brasil muitas outras, como as dos quilombolas, dos ribeirinhos, de comunidades afrodescendentes que cultivam e preservam as culturas dos seus ancestrais. Os quilombolas fundiram as culturas africanas, europeias e indígenas. É bem sabido que a fusão de culturas diversas em um mesmo espaço leva a diferenciada prosperidade, em todos os significados da palavra. Esse fenômeno ocorreu de forma mais intensa na antiga Mesopotâmia, no império romano e nos EUA, e é bem investigado. No Brasil, isso também ocorreu e resultou em um povo que é reconhecidamente criativo. Mas é preciso integrar as várias culturas minoritárias do País. O primeiro passo para isso é reconhecê-las como um valioso ativo que precisa ser explorado.

Foto: Divulgação MCTI.

Regional de Manaus – 5ª CNCTI

Os sistemas de conhecimento dos povos e comunidades tradicionais (PCT) têm tido sua importância progressivamente valorizada e vêm sendo reconhecidos como *ciências* em fóruns acadêmicos internacionais. As ciências indígenas, africanas, seringueiras e ribeirinhas, dentre outras, compartilham com as ciências acadêmicas o objetivo de compreender, explicar e prever a realidade por meio da observação e experimentação. A partir de suas experiências empíricas, elas desenvolvem modelos explicativos enraizados em modos de existência e cosmovisões próprios, os quais evoluem como epistemologias autônomas.

As ciências dos PCT podem contribuir para soluções sustentáveis de grandes desafios contemporâneos, como a restauração dos ecossistemas, a construção de bioeconomias resilientes, a governança territorial, o desenvolvimento de tecnologias sociais, a segurança alimentar, a integração entre saúde humana e planetária, e o manejo das espécies silvestres e dos solos. Esses exemplos ilustram a amplitude das transformações e inovações que podem resultar de uma maior integração das ciências dos PCT nas nossas políticas de CT&I. No cenário interno brasileiro, o diálogo entre diferentes formas de construir ciência, que também considere as demandas de movimentos sociais, contribuirá para a democratização das políticas públicas. Além disso, reforçará nossa identidade diversa e plural, e nos tornará um povo mais criativo. Internacionalmente, a interação igualitária entre as ciências acadêmicas e as ciências dos PCT fortalecerá a imagem e o papel do Brasil.

O reconhecimento das ciências dos PCT reforça a indissociabilidade dos patrimônios científicos e culturais. A possibilidade de interação criativa entre diferentes epistemologias e modos de existência expande a noção de patrimônio científico, ao incluir elementos materiais e imateriais que vão além das universidades, laboratórios, museus, bibliotecas e parques nacionais. Roças de quilombo, manejos agroflorestais indígenas, diferentes práticas de saúde humana, valores éticos e culturais diversos, novas cosmologias e crenças, tudo isso pode conviver em um coletivo cultural e moral enriquecedor. O reconhecimento de que diferentes sistemas de conhecimento têm contribuições válidas para a existência humana rompe antigas hierarquias que sufocam epistemologias poderosas, criativas e essenciais para a concepção de um futuro harmônico com a pluralidade do povo brasileiro.

A integração das ciências e da cultura dos PCT às políticas de CT&I tem impacto sobre os paradigmas de sustentabilidade que orientam as relações entre economia e natureza. Nesse contexto, nas últimas décadas o conceito de *bioeconomia* tornou-se central na agenda de pesquisadores, políticos e empresários. Os debates sobre bioeconomia começaram na década de 1960, e focaram inicialmente nos limites ecológicos do crescimento econômico. Com os avanços da biologia molecular e da genômica no início desse século, o conceito de bioeconomia passou a ser também utilizado para descrever investimentos em biotecnologia e a substituição de combustíveis fósseis.

Novos paradigmas de bioeconomias sustentáveis e contra-hegemônicas, com base nas epistemologias do Sul, são fundamentais para gerar inovações que transformem os territórios brasileiros em sócio-ecossistemas mais resilientes, diversos e inclusivos. Essas mudanças paradigmáticas serão favorecidas pelo apoio a economias criativas que integrem cultura, novas tecnologias e diversidade epistêmica. Inovações bioculturais estabelecidas a partir de valores e conhecimentos dos PCT, em diálogo com as ciências acadêmicas, tem potencial para revolucionar o debate sobre desenvolvimento, ao trazer à tona as condições necessárias para que as políticas de CT&I atuem como catalisadoras de processos de adaptação transformativa rumo a territórios inclusivos, sustentáveis, diversos e prósperos.

7.2 A integração de políticas públicas na interface entre ciência e cultura

A 5ª CNCTI destacou a importância da interface entre o patrimônio científico e cultural como um elo fundamental entre cultura e ciência. Para que esse vínculo seja efetivo, são necessários mecanismos de inclusão institucional das ciências dos PCT Um desses mecanismos é a contratação de *especialistas* de povos e comunidades tradicionais – pessoas com conhecimentos das práticas científicas, mas geralmente sem grau acadêmico – para os quadros efetivos de museus, universidades e outras instituições de educação e pesquisa.

De forma complementar, mecanismos de estímulo à formação e à contratação de mestres e doutores oriundos de PCT também são essenciais. De forma geral, essas recomendações referem-se à criação de mecanismos de normatização, valorização e integração dos patrimônios científicos e culturais e destacam o papel das novas tecnologias como ferramentas de empoderamento político. Além disso, apontam medidas para o fortalecimento das economias criativas como mecanismo para gerar inovações inclusivas na interface entre ciência e cultura. A articulação de respostas a essas recomendações, associadas à valorização da diversidade epistêmica, requer estratégias que combinam mudanças institucionais, culturais e sociais a partir de políticas intersetoriais e interministeriais.

A formulação de estratégias que integrem as ciências dos PCT, soluções baseadas na natureza (SBN) e economias criativas em *frameworks* de sustentabilidade alinhados à realidade social brasileira, exige um marco legal específico. Esse marco deve integrar políticas científicas e culturais que valorizem a diversidade epistêmica. Ele também deve estabelecer mecanismos jurídicos e administrativos para viabilizar essa abordagem integradora. Os instrumentos legais para proteger e promover o patrimônio cultural de C&T, em âmbito municipal, estadual e federal, devem abranger explicitamente os bens materiais e imateriais associados aos sistemas de conhecimento dos PCT.

7.3 Valorização institucional da diversidade epistêmica e dos patrimônios científico e cultural

A 5ª CNCTI destacou a importância da interface entre o patrimônio científico e cultural como um elo fundamental entre cultura e ciência. Para que esse vínculo seja efetivo, são necessárias ações de inclusão institucional das ciências dos PCT. Uma dessas ações é a contratação de *especialistas* de povos e comunidades tradicionais – pessoas conhecedoras das práticas científicas, mas geralmente sem grau acadêmico – para os quadros efetivos de museus, universidades e outras instituições de educação e pesquisa. Isso deve ser complementado por estímulo à formação e à contratação de mestres e doutores oriundos de PCT.

A presença desses especialistas, mestres e doutores, fomentará a diversidade e a pluralidade epistêmica nas instituições, e assim enriquecerá nossa compreensão da natureza e da cultura com o emprego de outras cosmovisões. Trazer seus protagonistas para as instâncias de tomada de decisão nas instituições científicas é essencial para consolidar essa interface. A inclusão das ciências dos PCT na educação escolar é outro passo importante para promover a compreensão de que os patrimônios científicos e culturais são indissociáveis, vistos pela perspectiva da diversidade epistêmica.

A criação de políticas específicas voltadas à identificação, preservação e divulgação do patrimônio cultural de C&T deve adotar uma abordagem intersetorial e interministerial. A integração dessas políticas envolve a cooperação entre o MCTI, o MEC e o MinC. O financiamento público contínuo e desburocratizado é indispensável para a pesquisa e a divulgação dos patrimônios culturais das ciências brasileiras. Para tanto, é fundamental a criação de linhas de financiamento regulares e específicas, dentro dos ministérios e das FAP, que prevejam recursos para projetos de pesquisa e inovação propostos diretamente por PCT.

7.4 Estímulo a economias criativas e justas para estruturar redes de inovação biocultural

A liderança do Brasil no Sul Global em economia criativa foi apontada na 5ª CNCTI como central para o desenvolvimento econômico e social do Brasil, com consenso sobre a necessidade de políticas integradas e interministeriais para o setor. A economia criativa conecta inovação, cultura e conhecimento, mostrando-se essencial para a construção de um projeto nacional transformador. A economia criativa é parte significativa da revolucionária adoção da tecnologia digital na sociedade, e a colaboração entre cultura e CT&I é vista como essencial para a inovação e inclusão social. Sugere-se incluir formalmente a economia criativa como estratégia de desenvolvimento econômico nacional.

Ao integrar políticas de CT&I, cultura e economia criativa como estratégia de promoção da sustentabilidade, o Brasil pode alinhar a conservação e restauração biocultural com inovações inclusivas. Para que as políticas de economia criativa sejam catalisadoras de projetos de sustentabilidade, é necessária a criação de programas específicos que envolvam os ministérios, os governos estaduais e municipais. Esses programas devem buscar vincular iniciativas de economia criativa a redes de governança participativa e adaptativa, voltadas para a resiliência socioecológica dos territórios e o fluxo de bens materiais e imateriais entre eles. Ademais, as políticas de economia criativa devem incluir o financiamento de pesquisas e inovações que valorizem a diversidade biocultural e promovam o bem-estar coletivo, incluindo PCT como coautores e beneficiários da PD&I.

Novas tecnologias, como inteligência artificial, plataformas de difusão de produções audiovisuais e *games*, têm um papel importante em expandir o alcance das iniciativas de economia criativa de base biocultural. Elas funcionarão como ferramentas de *soft power* que ajudarão a projetar globalmente a diversidade biocultural brasileira. A combinação entre ciências dos PCT e inovações tecnológicas pode ajudar a fazer da diversidade biocultural do Brasil um ativo global. Como resultado, o País poderá obter substanciais retornos sociais, econômicos e ambientais.

7.5 Ciência Aberta, governança de dados e repartição de benefícios

A adoção de tecnologias digitais na pesquisa e inovação relacionadas a PCT exige atenção especial aos aspectos éticos relacionados ao reúso de dados e conhecimentos. Os dados científicos, de forma geral, devem ser disponibilizados de acordo com modelos de curadoria que respeitem os princípios de Ciência Aberta, garantindo que sejam localizáveis, acessíveis, interoperáveis e reutilizáveis (princípios FAIR). Além disso, as infraestruturas de dados abertos precisam incluir mecanismos que assegurem a soberania dos PCT sobre a coleta, propriedade e aplicação de seus dados, de forma ética e que visem o benefício coletivo (princípios CARE). As políticas públicas na interface entre o patrimônio científico e cultural devem, portanto, incluir o trabalho conjunto das comunidades tradicionais e da comunidade acadêmica para a criação e governança de dados orientados pelos princípios FAIR e CARE.

No contexto das economias criativas, é essencial também garantir que os PCT recebam benefícios justos e equitativos pelo uso econômico de seus dados e conhecimentos, conforme previsto na Lei nº 13.123/2015. O patrimônio científico e cultural é um legado coletivo, e os PCT são autores da produção do conhecimento no âmbito de suas ciências. Modelos de negócios, parcerias público-privadas e outros empreendimentos devem respeitar o caráter coletivo do patrimônio material e imaterial das ciências dos PCT. Para isso, devem ser criados instrumentos efetivos de combate à biopirataria e outras formas de apropriação do conhecimento dos PCT. A garantia de padrões de governança de dados e repartição de benefícios econômicos que respeitem os interesses e a autonomia dos povos e comunidades tradicionais poderá impulsionar inovações inclusivas em uma escala sem precedentes, promovendo soluções baseadas na natureza, agregando valor a produtos e serviços comunitários, e valorizando a diversidade biológica e social brasileira em todas as suas dimensões.

7.6 RECOMENDAÇÕES

1. **Criação de Marco Legal Integrador**: estabelecer um marco legal intersetorial e multicultural que promova a gestão, conservação e valorização dos patrimônios materiais e imateriais, integrando ciência e cultura e garantindo participação da sociedade civil.
2. **Inclusão de especialistas de PCT**: incorporar especialistas de povos e comunidades tradicionais (PCT) nas instituições de C&T e cultura, ampliando a formação acadêmica e incentivando a participação ativa desses grupos na academia.
3. **Preservação e fomento ao patrimônio cultural de C&T**: criar programas específicos para gestão, preservação e divulgação do patrimônio cultural de ciência e tecnologia, com linhas de financiamento público regulares para pesquisas conduzidas pelos PCT.
4. **Promoção de bioeconomias criativas e bioculturais**: integrar a biodiversidade e a cultura como pilares da economia criativa, promovendo hubs de inovação biocultural e fortalecendo sistemas de certificação de produtos e serviços bioculturais, com foco em soluções tecnológicas e sustentáveis.
5. **Desenvolvimento de Ciência Aberta e governança de dados**: estabelecer programas de Ciência Aberta e ética, criando mecanismos de governança inclusiva e capacitação sobre dados para PCT e a comunidade acadêmica, protegendo os direitos de autodeterminação dos PCT sobre seus conhecimentos e dados.
6. **Valorização do *soft power***: potencializar o uso de tecnologias como inteligência artificial e plataformas audiovisuais para promover o Brasil como líder em economia criativa no Sul global, reforçando a cooperação internacional e a relevância social.
7. **Fortalecimento de redes multissetoriais**: incentivar parcerias entre PCT, instituições e empresas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.
8. **Capacitação em empreendedorismo**: oferecer formação para membros de PCT em gestão de projetos e inovação tecnológica.
9. **Inclusão dos saberes tradicionais nas políticas públicas**: garantir o reconhecimento formal dos saberes tradicionais em políticas de ciência e tecnologia.
10. **Criação de centros de estudos**: apoiar a criação de centros dedicados à pesquisa e aplicação de saberes tradicionais em novas tecnologias.

8 Ciência para a sustentabilidade ambiental e energética

8.1 Contextualização e descrição dos desafios e oportunidades

Este capítulo está estreitamente interligado ao capítulo 9 (Ciência, biomas e oceanos) e parte do conteúdo abordado aqui será reapresentado nele, no devido contexto. O Brasil é signatário da Agenda 2030, o que torna os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) eixos orientadores do seu modelo de desenvolvimento econômico. Na busca pela sustentabilidade ambiental e energética, o País precisa avançar de maneira integrada aos ODS, reduzindo simultaneamente as desigualdades sociais e a insegurança alimentar. São desafios que necessitam ser amparados em uma ciência comprometida com a apresentação de soluções que conduzam a um futuro sustentável, resiliente e justo para a sociedade.

Vários debates realizados como parte da 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (5ª CNCTI) demonstraram o quanto a sustentabilidade ambiental e energética é um tema amplo e transversal, que impacta a saúde, a biodiversidade, a produtividade agropecuária, a geração de energia e muitos outros tópicos estratégicos para nosso desenvolvimento econômico. A vasta sociobiodiversidade brasileira deve ser a base estratégica na construção de desenvolvimento econômico e social, com justiça e sustentável. Ciência e Educação são os pilares da construção deste futuro sustentável.

Foto: ONU.

Com o acelerado avanço das mudanças climáticas, a questão da sustentabilidade ambiental ganha centralidade, pois pode determinar se as condições ao desenvolvimento econômico se mantêm ou não a médio e longo prazo. Entre vulnerabilidades importantes, o País possui uma economia com base na produção agropecuária, o que pode comprometer sua eficiência por causa das mudanças climáticas. Com as atuais emissões de gases de efeito estufa, o planeta está em uma trajetória de aquecimento médio de mais de 3 graus Celsius. Em áreas continentais e tropicais como o Brasil, isso pode resultar em um aumento de temperatura de 4 a 4.5 graus *Celsius*, acompanhado de redução de precipitação no Brasil Central, na Amazônia e no Nordeste.

Mesa temática nacional – 5ª CNCTI

Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

A vasta sociobiodiversidade brasileira deve ser a base estratégica na construção de desenvolvimento econômico e social, com justiça e sustentável.

Esse cenário compromete a manutenção dos ecossistemas como são conhecidos atualmente, em especial a Amazônia e o Pantanal. O Cerrado pode perder significativas quantidades de chuva, comprometendo a produtividade da agropecuária brasileira. O aumento dos eventos climáticos extremos também representa uma ameaça para a sociedade e a economia. Secas extremas como as registradas na Amazônia e Brasil Central em 2023 e 2024 tornar-se-ão mais frequentes e mais intensas. Chuvas torrenciais também serão mais comuns, exigindo adaptação ao novo clima, caracterizado por eventos mais extremos. O Nordeste brasileiro, que era uma região semiárida, pode se transformar em uma região árida já nas próximas décadas.

O Brasil apresentou na COP-29 sua nova NDC (National Determined Contribution), com metas claras de redução de emissões de gases de efeito estufa. A NDC brasileira ainda precisa detalhar o nível das reduções e o orçamento de carbono para cada um dos diferentes setores da economia, com destaque para áreas-chave, como desmatamento, agricultura e transição energética Essas reduções setoriais serão explicitadas no Plano Clima do governo federal, previsto para ser finalizado em 2025. O Brasil também precisa desenvolver melhores métricas de verificação das emissões de cada setor econômico.

É importante salientar que a sustentabilidade ambiental é mais ampla do que a questão climática, pois inclui tópicos como o uso de agrotóxicos, a poluição do ar em centros urbanos, qualidade da água em cidades e nas bacias hidrográficas, uso de mercúrio em garimpos ilegais na Amazônia e muitos outros aspectos. Sem um ambiente sustentável a longo prazo, o desenvolvimento do Brasil pode ficar comprometido. A produção agropecuária é uma área muito sensível ao clima e programas como a Agricultura de Baixo Carbono (ABC), do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), são estratégicos ao País. Por isso, o Brasil terá de desenvolver cultivares mais resistentes à seca e a temperaturas elevadas, intensificar a irrigação e proteger os cursos d'água e suas nascentes.

Na questão da transição energética, é importante salientar que o Brasil já possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, onde mais de 63% de nossa energia elétrica vem da geração hídrica, além de cerca de 24% de energia eólica e solar. Entretanto, o Brasil ainda queima carvão, gás natural e óleo combustível para geração de eletricidade e uso industrial, além do uso intensivo de derivados do petróleo (e.g. diesel, gasolina e querosene de aviação) no setor de transportes, o que faz com que as energias não renováveis representem 51 % da oferta interna de energia brasileira (EPE BEM Síntese 2024). Isso ocorre mesmo diante do nosso enorme potencial de geração de energia solar e eólica a baixo custo e reduzidas emissões de carbono em sua operação. Na geração de eletricidade, estamos à frente no planeta, com cerca de 87% produzida por fontes renováveis. Além disso, tem-se um sistema elétrico integrado cobrindo quase todo o território nacional.

O Brasil possui uma das melhores condições de irradiação solar do mundo, especialmente em regiões como o Nordeste e o Centro-Oeste, o que torna o País um ambiente propício para o desenvolvimento

de projetos solares. A energia eólica também continua a expandir-se de forma acelerada no Brasil, com condições naturais extremamente favoráveis. Isso pode se traduzir em um grande potencial de transformar o País em líder mundial de geração de energia com baixo custo e com baixas emissões de gases de efeito estufa. Isso pode ser alcançado com a implementação de redes inteligentes (*smart grids*) que permitem um controle preciso e eficiente da distribuição de energia no território nacional, para lidar com a questão da intermitência das fontes solar e eólica. Nesta questão, a produção de hidrogênio de baixo carbono é uma ação emergente, que pode se tornar importante no futuro.

As questões ambientais, climáticas e associadas à transição energética devem ser trabalhadas visando promover uma maior integração regional, levando em consideração as particularidades econômicas e ambientais de diferentes localidades do Brasil, com a valorização dos territórios na definição das estratégias de desenvolvimento. Nesse contexto, a bioeconomia e a transição energética surgem como áreas estratégicas capazes de fomentar o desenvolvimento sustentável e equilibrado. Também é importante o fortalecimento da colaboração entre regiões, com o objetivo de promover a sustentabilidade e reduzir as desigualdades socioeconômicas intrarregionais.

8.2 O papel da CT&I na construção de uma sociedade justa e sustentável

Muitas universidades federais e estaduais e institutos de pesquisas federais, além da iniciativa privada, tem trabalhado em questões estratégicas associadas ao enfrentamento das mudanças climáticas. Isso inclui questões sobre redução do desmatamento em todos os biomas brasileiros, estruturação de uma matriz energética limpa e sustentável, e redução das emissões do setor agropecuário. Ciência é evidentemente necessária neste complexo processo, integrando o avanço tecnológico às questões socioeconômicas e diminuição de desigualdades sociais e regionais. A transição para uma economia verde é estratégica ao País, assim como o desenvolvimento de biotecnologias que beneficiem as populações locais.

8.3 A redução dos impactos das mudanças climáticas e a adaptação ao novo clima, incluindo eventos climáticos extremos

A redução dos impactos das mudanças climáticas e a adaptação ao novo clima são grandes desafios para a ciência nacional. O clima já mudou significativamente e continuará a mudar no futuro, trazendo enormes impactos sociais e econômicos. É importante salientar que a ciência brasileira precisará desenvolver soluções próprias, pois estratégias de adaptação desenvolvidas em outras cidades ou países não se aplicam ao Brasil, pelas diferenças sociais, econômicas e climáticas.

Teremos que desenvolver aqui as nossas políticas de adaptação ao novo clima, que possam, ao mesmo tempo, diminuir as desigualdades sociais. A plataforma AdaptaBrasil, do MCTI, deve ampliar as bases de dados socioeconômicos para cada município brasileiro, facilitando a formulação e implementação de políticas integradas de adaptação climática. A gestão de dados e conhecimento deve considerar, por exemplo, indicadores como renda, gênero e raça, lembrando que os impactos das mudanças climáticas são especialmente sentidos pela população mais vulnerável e de baixa renda. Outro aspecto importante nesta questão é que o Brasil tem dimensões continentais, e estratégias desenvolvidas para o Nordeste ou a região amazônica, não serão adequadas ao Sul ou Sudeste.

8.4 Ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas na Amazônia

A Amazônia, por sua biodiversidade e importância climática, demanda ações urgentes de adaptação e mitigação. O compromisso do governo brasileiro com o desmatamento zero até 2030 deve ser implementado, pondo fim ao atual modelo predatório dos recursos naturais desta região tão estratégica ao País. Recomenda-se a integração dos conhecimentos tradicionais das populações locais com a ciência acadêmica, promovendo soluções para enfrentar os desafios climáticos. Além disso, a conservação e restauração de ecossistemas – incluindo a recuperação de áreas degradadas e o fortalecimento de barreiras naturais - devem ser priorizadas, especialmente com ênfase na criação de novas áreas protegidas e no fortalecimento da governança ambiental com participação social. A destinação de áreas federais como áreas protegidas deve ser uma ação prioritária. A punição aos crimes ambientais na Amazônia deve ser firme, e a invasão de terras públicas e de áreas indígenas ser combatida com veemência. A eliminação de garimpos ilegais e sua consequente emissão de mercúrio deve ser priorizada, especialmente em áreas indígenas.

A promoção de um novo modelo de bioeconomia é crucial para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, incentivando cadeias produtivas baseadas na biodiversidade que gerem renda para as comunidades locais e contribuam para a conservação florestal. Investir em infraestrutura de pesquisa e monitoramento ambiental contínuo fornecerá dados essenciais para embasar políticas de adaptação, consolidando o Brasil como um protagonista global na agenda climática. Essa abordagem fortalece a economia local e protege um dos ecossistemas mais importantes do nosso planeta, alinhando desenvolvimento econômico e preservação ambiental e climática.

8.5 Desenvolvimento de agricultura sustentável, inclusiva e de baixa emissão de carbono

O Brasil tem forte papel de liderança global na agropecuária, setor que exerce função importante no produto interno bruto do País. As atividades agropecuárias são responsáveis por cerca de 27% das emissões brasileiras de gases de efeito estufa (SEEG, 2024). É possível reduzir essas emissões, através de programas como o da Agricultura de Baixo Carbono (ABC e ABC+), e expansão de sistemas integrados (exemplo: integração lavoura-floresta-pecuária). Além das reduções de emissão de gases do efeito estufa, o setor agropecuário contribui com a remoção de CO_2 da atmosfera por meio do sequestro de carbono na vegetação e no solo. Isto ocorre de maneira intensificada quando práticas de manejo sustentáveis são adotadas, tais como sistema de plantio direto, recuperação de pastagens degradadas, sistemas integrados, uso de plantas de cobertura, uso de bioinsumos, dentre inúmeras práticas de agricultura regenerativa.

8.6 Políticas para a transição energética sustentável

Para garantir o avanço da transição energética no Brasil, é essencial reforçar políticas públicas que incentivem a adoção de energias renováveis. A implementação de subsídios e financiamentos específicos para pesquisa, inovação e infraestrutura de energia solar, eólica, biomassa e hidrogênio de baixo carbono deve ser priorizada. Além disso, é necessário promover a conscientização pública sobre os benefícios dessas tecnologias e capacitar a força de trabalho para atuar nas novas demandas do setor energético, consolidando o Brasil como líder global na transição para uma matriz energética limpa e sustentável. Já existem plantas-piloto que produzem hidrogênio a partir de etanol, e da eletrólise da água, o que faz do Brasil um importante protagonista mundial na área. O desenvolvimento de novos processos físico-químicos, envolvendo catálise é uma área muito ativa no Brasil. O trabalho de modelagem do sistema energético nacional sendo realizado por grupos da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade de São Paulo (USP) e outros centros de pesquisas nacionais também merecem destaque.

O potencial de geração de energia solar e eólica em todo o território nacional foi mapeado por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e várias universidades, mas precisa ser constantemente aprimorado. No entanto, é necessário conhecer melhor os impactos das mudanças climáticas nos sistemas de geração e demanda de energias renováveis do País. O setor energético brasileiro precisa desenvolver uma agenda de adaptação ao novo clima, compatível com os desafios do contexto atual. A infraestrutura instalada necessita ser mais resiliente a extremos climáticos, e será

necessário operar o nosso sistema elétrico principalmente com maiores aportes de energia intermitente. Os estudos de *smart grids*, otimizando a distribuição de energia e estudos associados de novos modelos de negócios e impactos regulatórios, são essenciais na questão da transição energética.

8.7 Matriz de mudança e metas para ciência sobre a sustentabilidade ambiental e energética no Brasil

As matrizes de mudanças são instrumentos essenciais no planejamento de estratégias e de planos de ação, uma vez que permitem a visualização dos desafios e oportunidades dentro de um contexto de transformação com impacto sobre vários setores. No caso das políticas de CT&I voltadas à sustentabilidade ambiental e energética, a Tabela 3 ilustra uma matriz de mudanças que auxilia na definição de estratégias para o desenvolvimento e implementação de soluções inovadoras no contexto de um plano decenal de CT&I.

Recomenda-se um horizonte temporal de 20 anos para implementar, consolidar e monitorar as iniciativas propostas, alinhando-se a compromissos globais, como os ODS da ONU (2030) e o Marco Climático de 2050. As atividades de curto prazo abrangem de um a cinco anos, as de médio prazo até dez anos e as de longo prazo até 20 anos. Essa abordagem integra pesquisa, setor produtivo, transição energética, regulação, capacitação e inovação tecnológica, além de permitir revisões no médio e longo prazo.

O foco principal está na diversificação da matriz energética, com metas plausíveis para a ampliação do uso de energias renováveis e uma transição sustentável. A proposta de integração das políticas energéticas visa fortalecer o alinhamento interministerial, otimizando os esforços governamentais em múltiplas frentes. Além disso, destaca-se a importância da capacitação profissional, da eficiência energética e da economia circular, incluindo estratégias para reutilização e reciclagem de resíduos.

Tabela 3 – Matriz de mudança e estratégias para o Plano de Ação Nacional em Ciência para a Sustentabilidade Ambiental e Energética no Brasil

Diagnóstico	Meta	Prazo	Estratégia
Falta de digitalização no setor energético	Implementar redes elétricas inteligentes e adotar o uso de IA para prever padrões de consumo	Médio prazo	Investimento em IoT e IA para monitoramento e previsão de demanda
Deficiência no monitoramento de emissões e impactos ambientais	Criar um sistema de IA e IoT para monitoramento em tempo real	Longo prazo	Desenvolvimento de plataformas digitais para gestão de impacto ambiental
Falta de estabilidade no financiamento da transição energética	Criar um fundo nacional de transição energética	Curto prazo	Estabelecimento de um mecanismo financeiro a longo prazo, garantindo continuidade dos projetos
Infraestrutura insuficiente para projetos de grande porte	Definir necessidades infraestruturais para expansão energética	Longo prazo	Planejamento integrado com setor de transportes, construção e energia
Falta de detalhamento na implementação das estratégias	Especificar cronogramas e recursos necessários para cada etapa	Curto prazo	Definição de indicadores de execução e avaliação
Falta de previsão de fontes de financiamento	Identificar fontes sustentáveis de recursos	Curto prazo	Utilização de fundos climáticos, parcerias público-privadas e financiamentos internacionais
Deficiência na fiscalização das políticas energéticas	Criar metodologia de fiscalização e monitoramento	Curto prazo	Implementação de auditorias regulares e transparência de dados
Regulação inadequada para novas tecnologias energéticas	Aprofundar a regulação do setor energético	Médio prazo	Revisão das diretrizes legais (governo, indústria e academia) e criação de um marco regulatório atualizado
Baixa eletrificação no transporte público e industrial	Implementar programa nacional de eletrificação do transporte	Médio prazo	Financiamento para frotas elétricas e infraestrutura de recarga
Falta de capacitação em tecnologias verdes	Formar profissionais para atuar no setor de energia limpa	Médio prazo	Criação de cursos técnicos e programas de capacitação
Baixa integração entre pesquisa e setor produtivo na transição energética	Criar polos de inovação em energias renováveis	Curto prazo	Editais para desenvolvimento de projetos entre universidades e indústrias
Baixa adoção de economia circular na gestão de resíduos	Ampliar a reutilização e reciclagem de resíduos industriais e urbanos	Médio prazo	Desenvolvimento de políticas públicas para incentivo à economia circular e logística reversa

Fonte: elaboração própria.

8.8 Considerações finais

O Brasil tem uma vasta capacidade científica para atender às demandas do desenvolvimento sustentável do País. Com maiores investimentos na área, certamente será possível que a comunidade científica nacional amplie a sua contribuição ao desenvolvimento econômico. Para isso, será necessário aumentar e melhorar a qualidade da formação de recursos humanos para atender às crescentes demandas em áreas estratégicas, assim como de maior integração entre os esforços do setor privado com as universidades e institutos de pesquisas. Vários setores podem se beneficiar com maior internacionalização da ciência brasileira. É importante também intensificar a coordenação entre os vários ministérios, visando otimizar os esforços de pesquisas.

O Brasil possui oportunidades únicas para enfrentar os desafios ambientais, climáticos e energéticos, mas também apresenta vulnerabilidades importantes. A busca por soluções equilibradas deve considerar a justiça social. O País conta com excelentes instituições de pesquisas e um setor privado muito atuante. Cerca de 50% das emissões de gases de efeito estufa ocorre por causa do desmatamento, que está sendo reduzido nos últimos anos, mas que precisa ser eliminado até 2030, como comprometido na NDC brasileira. A eliminação do desmatamento tem que valer para todos os biomas, incluindo Pantanal e Cerrado, e não somente para a região amazônica.

As atividades do agronegócio atualmente são vitais para a economia brasileira. Mas o setor é um dos mais sensíveis aos impactos das mudanças climáticas. As projeções indicam queda na precipitação e na umidade do solo nas próximas décadas nas regiões onde a agropecuária está estabelecida no Brasil. Isso indica a necessidade de investimentos para que o setor se adapte ao novo clima, minimizando as perdas de produtividade. Intensificar os programas de pesquisa de produção agrícola com baixas emissões de carbono é uma prioridade nacional, além de aumentar a resiliência do setor às mudanças climáticas.

Na questão da transição energética, o Brasil tem fortes vantagens estratégicas e demanda ciência e inovação para aproveitar esses benefícios, tornando o País um dos líderes mundiais em geração de energias renováveis e de baixas emissões de gases de efeito estufa.

8.9 RECOMENDAÇÕES

1. **Bioeconomia e transição energética para o desenvolvimento sustentável**: fomentar o desenvolvimento sustentável por meio da bioeconomia e da transição energética, promovendo a colaboração entre setores e regiões, e investindo em inovações como energias renováveis (solar, eólica, biomassa, hidrogênio), biocombustíveis e eletrificação do transporte.
2. **Economia de baixo carbono e justiça ambiental**: implementar uma economia de baixas emissões que respeite os limites ambientais, combata o desmatamento ilegal, preserve a biodiversidade amazônica e promova justiça socioambiental, contribuindo para os esforços globais de sustentabilidade.
3. **Conservação de ecossistemas e recuperação ambiental**: desenvolver estratégias de proteção, conservação e restauração dos ecossistemas brasileiros, combatendo o garimpo ilegal, preservando a biodiversidade e promovendo a recuperação de áreas degradadas, com foco na resiliência climática.
4. **Resiliência climática e fortalecimento institucional**: fortalecer as instituições para a gestão de riscos climáticos, prevenção de desastres e resposta rápida a eventos extremos, assegurando a resiliência das populações vulneráveis, especialmente na Amazônia.
5. **Sistema de Saúde Adaptado às Mudanças Climáticas**: estruturar o sistema de saúde para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, garantindo assistência adequada às populações afetadas em todas as regiões do País.
6. **Agropecuária sustentável e apoio à agricultura familiar**: implementar políticas de apoio à agropecuária sustentável e de baixas emissões, promovendo assistência técnica contínua à agricultura familiar, rastreamento da produção e segurança alimentar, com investimentos em pesquisa agropecuária, especialmente na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).
7. **Infraestrutura energética sustentável e redução de combustíveis fósseis**: investir em infraestrutura para produção e distribuição de energias renováveis, reduzindo gradativamente o uso de combustíveis fósseis e aumentando a resiliência do setor energético frente às mudanças climáticas.
8. **Desenvolvimento regional por meio da sociobioeconomia**: promover cadeias produtivas baseadas na sociobioeconomia, incentivando o desenvolvimento econômico local sustentável e consolidando o Brasil como uma potência global em energia renovável de baixo carbono.
9. **Inovação científica e tecnológica para transformações sustentáveis**: investir no desenvolvimento científico e tecnológico da indústria associada às necessárias transformações em setores como energia solar, eólica, combustível sustentável da aviação (SAF), biocombustíveis, eletrificação da frota de transporte, agricultura de baixo carbono, restauração ecológica de florestas, entre outros.

9 Ciência, biomas e oceanos

9.1 Breve descrição da geografia brasileira

O Brasil, além de ter grande diversidade biológica, é muito rico em sociodiversidade. Abriga comunidades indígenas, quilombolas, extrativistas, ribeirinhos, coletores e outros, com diferentes culturas, modos de vida, linguagens, técnicas, conhecimentos, formas de percepção e tratamento do mundo, comunicação e organização social. Em 2022, o IBGE identificou mais de 300 etnias apenas entre os povos indígenas. Identificou ainda 7.666 comunidades quilombolas, onde vivem 1,3 milhão de pessoas. Em qualquer política de preservação dos biomas brasileiros, é necessário considerar todas essas comunidades, além das mais integradas às atividades econômicas brasileiras, como atores que usufruem desses biomas e cuja ação impacta sobre eles.

9.2 CT&I para a preservação de biomas e oceano

O Brasil não pode depender excessivamente da ciência e tecnologia geradas em outros países para conservar seus biomas, pois os países cientificamente mais avançados não possuem biomas semelhantes aos brasileiros. Por isso, cabe ao Brasil assumir o papel de ser pioneiro e líder global nessa missão. A floresta amazônica é citada como o pulmão do mundo, e todos dizem temer sua degradação, mas os países desenvolvidos não se dispõem em colaborar de maneira importante na sua conservação. Assim, embora seja essencial lutar nos fóruns internacionais por ajuda na preservação da maior floresta tropical do mundo, no curto prazo, o País precisará contar com seus próprios recursos. A África possui vastas savanas – bem semelhantes ao Cerrado brasileiro – e tem interesse em conservá-las, mas possui poucos recursos financeiros e pouca capacidade científica e tecnológica, tornando-se dependente de ações brasileiras. Da mesma forma, os manguezais brasileiros, que são o berço de muitas espécies de peixes tropicais, precisarão ser preservados sem contar com auxílio externo.

Situação semelhante já ocorreu no passado. Por longo tempo, o Brasil tentou promover sua agricultura usando técnicas desenvolvidas para países de clima temperado, com resultados desastrosos. No início dos anos 1970, ficou evidente a necessidade de desenvolver tecnologias agrícolas apropriadas para o solo e o clima brasileiros. Esse esforço resultou no desenvolvimento da agricultura tropical, com grande êxito: em 1970, o Brasil produzia 50 milhões de toneladas de grãos por ano; hoje produz mais de 300 milhões. Além disso, a agricultura e a pecuária brasileiras estão entre as que mais avançam no mundo. A mesma abordagem deve ser aplicada à conservação dos biomas nacionais. Para isso, é imprescindível desenvolver ciência e técnica específicas, em caráter prioritá-

rio e de urgência. Será necessário criar órgãos especializados para essa finalidade, nos moldes da Embrapa, para impulsionar essa missão. Esse esforço elevará o Brasil a um novo patamar na preservação ambiental e na adaptação às mudanças climáticas.

O Brasil não pode depender excessivamente da ciência e tecnologia geradas em outros países para conservar seus biomas, pois os países cientificamente mais avançados não possuem biomas semelhantes aos brasileiros.

A mudança climática e o aquecimento combinam-se com as atividades predatórias para causar grandes danos aos ecossistemas terrestres, aquáticos interiores e marinho-costeiros no Brasil. As mudanças nos padrões de precipitação e temperatura, com eventos extremos, como ondas de calor e períodos prolongados de secas, provocam incêndios, que estão ficando maiores e mais frequentes, principalmente no Cerrado, no Pantanal, e mais recentemente na floresta amazônica. Há indícios de que aos incêndios espontâneos somam-se incêndios criminosos. O ciclo hidrológico vem se alterando, e a isso se somam as perdas de matas nas nascentes, o que reduz o fluxo dos cursos d'água e a quantidade de água nos lagos e nas zonas úmidas. Há, ainda, os grandes excessos de chuvas, com enchentes e inundações, que estão aparecendo com mais frequência em todo o mundo, como calamidades que geram muitas mortes e perdas econômicas.

O aquecimento dos oceanos eleva o nível médio do mar, altera os padrões das correntes marítimas e provoca acidificação dos mares. Além disso, reduz a diminuição da quantidade de oxigênio na água oceânica, pois temperaturas mais altas diminuem a capacidade de retenção do oxigênio nos mares.

9.3 Biomas, oceanos e serviços ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos são benefícios que os ecossistemas fornecem à humanidade. Eles incluem os de provisão, que envolvem a produção de recursos como alimentos, madeira e água doce; os de regulação, que reduzem as mudanças ambientais por meio da regulação do clima e do controle de pragas/doenças; os de suporte, que fornecem o necessário para a redução de CO_2 na atmosfera, sua retenção de solo, a ciclagem de nutrientes e a provisão de habitats; e por fim, os serviços culturais, que não envolvem a extração ou consumo direto dos recursos naturais.

Para a manutenção e continuidade da prestação desses serviços, é essencial que as pessoas compreendam, avaliem e atribuam valoração para cada tipo de serviço fundamental para a vida humana, para o desenvolvimento da economia e para o equilíbrio do planeta. Manter ecossistemas funcionais que oferecem serviços essenciais para o bem-estar humano tronou-se um desafio global. Por isso, a valorização e a gestão dos serviços ecossistêmicos são fundamentais para assegurar benefícios tanto para o meio ambiente quanto para os meios de subsistência das populações humanas. Pesquisa e avaliação, formulação e implementação de políticas, planejamento estratégico, além da formulação de programas adaptativos, são passos essenciais para a promoção do bem-estar humano em longo prazo.

A biodiversidade brasileira vem sendo estudada nas últimas décadas por meio de vários programas de pesquisa ecológica (por exemplo, Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (Peld), Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), Programa FAPESP de Pesquisas em Caracterização, Conservação, Restauração e Uso Sustentável da Biodiversidade Biota/ Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), Programa de Capacitação em Taxonomia (Protax), centro de Síntese em Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (INCT SinBiose). Apesar dos avanços alcançados por tais programas, persistem lacunas no cenário atual de estudos sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos no Brasil.

O aumento expressivo das publicações, a partir de 2020, reflete o crescente reconhecimento do tema. No entanto, há concentração desses estudos em determinados biomas e tipos de serviços ecossistêmicos. Por exemplo, é notória a sub-representação de estudos sobre serviços culturais, essenciais para a compreensão completa da relação entre as comunidades humanas e os ecossistemas.

9.4 Políticas voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais

A construção de um modelo de desenvolvimento sustentável que integre produção, consumo e conservação, por meio da valoração dos bens e serviços provenientes dos ecossistemas, deve apoiar-se na geração de conhecimento sobre a nossa biodiversidade e em tecnologias inovadoras. Entender como as mudanças ambientais já afetam e afetarão ainda mais os ecossistemas, sua biodiversidade e os meios de subsistência que eles sustentam, são também questões cruciais para traçar estratégias de adaptação e mitigação. A implementação eficaz dessas estratégias exige uma compreensão clara da conectividade entre os riscos e impactos, e da necessidade de coordenação e colaboração científica em nível nacional e internacional.

Políticas públicas que observem os 17 ODS e propiciem a transformação ecológica de nosso sistema econômico demandam a avaliação e modelagem da disponibilidade de recursos naturais, para assegurar a sustentabilidade das tecnologias de uso e manejo, a participação dos PCT e a geração e

inserção no mercado de produtos e processos inovadores com participação dos diferentes atores e setores. A compreensão dos biomas e sistemas costeiros e marinhos requer a ação coordenadora e integradora do Poder Público na formulação e implementação de uma agenda científica abrangente para o setor. Requer também financiamento robusto para a pesquisa e infraestrutura associada, e a formação de novos profissionais.

9.5 A necessidade de ações mais rápidas para a preservação dos biomas e oceanos

As edições anteriores da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação já indicavam a necessidade de grandes linhas norteadoras e de ações transversais na ciência sobre a biodiversidade e ecossistemas. No entanto, dadas as fortes pressões de conversão de ecossistemas e as mudanças ambientais, hoje há necessidade de iniciativas e abordagens que resultem em um avanço mais rápido na geração e organização do conhecimento necessário para a conservação e manejo, e formulação de políticas de desenvolvimento sustentável. Tornou-se também necessário promover a ciência cidadã como ferramenta para a sensibilização e participação da sociedade na conservação dos biomas e oceanos.

As análises das iniciativas anteriores e aquelas em curso apontam para a necessidade de um Programa Nacional Estruturante de Ciência sobre os biomas brasileiros e oceanos que incluam biodiversidade, ecossistemas e serviços ecossistêmicos. Entre as diretrizes de um Programa Estruturante devem ser consideradas:

- Todos os biomas e o oceano devem ser vistos como ativos críticos e estratégicos para o Brasil, que exigem ações coordenadas para sua preservação e uso sustentável.
- O fortalecimento da pesquisa e do desenvolvimento nos biomas e no oceano deve ser prioridade na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para a próxima década.
- A ciência interdisciplinar e a inovação participativa são essenciais para gerenciar de forma sustentável os biomas e o oceano brasileiros, e devem incluir os PCT, os gestores dos órgãos públicos ligados à gestão ambiental e dos órgãos de fomento a CT&I.
- Na gestão exploração dos biomas, são necessárias e urgentes abordagens que respeitem tanto o seu valor ecológico quanto o valor econômico.

9.6 Matriz de mudança e metas para ciência sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos dos biomas brasileiros

As matrizes de mudança são ferramentas essenciais em um plano de ação, pois oferecem uma visão abrangente dos impactos das mudanças propostas em várias áreas e setores. Ao detalhar os componentes da mudança e suas ramificações, a matriz permite a análise dos desafios e oportunidades decorrentes do processo de transformação. Além disso, ao identificar os agentes interessados e as ações necessárias para gerenciar os impactos, a matriz facilita o planejamento estratégico e a tomada de decisões. A Tabela 4 exibe uma matriz de mudança, sugerida com intuito de sintetizar as principais estratégias e os problemas diagnosticados, para a execução de um eventual plano de ciência para biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

No que diz respeito à estrutura temporal, sugere-se considerar um período de 20 anos para estruturar, consolidar e monitorar impactos da pesquisa em biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Nela aparecem compromissos globais como marcos temporais: 2030 – ODS/CDB, e 2050 - Marco Climático e CDB. As atividades de curto prazo cobrem de 1 a 5 anos, as de médio prazo até 10 anos e as de longo prazo até 20 anos. Entende-se que para alcançar os objetivos e metas de longo prazo, é necessário estabelecer objetivos parciais de curto e médio prazo, que permitam a constante revisão das metas e ações propostas no plano de ação, com base em indicadores de acompanhamento que possibilitem identificar a eficácia das estratégias e das ações.

Tabela 4 – Matriz de mudança e estratégias para o Plano de Ação Nacional em Ciência da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos nos Biomas Brasileiros

Diagnóstico	Meta	Prazo	Estratégia
Assimetria na produção de conhecimento entre biomas	Incentivar de forma equitativa a produção de conhecimento sobre os biomas	Curto prazo	Editais para criação e consolidação de redes de pesquisa sobre biomas
Assimetria na produção de conhecimento referente às diferentes categorias de SE e ecossistemas e regiões	Produzir o conhecimento que abranja todas as categorias de SE	Curto prazo	Fomento de pesquisa interdisciplinar em ecossistemas manejados (urbano, rural etc.) e naturais que estude vários serviços ecossistêmicos simultaneamente
Falta de harmonização conceitual e metodológica	Definição conceitual e metodológica debatida e aceita	Curto prazo	Eventos transdisciplinares que congreguem membros do governo e pesquisadores para padronização de termos e conceitos sobre o tema, que se sirvam para a legislação e para o uso em publicações científicas
Deficiência de recursos humanos (gestores e pesquisadores)	Capacitar atores públicos e privados. Fomentar a criação de espaços de diálogo/comunidades de aprendizagem	Médio prazo	Articulação transversal para ações de fomento e apoio à criação de espaços de diálogo (comunidades de aprendizagem)
Pouca integração entre conhecimento científico e saber tradicional	Co-produzir conhecimento com as comunidades tradicionais e indígenas	Médio prazo	Editais para fomento de redes colaborativas entre as diferentes partes interessadas, em abordagem de pesquisa transdisciplinar
Ausência de painel de informação ('*dashboard*' de informações compartilhadas sobre as pesquisas realizadas e lacunas existentes)	Criar e manter um painel dinâmico de informação para acesso público sobre as pesquisas realizadas e lacunas existentes	Longo prazo	Comunicação governamental periódica e transparente, similar e complementar ao SIBBR

Fonte: elaboração própria.

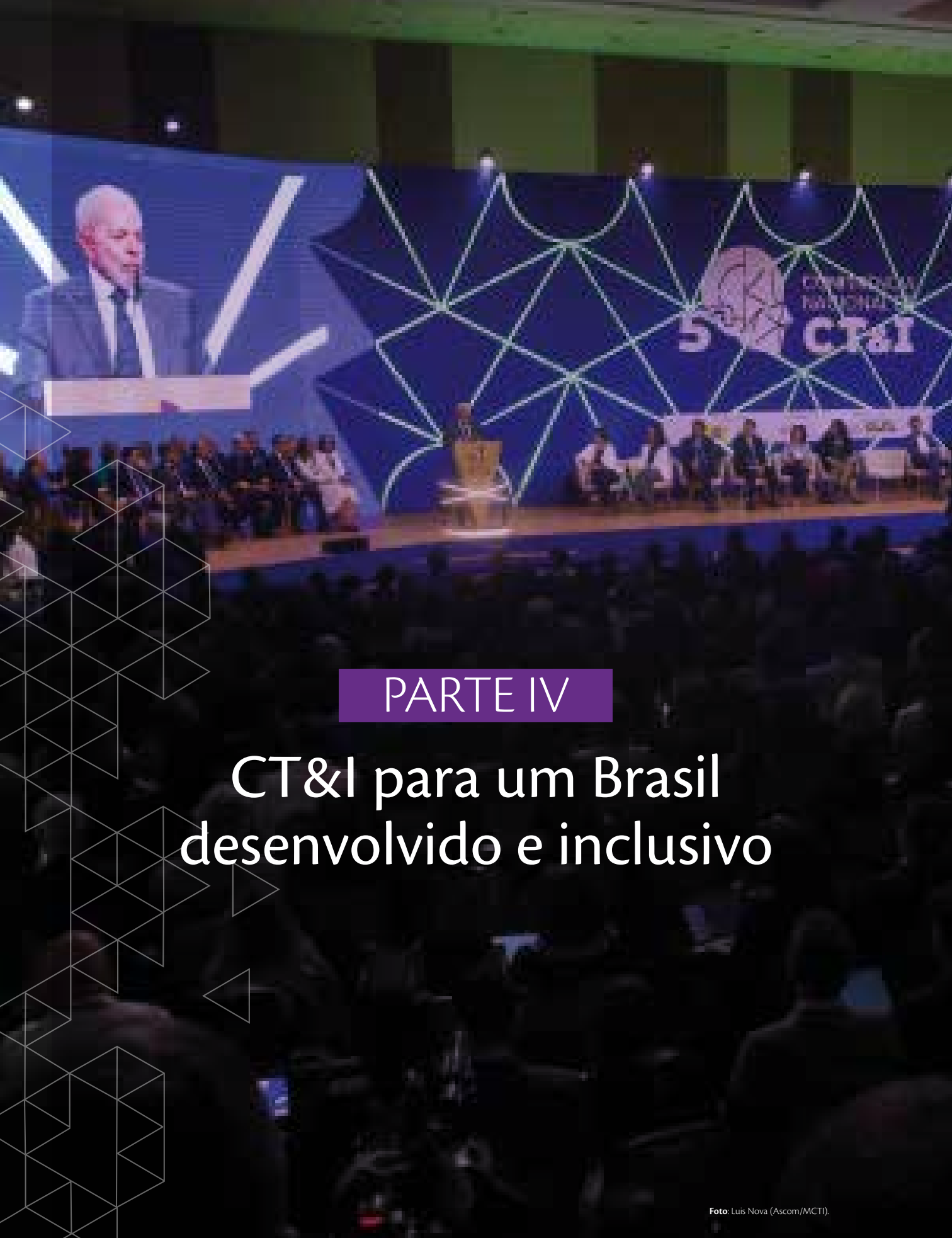
Diante do diagnóstico sintetizado na Matriz de Mudança as ações de ciência propostas para atingimento das metas são apresentadas nos pontos, a seguir:

1. Geração de conhecimento sobre as interações entre biodiversidade e serviços ecossistêmicos regionais e sua avaliação com a implementação e manutenção do Observatório do conhecimento de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos envolvendo uma abordagem multifacetada que integra a coleta de dados, o envolvimento das partes interessadas e os avanços tecnológicos. O Observatório deve coletar e analisar dados quantitativos e qualitativos sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos, utilizando tecnologias inovadoras.
2. Estratégias de planejamento e fomento à criação e consolidação de grupos transdisciplinares de pesquisa regionais nas temáticas biodiversidade, bioeconomia, restauração ecológica, serviços ecossistêmicos e principais ameaças aos ecossistemas incluindo as seguintes ações: diagnóstico e mapeamento de necessidades e potencialidades (mapear as lacunas de conhecimento, recursos e capacidades regionais relacionadas aos temas prioritários, identificar atores locais, definir contextos regionais e reduzir assimetrias), promoção de colaborações transdisciplinares (estabelecer redes de colaboração entre instituições de pesquisa, governos, setor privado, organizações da sociedade civil e comunidades locais e criar fóruns permanentes de discussão para alinhar interesses e objetivos entre os participantes), financiamento e incentivos (lançar chamadas públicas para financiar projetos transdisciplinares, fomentar projetos-piloto e iniciativas inovadoras).
3. Desenvolvimento de estratégias, indicadores e melhores práticas para o pagamento por serviços ambientais (PSA) a partir de uma abordagem multidisciplinar, integrando conhecimentos ambientais, econômicos, sociais e legais cobrindo etapas como: definição de metas, alinhamento com outras políticas públicas, engajamento de partes interessadas.

9.7 RECOMENDAÇÕES

1. **Observatório de biodiversidade e serviços ecossistêmicos**: implementar e manter um observatório que integre coleta de dados, envolvimento de *stakeholders* e uso de tecnologias inovadoras para monitoramento contínuo de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Promover pesquisas e avaliações adaptativas com indicadores de desempenho.

2. **Fomento à pesquisa transdisciplinar**: mapear lacunas de conhecimento sobre biodiversidade e ameaças aos ecossistemas, estabelecendo redes de colaboração entre pesquisadores, governo e setor privado, promovendo fóruns de discussão e financiando projetos inovadores.
3. **Estratégias para serviços ambientais**: criar mecanismos financeiros sustentáveis, como o pagamento por serviços ambientais (PSA), e padronizar indicadores para monitoramento e avaliação dos serviços ecossistêmicos, garantindo a transparência e a conservação de longo prazo.
4. **Formação em biodiversidade e ecossistemas**: oferecer cursos em diferentes níveis de formação e incentivar a integração de áreas como biologia, ecologia e economia. Estimular parcerias com o setor privado e priorizar a formação em regiões com menor oferta educacional.
5. **Fortalecimento de redes de pesquisa:** criar plataformas para compartilhamento de conhecimento e apoiar redes de comunidades tradicionais e projetos transfronteiriços de conservação, com ênfase em biomas e bacias hidrográficas compartilhadas.
6. **Monitoramento e pesquisa oceânica**: investir em tecnologias avançadas para o monitoramento dos oceanos, como sensores subaquáticos e plataformas de coleta de dados em tempo real, e ampliar a pesquisa sobre a saúde dos oceanos, incluindo os impactos das atividades humanas, como a poluição e a pesca predatória.
7. **Proteção e restauração de ecossistemas marinhos**: estabelecer e expandir áreas marinhas protegidas e iniciativas de restauração de ecossistemas marinhos, como recifes de corais e manguezais, com foco na preservação da biodiversidade marinha e na mitigação dos impactos das mudanças climáticas.
8. **Políticas de governança marinha**: criar e reforçar políticas públicas de governança oceânica que integrem os diferentes setores (pesca, turismo, transporte, etc.), promovendo uma gestão sustentável dos recursos marinhos e costeiros, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).
9. **Educação e conscientização sobre os oceanos**: desenvolver programas educativos e de conscientização sobre a importância dos oceanos, destacando seu papel na regulação climática e na preservação da biodiversidade, para engajar a sociedade na proteção desses ecossistemas.
10. **Mitigação da poluição marinha**: implementar políticas e ações para reduzir a poluição nos oceanos, incluindo o controle de plásticos, produtos químicos e efluentes industriais, além de promover a limpeza de áreas afetadas por derramamentos de óleo e outros poluentes, usando tecnologias avançadas.
11. **Gestão integrada e sustentável de biomas**: criar estratégias de gestão integrada para os biomas, que envolvam harmonização de políticas públicas, práticas de uso sustentável dos recursos naturais e promoção de atividades econômicas sustentáveis, como a agricultura de baixo carbono e o manejo florestal sustentável.



PARTE IV

CT&I para um Brasil desenvolvido e inclusivo

Foto: Luis Nova (Ascom/MCTI).

10 Neoindustrialização, ciência para a inovação e emprego

10.1 Políticas para criar no Brasil uma nova indústria competitiva

A 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (5ª CNCTI) destacou a necessidade de políticas que fortaleçam a infraestrutura científica e tecnológica, promovam a neoindustrialização e a redução das desigualdades regionais e ampliem a oferta de empregos no País. A transição digital, ecológica e energética configura-se como uma oportunidade e um desafio para o Brasil, especialmente em um cenário de rápida evolução tecnológica e urgência climática. O País enfrenta a questão de integrar-se às cadeias globais de valor com um setor industrial ainda dependente de commodities e baixa densidade tecnológica.

O Brasil está se desindustrializando. Em 1985, nossa indústria de transformação produzia 36% do PIB, em 2023 produziu 11%. A redução da participação da indústria na economia ocorreu em todo o mundo, mas por uma razão especial: a tecnologia derrubou drasticamente o custo dos produtos industriais. Um telefone móvel atual, com custo de 300 dólares, tem muito mais capacidade de memória e processamento que um grande computador dos anos 1990, com custo de um milhão de dólares. A produtividade do trabalhador industrial cresce rapidamente com a automação, coisa que não vem acontecendo no Brasil. A densidade tecnológica dos produtos industriais aumenta rapidamente, mas o Brasil não acompanha esse avanço. Por tudo isso, o Brasil precisa reindustrializar-se apoiando-se em ciência e tecnologia.

A Portaria nº 6.998/2021, do MCTI, definiu os eixos estruturantes para a ENCTI: 1) – Recuperação, expansão e consolidação do SNCTI; 2) – reindustrialização em novas bases e apoio à inovação nas empresas; 3) – ciência, tecnologia e inovação para programas e projetos estratégicos nacionais; e 4) – ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social. Após amplo diálogo com a sociedade, em 2023, o governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva definiu seis grandes temas para o desenvolvimento do País:

O País enfrenta a questão de integrar-se às cadeias globais de valor com um setor industrial ainda dependente de *commodities* e baixa densidade tecnológica.

- Cadeias agroindustriais sustentáveis e digitais para a segurança alimentar, nutricional e energética.
- Complexo econômico industrial da saúde resiliente para reduzir as vulnerabilidades do Sistema Único de Saúde (SUS) e ampliar o acesso à saúde.
- Infraestrutura, saneamento, moradia e mobilidade sustentáveis para a integração produtiva e o bem-estar nas cidades.
- Transformação digital da indústria para ampliar a produtividade.
- Bioeconomia, descarbonização, e transição e segurança energética para garantir os recursos para as futuras gerações.
- Tecnologias de interesse para a soberania e a defesa nacionais.

No desenho das ações para o desenvolvimento, orientadas por missões, buscou-se complementaridade entre as missões e articulação interna do governo e deste com a sociedade civil.

Debates na 5ª CNCTI orientaram a proposição de instrumentos que integrem o desenvolvimento socioeconômico com o desenvolvimento em CT&I na construção de uma nova ENCTI e de um Plano de Ação Decenal de Neoindustrialização. Para a promoção da Nova Indústria Brasil (NIB), os instrumentos foram divididos em três tipos de estímulo do Estado. O primeiro inclui os instrumentos financeiros, como as finanças sustentáveis da Transformação Ecológica, e o financiamento de áreas, como inovação, infraestrutura e exportações, com linhas de crédito, subvenções governamentais e subsídios, como incentivos fiscais, que já começaram a ser adotados pelo BNDES, a Embrapii e a Finep.

Nos debates da Conferência, propôs-se a expansão dos fundos setoriais que compõem o FNDCT. A Cide poderia incidir sobre as transações do sistema financeiro. Propôs-se também a criação de um fundo de capital de risco para apoiar atividades tecnológicas, em especial as *startups* do tipo *spinoffs* acadêmicos. A criação de instrumentos de crédito específicos para *startups deep tech* de setores emergentes, como a bioeconomia, energias renováveis e inovação social foi considerada essencial. A criação de fundos de venture capital específicos para *deep techs*, a simplificação de trâmites regulatórios e a promoção de *sandboxes* regulatórios foram apontadas como medidas importantes para acelerar o desenvolvimento dessas empresas.

O segundo tipo de instrumento visa à melhoria do ambiente de negócios. São medidas para aumentar a competitividade do setor produtivo nacional, por meio de: aprimoramento dos recursos humanos brasileiros; promoção comercial, com a abertura de novos mercados para os produtos e serviços brasileiros no exterior, valendo-se de ministérios e de instituições como a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (ApexBrasil); da redução das ineficiências regulatórias do País em domínios, como propriedade intelectual, metrologia, tributação, infraestrutura e comércio exterior.

Na 5ª CNCTI, apontou-se o fortalecimento da infraestrutura nacional como essencial para atender às demandas da NIB. Isso abrange a ampliação, modernização e otimização de serviços de IQ, visando a atualização de máquinas, equipamentos e serviços de pesquisa. Assim como, maior atenção aos aspectos ligados à propriedade industrial e seus efeitos na difusão do conhecimento.

Cabe destacar também a importância da efetividade da NIB como política estruturante para a neoindustrialização do País. Deve haver políticas públicas, a partir de missões, que promovam a orquestração das interações entre a indústria e o SNCTI, que levem à absorção das inovações científicas geradas no País pela indústria, impulsionando sua competitividade e sustentabilidade.

Nos avanços da NIB, tecnologias disruptivas, combinadas à concentração de inovações e empregos de alta qualidade em grandes centros urbanos, deixarão regiões periféricas e rurais mais vulneráveis. Isso agravará a desigualdade territorial e limitará as oportunidades de crescimento. É preciso desenvolver programas de requalificação profissional e inclusão digital.

Sistemas territoriais de inovação e transbordamento de ambientes de inovação existentes (como parques científicos e tecnológicos, centros e *hubs* de inovação) têm forte impacto social e econômico. É importante fortalecer a colaboração e a conexão entre os atores locais da quádrupla hélice (empresas, governo, universidades e centros de ensino e pesquisa, e a sociedade civil organizada) para valorizar a cultura, os conhecimentos e competências locais, com vistas a criar oportunidades de desenvolvimento local, atrair e fixar talentos.

Parcerias estratégicas e cooperação internacional serão importantes na NIB. O País deve intensificar a cooperação internacional Sul-Sul, e com economias que estão na vanguarda tecnológica, encarando-as como parcerias estratégicas que possibilitem a transferência de conhecimento e a inovação colaborativa. A participação em consórcios globais de pesquisa e desenvolvimento é importante para diminuir a lacuna tecnológica.

A agenda de sustentabilidade está entre as maiores prioridades globais, e o Brasil possui recursos naturais que devem ser explorados de maneira sustentável. Investir em bioeconomia e tecnologias verdes não só permitiria ao País reduzir suas emissões e cumprir metas ambientais, como também abriria portas para novos mercados e cadeias globais de valor.

A elevação de superávits comerciais, passo fundamental para a superação da vulnerabilidade da nossa economia, exige a adoção de uma agenda estratégica, que leve ao fortalecimento da base científica e tecnológica em questões relacionadas a: 1) temas ambientais, climáticos, de segurança energética, assim como questões de saúde e de qualidade de vida; 2) cooperação com economias emergentes, como China, Rússia e África do Sul, em áreas estratégicas, com destaque para biotecnologia, saúde, energia limpa, TIC; 3) aproximação e formação de parcerias com países em

desenvolvimento, notadamente com os países latino-americanos e africanos; e 4) a cooperação e reforço dos laços Sul-Sul. Com essas ações, o Brasil também reafirmaria seu compromisso com a cooperação solidária.

O alto investimento em P&D que, nos países de vanguarda, fica entre 3% e 4,5% do PIB, no Brasil é menos de 1,2%. É preciso elevar, em tempo hábil, nossos investimentos públicos e privados em P&D para 2% do PIB. Nesse esforço, o Estado deve aumentar o apoio financeiro a *startups* de base tecnológica e subsídios direcionados para áreas estratégicas, como IA, nanotecnologia e biotecnologia. Tudo isso deveria ser uma política orientada por missões.

O terceiro conjunto de instrumentos diz respeito à utilização do poder de compra do Estado para contratações públicas, como compras, obras públicas, compras da administração direta e de empresas estatais, para alavancar o desenvolvimento industrial em áreas estratégicas, como infraestrutura, energia limpa, saúde e defesa.

Cabe destacar que os países da OCDE, dos EUA e da China utilizam o poder de compra do Estado como instrumento para estimular o desenvolvimento de tecnologias estratégicas. Os EUA utilizam compras governamentais para impulsionar a inovação em setores estratégicos, especialmente na defesa, tecnologia da informação e saúde. *Small Business Innovation Research (SBIR)*, por exemplo, é um programa de compras governamentais que incentiva pequenas empresas a desenvolverem tecnologias inovadoras, financiadas em fases consecutivas conforme a evolução do projeto.

Na União Europeia, o uso de *Compras Públicas* busca incentivar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras com aplicação em setores estratégicos, como transporte e energia. A Comissão Europeia também investe em *Pre-Commercial Procurement* (PCP), que financia o desenvolvimento de soluções inovadoras que ainda não estão no mercado. Na China o instrumento de compras governamentais busca conferir a autossuficiência tecnológica e estimular a inovação em setores como energia renovável, semicondutores e IA.

Uma política de Estado para o desenvolvimento da indústria de semicondutores, deve ser considerada estratégica para a soberania e o desenvolvimento tecnológico do Brasil, e seu fortalecimento exige investimentos continuados e políticas públicas específicas. Para promover a competitividade nacional nesse setor, recomenda-se a criação de um *Brazil Chip Act*, uma legislação dedicada a incentivar a produção local de semicondutores por meio de incentivos fiscais, créditos direcionados e desburocratização dos processos regulatórios.

10.2 Política industrial orientada por missões e a construção de capacidades em CT&I

Recentemente, diversos países orientaram suas políticas públicas a partir do conceito de missões, com estratégias e metas para enfrentar os desafios sociais. Para isso, utilizaram coordenação e arranjos institucionais, em distintos níveis de governança, além de maior integração de instrumentos governamentais para impulsionar o desenvolvimento, em um ecossistema articulado a partir de uma renovada visão do Estado e sua relação com o mercado.

Em uma reflexão sobre políticas orientadas por missões, cabe revisitar a construção dos vetores do crescimento do início da década passada, as chamadas frentes de expansão (ou motores do crescimento), orientadas para a inclusão social e desconcentração da renda por meio de vigoroso crescimento do produto e do emprego. As frentes de expansão possibilitaram mudanças na estrutura produtiva, na estrutura social e na distribuição de renda, por meio de investimentos em áreas de grande interesse do respectivo país.

Em consonância com esse princípio, a política definida a partir de missões, formulada no atual governo com vistas à neoindustrialização, permite alinhar programas e ações para enfrentar problemas históricos da sociedade brasileira. Busca, com suas seis missões, articular o motor do crescimento com o investimento na solução de questões centrais como: mobilidade urbana, saneamento básico, tecnologia verde, habitação popular, saúde, educação. Além disso, projeta também ações relacionadas às especificidades regionais, como: desenvolvimento das atividades agropecuárias do semiárido, desenvolvimento sustentável da Amazônia, entre outros a serem elencados.

A NIB, articulada com os investimentos do PAC e as estratégias das áreas de educação, saúde, desenvolvimento social, meio ambiente, cidades, agricultura familiar e empresarial, energia, tecnologia da informação e comunicação, logística, entre outros, configura um plano consistente para a reconstrução e a transformação do Brasil. Pensar o desenvolvimento em um país como o nosso não é apenas considerar o resultado, mas também olhar para o processo. A legitimidade de uma política de desenvolvimento importa para a sua efetividade.

Estruturar a política de desenvolvimento por meio de missões ajuda a construir consensos com a sociedade. O processo de construção por meio das missões ajuda a criar uma aproximação do Estado com diferentes setores industriais com vistas a estabelecer pactos entre Estado e sociedade sobre os rumos do processo de desenvolvimento. Em vez de políticas verticais, a estratégia agora passa pela colaboração horizontal entre vários setores. Isso envolve grupos multifuncionais que abrangem toda a cadeia de valor de pesquisa e inovação, desta pesquisa básica até a aplicação, assim como áreas de fronteira experimentais. A arquitetura institucional deve funcionar de forma a permitir espaços de descoberta não previsíveis no *script* original.

Em vez de escolher setores industriais, uma política de desenvolvimento orientada por missões deve indicar os problemas a serem enfrentados, para orientar a estratégia de inovação em diversos setores. Com isso, a estratégia não só ataca falhas de mercado, mas também pode criar mercados em setores de fronteira. Assim, a lógica da política orientada à missão depende de um processo de negociação política relativamente complexo, e da construção de consensos que gerem compromissos políticos duradouros. A ciência, a tecnologia e a inovação são partes inerentes e fundamentais do processo de construção da ação política do Estado a fim de se alcançar os objetivos propostos de melhoria da qualidade de vida e do bem-estar da população.

10.3 O papel dos sistemas nacionais de inovação no desenvolvimento nacional

Foi no pós-guerra que a ideia de que ciência e tecnologia poderiam gerar bem-estar e segurança despertou a atenção dos governos de diversos países. O grande sucesso alcançado no desenvolvimento de tecnologias durante a guerra acabou levando ao relatório *Science, the Endless Frontier*, que Vannevar Bush entregou ao presidente Truman e que inspirou todo o mundo. Instituições de fomento à pesquisa foram criadas ao redor do mundo.

O Brasil foi ágil em seguir esse movimento mundial. Em 1951, criou a Capes e o CNPq, e depois vieram as FAPs, a entrada do BNDES no financiamento da ciência e tecnologia por meio do Fundo Nacional de Tecnologia (FNT), gerido posteriormente pela Finep. Todas essas iniciativas expandiram, no Brasil, o número de profissionais envolvidos em atividades de ciência e tecnologia, seja nas universidades, nos centros de pesquisa e nos setores de P&D ligados a empresas, privadas ou públicas.

Entretanto, a aproximação inicial do arcabouço científico ao produtivo foi rapidamente interrompida, e a principal consequência foi a debilidade da base de conhecimento de uma estrutura técnico-produtiva que, no caso de muitos setores, se encontrava em uma etapa incipiente. Hoje, o Brasil é o 13º País do mundo em publicações científicas, mas ocupa o 49º posição no Índice Mundial de Inovação.

Com vistas a diminuir o descompasso entre nossa ciência e nossa tecnologia, surge a ideia dos sistemas nacionais de inovação. Esses ambientes ganham protagonismo no atual momento, no qual se faz premente revisitar a relação entre a universidade e as empresas no processo de inovação. É nessa discussão que deve ser entendido o processo de criação das *start ups* e *deep techs*. Trata-se de empresas com alto risco tecnológico e financeiro, em geral oriundas das universidades, que precisam ser pensadas a partir da lógica da absorção de conhecimento no nosso País, para que não se perca o investimento feito pelo Estado.

10.4 Territorialização do desenvolvimento

Um importante gargalo a ser enfrentado a fim de superar as desigualdades estruturais características da economia brasileira, é a desconcentração do desenvolvimento produtivo, altamente concentrado nas regiões Sul e Sudeste do País. Com amplo território e 36% da população brasileira, as regiões Norte e Nordeste tinham, em 2018, uma renda per capita de US$9.174, bem menor que a média do país de US$15.513 (valores de paridade do poder de compra). Além da desigualdade de renda, há profundas desigualdades territoriais em infraestrutura física, científica e tecnológica, escolaridade, saneamento e atividades mais sofisticadas.

Cabe destacar que existe uma diferença regional relevante na inserção do emprego formal da indústria, que acompanha uma diferença salarial expressiva. Na indústria de transformação, 48% do emprego total estão nos estados do SE, que também concentram 72% e 63% dos empregos de Mestres e Doutores do setor, respectivamente. É preciso promover o desenvolvimento industrial das regiões Norte e Nordeste, e isso só pode ser conseguido se forem exploradas as suas vantagens comparativas. No Nordeste, já temos um exemplo disso na produção de energia eólica e fotovoltaica, que ali está sendo produzida a muito menor custo. Na Amazônia, como Carlos Nobre insiste em dizer, a exploração industrial de produtos como cacau, o cupuaçu, o açaí e outros, pode ser feita sem derrubar a floresta e gerar muita riqueza e emprego.

10.5 Soberania do conhecimento e propriedade industrial

No tocante às políticas tratadas neste capítulo, os debates em torno do tema da propriedade industrial e soberania chamam a atenção. Certamente, a questão ocupa um papel central nas discussões globais sobre inovação, desenvolvimento sustentável e competitividade econômica, sendo amplamente debatida em organismos internacionais como a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO) e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Tais instituições têm enfatizado a importância de um sistema de propriedade intelectual robusto como ferramenta para enfrentar desafios globais, como as mudanças climáticas, a segurança alimentar, a saúde pública e a transição digital.

Contudo, para o Brasil, a adoção dessas diretrizes, ou a harmonização de nossa legislação, deve ser feita com atenção à soberania do conhecimento, garantindo que as inovações geradas no País sirvam prioritariamente aos interesses nacionais e ao desenvolvimento endógeno.

No âmbito da WIPO, o debate sobre acesso e uso de tecnologias protegidas por propriedade industrial tem ganhado relevância, especialmente em áreas sensíveis como saúde e biotecnologia. Na

Conferência, os debates sobre saúde foram importantes para evidenciar que durante a pandemia de covid-19, houve enorme desigualdade no acesso a vacinas, medicamentos e equipamentos médicos, evidenciando a necessidade de políticas que equilibrem a proteção da propriedade intelectual com o direito ao acesso universal. O Brasil, como um dos maiores mercados emergentes, deve atuar ativamente nessas discussões, defendendo mecanismos que assegurem a transferência de tecnologia e a produção local de insumos estratégicos para a saúde, fortalecendo o Complexo Econômico-Industrial da Saúde (Ceis). Essa postura é essencial para garantir autonomia no enfrentamento de crises sanitárias e reduzir a dependência de cadeias globais dominadas por potências estrangeiras.

Os países-membros da OCDE têm investido em políticas de estímulo à propriedade industrial para setores estratégicos como energias renováveis, inteligência artificial e biotecnologia. Embora o Brasil ainda não seja membro pleno, as práticas desse organismo fornecem um referencial importante. No entanto, os debates na Conferência assinalam que qualquer alinhamento às diretrizes internacionais deve ser ajustado à realidade brasileira, assegurando que as políticas de propriedade industrial promovam o desenvolvimento de tecnologias nacionais adaptadas às especificidades locais, como a bioeconomia amazônica e a segurança alimentar.

Ao mesmo tempo, o Brasil deve enfrentar a crescente concentração de patentes nas mãos de grandes corporações globais, o que muitas vezes dificulta o uso de tecnologias estratégicas por países em desenvolvimento. Nesse cenário, é fundamental defender, nos fóruns internacionais, o fortalecimento de políticas que ampliem o acesso a tecnologias essenciais, como o licenciamento compulsório em situações de emergência e os mecanismos de compartilhamento de conhecimento, sempre garantindo que os direitos de inovação e proteção intelectual do Brasil sejam respeitados.

A soberania do conhecimento no Brasil passa, assim, por uma estratégia que integre as discussões internacionais à realidade nacional, sem subordinação. Essa estratégia deve priorizar a proteção das inovações endógenas em setores como saúde, alimentos e bioeconomia, enquanto promove a disseminação do conhecimento científico e incentiva o protagonismo brasileiro em debates globais. Para isso, é necessário fortalecer o sistema nacional de propriedade industrial, ampliar a infraestrutura de pesquisa e inovação e adotar políticas que garantam que o Brasil não apenas participe, mas lidere as transformações globais. Essa visão soberana permitirá ao Brasil alavancar suas vantagens comparativas, proteger sua biodiversidade e consolidar um modelo de desenvolvimento econômico e tecnológico justo e sustentável.

10.6 Mundo do trabalho: recursos humanos e formação qualificada

O desenvolvimento deve ser pensado junto com o trabalho e a qualificação humana. A falta de profissionais qualificados em diversos setores industriais representa um desafio crítico. Desde 2006, a indústria de transformação perdeu participação no emprego formal total da economia brasileira, saindo de 17,8% em 2006 para 14,9% em 2021. Quando se analisa o emprego formal de Mestres e Doutores, percebe-se que enquanto os mestres representam 1,43% dos empregos formais, os doutores respondem por apenas 0,15%. Por sua vez, estudos apontam que os profissionais que cursaram o ensino médio técnico ganham aproximadamente 32% a mais do que aqueles que possuem apenas o ensino médio tradicional. Além disso, a taxa de desemprego do primeiro grupo equivale a 7,2%, enquanto a do segundo é igual a 10,2%.

Foto: Zona Sul Notícias (https://www.zonasulnoticias.com.br/conferencia-estadual-de-ciencia-tecnologia-e-inovacao-comeca-nesta-quinta-feira-07/).

Por um lado, é necessário fomentar programas de mestrado profissional, por outro, incentivar a interação entre programas de pós-graduação (*stricto sensu*) e setor produtivo, criando um ambiente propício para inovação tecnológica e social aplicadas às demandas da sociedade. Devem ser estimuladas parcerias entre empresas e instituições de ensino, pesquisa e inovação, linhas de pesquisa em ciência aplicada e desenvolvimento de trabalhos acadêmicos que respondam a desafios do setor produtivo. Além disso, a ação deve ter como meta propiciar a participação dos profissionais com mestrado e doutorado no desenvolvimento produtivo do País: por meio de medidas de

incentivo para a inclusão desses profissionais nas empresas nacionais; pela capacitação de pesquisadores em empreendedorismo e negócios, gerando as condições para que mais inovações acadêmicas sejam convertidas em produtos e serviços que gerem desenvolvimento sustentável.

Outra dimensão desse tema é a demanda por trabalhadores qualificados e especializados nas cadeias produtivas instaladas no País, que podem ser técnicos de nível médio. Na educação profissional e tecnológica (EPT), o ensino está alinhado às demandas do mundo do trabalho, e oferece oportunidades de inserção produtiva para os estudantes. Contudo, no Brasil, a EPT atende a apenas 8% do total de concluintes do ensino médio. Estima-se que o PIB nacional tem um potencial de incremento de 2,3 % com a triplicação do acesso ao ensino médio técnico. Se por um lado, são injetados recursos para a expansão e adensamento de determinadas cadeias, cabe apoiar e ampliar as iniciativas de qualificação profissional destinadas ao esforço da neoindustrialização. Assim, é crucial que haja uma instância que antecipe as necessidades de qualificação profissional necessárias para atender às cadeias produtivas e aos setores econômicos abrangidos por essa política industrial.

O problema da fuga de cérebros surge com mais força a partir dos anos 1990 e aponta para a estreita relação que existe entre formação acadêmica e desenvolvimento. Isso ocorre porque, à medida que os avanços científicos e tecnológicos passam a ser elementos centrais do sistema produtivo internacional, os requisitos de talento humano altamente qualificado em conhecimentos científicos e tecnológicos para elevar a produtividade aumentam.

Nos países centrais, a demanda por esse tipo de mão de obra cresce mais rápido do que a formação. Essa deficiência é resolvida com a importação de mão de obra dos países menos desenvolvidos. Ocorre uma migração de trabalhadores altamente qualificados dos países mais pobres para os mais ricos. Por essa razão, a pesquisa científica e tecnológica não pode estar dissociada do processo de desenvolvimento.

10.7 RECOMENDAÇÕES

1. **Desenvolvimento regional e inovação**: fomentar ecossistemas regionais de inovação, especialmente no Norte e Nordeste, com foco em bioeconomia e energias renováveis, integrando essas regiões à inovação nacional.
2. **Transformação digital e competitividade industrial**: aumentar a adoção de tecnologias digitais avançadas (IA, IoT, robótica) para setores estratégicos e fortalecer parcerias para implementar a Indústria 4.0, incluindo a expansão da infraestrutura 5G.
3. **Sustentabilidade e Biotecnologia**: priorizar investimentos em biotecnologia, bioeconomia e tecnologias de baixo carbono, e criar *sandboxes* regulatórios para promover a inovação.
4. **Proteção social e inclusão digital:** criar políticas de proteção para trabalhadores impactados pela automação e transição para uma economia verde, e universalizar o acesso à internet para inclusão digital.
5. **Políticas de fomento e compras governamentais**: integrar políticas públicas e promover compras governamentais que incentivem a inovação e a sustentabilidade.
6. **Apoio à infraestrutura de inovação local**: estimular a criação de centros de inovação e *hubs* tecnológicos em regiões específicas, garantindo que o desenvolvimento científico e tecnológico chegue, de forma equitativa, a todas as partes do Brasil, especialmente às regiões mais carentes.
7. **Promoção da inovação em setores-chave para o desenvolvimento regional**: incentivar a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias nas áreas que são mais relevantes ao crescimento regional, como energia renovável, agroindústria, turismo sustentável e saúde.
8. **Elaborar e implementar uma política de transferência de tecnologia e produção local**: o Brasil deve adotar medidas que agilizem mecanismos de licenciamento compulsório e estabelecer incentivos estratégicos alinhados a missões nacionais prioritárias.

11 O lugar do Brasil no cenário internacional de CT&I

11.1 Projetos disruptivos nos séculos XIX e XX alavancaram a pesquisa e a indústria nacional

O Brasil beneficiou-se, ao longo do século XX, de projetos disruptivos que tiveram consequências sociais e econômicas de longo prazo e induziram o desenvolvimento em CT&I. Assim foi com o Instituto Butantã e a Fiocruz, criados no início do século XX com o objetivo de combater a peste bubônica, e que posteriormente ampliaram suas funções, promovendo pesquisa científica de relevo e a produção de vacinas no Brasil. Esses dois institutos marcaram o início da nossa pesquisa em saúde e trouxeram grandes benefícios à população. A Embrapa tem sua raiz nos Imperiais Institutos de Agricultura, criados por D. Pedro II a partir de 1860. Sem eles, teria sido muito difícil criar a Embrapa em 1973, mais de um século depois. Foi também D. Pedro II quem fomentou, em 1876, a criação da Escola de Minas de Ouro Preto, pioneira na formação de engenheiros de minas e geólogos, e importante marco da engenharia nacional.

Sem a formação de engenheiros, não seria possível a Companhia Vale do Rio Doce, fundada em 1942, a Companhia Siderúrgica Nacional, fundada em 1946, e a Companhia Hidroelétrica do São Francisco, criada em 1948. Sem a criação do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em 1950, não poderia existir a Embraer, fundada em 1969, que agrega valor à balança comercial do Brasil. E sem as escolas de química, geologia e engenharia, entre outras, criadas na primeira metade do século XX, a Petrobras, fundada em 1953, não teria alcançado protagonismo internacional na exploração de petróleo em águas profundas, com o projeto do pré-sal.

O Instituto Butantã e a Fiocruz marcaram o início da nossa pesquisa em saúde e trouxeram grandes benefícios à população.

Foto: Universal Robots (https://www.universal-robots.com/br/blog/ind%C3%BAstria-de-transformac%C3%A3o-caracter%C3%ADsticas-dores-e-uso-de-cobots-nas-aplicac%C3%B5es/).

A criação do CNPq e da Capes, em 1951, alguns meses após a criação da *National Science Foundation* nos Estados Unidos, ensejou uma guinada histórica no apoio à pesquisa e na formação de recursos humanos para o desenvolvimento científico e tecnológico do País. A fundação da Finep e a criação das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa trouxeram solidez ao SNCTI. A rede nacional de instituições de ciência e tecnologia e, em especial, das universidades públicas, criadas a partir do início do século XX, elevou a posição do Brasil no cenário internacional de publicações científicas. Tomando-se como parâmetro as publicações indexadas na base *Web of Science*, propriedade da Clarivate Analytics, o Brasil ocupa atualmente o 13º lugar em quantidade de artigos publicados (CGEE 2024). As universidades públicas são responsáveis por 96% da produção científica do Brasil.

Essas iniciativas demonstram a importância de projetos de longo prazo para o desenvolvimento nacional. E motivam perguntas para o presente: que projetos de longo alcance devem ser promovidos no Brasil atual? Como moldar o futuro do País a partir de políticas consistentes na educação, na ciência e na inovação, de modo a reduzir a desigualdade social, melhorar a qualidade de vida da população e ganhar projeção internacional em ciência e inovação?

11.2 Brasil investe pouco em CT&I, afetando a ciência e a indústria nacional

Há uma opinião dominante sobre porque não desenvolvemos uma indústria nacional inovadora. No nosso esforço de industrialização, que remonta ao Estado Novo, foram criados incentivos fiscais, cambiais e alfandegários para a instalação no Brasil de fábricas de empresas multinacionais. Esses incentivos, talvez excessivos, resultaram em uma reserva de mercado para empresas industriais instaladas no Brasil, que por isso se acomodaram e não tiveram de dar maior atenção ao seu desempenho. Na área de informática, de 1977 e 1991 a reserva de mercado foi radical, e a importação de produtos foi proibida. O resultado foi desastroso. Esse histórico nos ensina que todo projeto de desenvolvimento tem de ser apoiado por grande esforço na geração de CT&I, e o Brasil aprendeu a lição, embora não a esteja pondo em prática com a determinação necessária.

Na área científica, o avanço brasileiro foi significativo e encorajador. Em 1968, foi realizada a reforma universitária e criado o sistema de pós-graduação (PG), inspirado no modelo norte-americano, porém com objetivos distintos, conforme discutido no capítulo 4. Nos Estados Unidos, a pós-graduação forma profissionais altamente qualificados para um mercado predominantemente composto por empresas, onde cerca de dois terços dos egressos encontram oportunidades. No Brasil, a reforma enfatizou a universidade de pesquisa, que precisaria se expandir significativamente, atribuindo à pós-graduação a missão principal de formar profissionais para as próprias universidades. A pós-graduação brasileira cumpriu essa missão com êxito, como mencionado no capítulo 4. Em 1968, o País contava com menos de mil doutores, enquanto hoje esse número alcança 200 mil, com a formação anual de 25 mil novos doutores. No entanto, devido à baixa participação do setor empresarial no processo de inovação, o Brasil amarga a 49ª posição no Índice Global de Inovação (IGI), que mede, entre outros fatores, o número de patentes registradas pelos países.

A Figura 5 apresenta o número de publicações brasileiras em áreas do conhecimento selecionadas em 2010 e em 2023. De acordo com os dados, houve um crescimento da produção indexada na WoS em todas as áreas, exceto em Biologia e Bioquímica, setores nos quais o Brasil possuía reconhecida relevância. Compreender as razões dessa estagnação é essencial para evitar retrocessos nas conquistas obtidas.

Nas Ciências Agrícolas, área em que o Brasil tem destaque científico e tecnológico, o número de publicações permaneceu estável. Mas esse fato foi compensado pelo expressivo aumento de publicações em Ciências de Animais e Plantas, áreas nas quais o País ampliou sua atuação. A Embrapa e algumas escolas agrícolas desempenham papel fundamental no crescimento dessas ciências, sendo essencial que sejam valorizadas e incentivadas. O avanço significativo nas áreas de Ambiente/Ecologia e Engenharia, merece destaque. Ambiente/ecologia torna-se cada vez mais relevante devido

ao crescente envolvimento do Brasil em programas ambientais cruciais para a preservação do meio ambiente e dos biomas.

Na Engenharia, área na qual o avanço da ciência brasileira foi relativamente tardio, os progressos recentes são evidentes. Intensificar esse crescimento é fundamental para sustentar o desenvolvimento tecnológico nacional. Na área da Farmacologia & Tecnologia, o número de publicações praticamente dobrou. Esse crescimento é essencial para a indústria farmacêutica, que tem avançado na produção de medicamentos genéricos, mas ainda enfrenta desafios no desenvolvimento de novos princípios ativos.

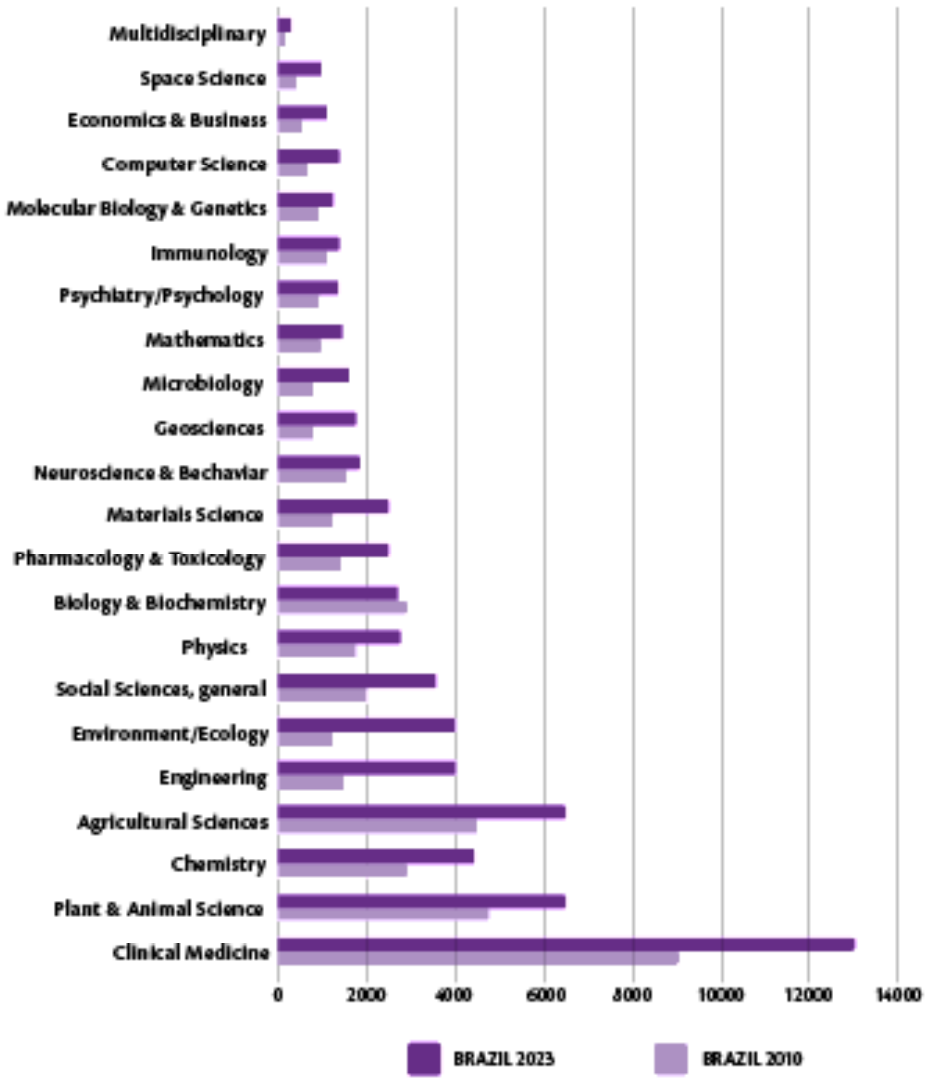
Em Geociências, a produção de artigos mais que dobrou, o que pode ser atribuído ao protagonismo da Petrobras na exploração de petróleo em águas profundas. O Brasil avançou significativamente na sísmica de reflexão, ciência que permite o estudo do subsolo por meio da reflexão de ondas vibracionais, utilizada para localizar jazidas de petróleo e outros minerais. Com o uso da sísmica, o Brasil também aumentou muito o conhecimento a respeito dos seus aquíferos, que são muito grandes e precisarão ser explorados no enfrentamento da mudança climática. Na exploração de nossos aquíferos de forma sustentável, suas reservas precisam ser medidas com maior precisão, e suas recargas têm de ser constantemente monitoradas.

Na Ciência da Computação, a produção acadêmica mais do que duplicou, um sinal positivo. Entretanto, há necessidade de maiores investimentos para que o Brasil se posicione competitivamente na transformação digital, especialmente em inteligência artificial, que avança rapidamente.

Também na Ciência dos Materiais, a produção de artigos mais do que duplicou. E esse aumento provavelmente está associado ao estudo dos materiais avançados que, cada vez mais, têm propriedades específicas e projetadas. Aponta-se, contudo, que o conhecimento sobre materiais avançados criado no Brasil não está sendo transformado em produtos, embora já estejam aparecendo *startups* para isso, que precisam ser fomentadas.

Em suma, a produção científica está crescendo acentuadamente desde 2010, e cresce mais em áreas de importância nos temas de grande relevância na política econômica industrial e ambiental do Brasil para a próxima década. Essa correlação auspiciosa aponta um caminho virtuoso para a CT&I nacional nos próximos anos, referência importante para políticas governamentais.

Figura 5 – Número de publicações brasileiras nas grandes áreas em 2010 e 2023



11.3 Novas áreas portadoras de futuro aparecem no cenário internacional

As áreas portadoras de futuro mudaram, devido à intensa inovação tecnológica mundial ocorrida na última década. Assim, biotecnologia e biomassa foram especializadas e as expectativas de 2010, à época do *Livro Azul*, foram suplantadas com o surgimento da biologia sintética e da engenharia biológica, que se transformaram com a tecnologia CRISPR. A percepção, em 2010, da importância

das TIC, dos *chips* e da computação de alto desempenho, foi ampliada com a IA, a IoT e a computação quântica. A ênfase em nanotecnologia e semicondutores cresceu com o aparecimento de novas tecnologias quânticas e novos materiais para energia e catálise, e para a medicina.

Essas novas tecnologias terão impacto na qualidade de vida da população nacional, que já enfrenta o custo proibitivo de novos tratamentos para a saúde e o atraso na obtenção de novas vacinas. Além disso, o crescente protecionismo internacional tende a criar obstáculos à colaboração científica e à importação de tecnologias em temas estratégicos, como tecnologias quânticas, novos materiais e semicondutores. É, portanto, importante estimular competências e indústrias, em especial deep tech e *startups*. Nos países em que investidores alavancam rapidamente startups promissoras, elas se tornaram um elemento com enorme poder de inovação, principalmente a partir dos anos 1980. No Brasil, há carência de investimento de risco em startups, o que exige maior incentivo estatal. Uma alternativa seria o BNDES criar uma linha específica de investimento para *startups*, suprindo essa lacuna.

11.4 Cooperação internacional contribui para aumentar a qualidade da produção científica e da indústria nacional

A cooperação científica internacional é muito importante para a melhoria da ciência e engenharia no Brasil, e não menos para a aquisição de novas técnicas e métodos. Por isso, é necessário incentivar e promovê-la, além de facilitar a mobilidade de pesquisadores e sua participação em redes globais de pesquisa, garantindo que a colaboração seja baseada em parâmetros de reciprocidade e respeito mútuo. Nas colaborações e coautorias, deve-se dar atenção especial a temas estratégicos ao País e buscar tanto a inserção de cientistas brasileiros em redes internacionais quanto tornar o Brasil um destino atrativo para talentos estrangeiros.

A colaboração é especialmente benéfica quando envolve equipamentos para pesquisa experimental, tanto os que não estão disponíveis no Brasil e precisam ser usados por pesquisadores brasileiros, quanto aqueles que atraem cientistas estrangeiros para o País, como é o caso do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEN). Essas cooperações contribuem para a ciência de alto impacto e para o desenvolvimento da indústria nacional, que tem respondido aos desafios de produzir equipamentos sofisticados. Um exemplo é a relevante presença, no CERN (Europa) e no Fermilab (Estados Unidos), de pesquisadores brasileiros da área de física de partículas, com a participação da indústria nacional no fornecimento de componentes para detectores de partículas. Outro exemplo é a participação da indústria na construção do acelerador de partículas Sirius, do CNPEN, que requereu eletroímãs especiais e potentes e outros componentes que a indústria nacional entregou.

A cooperação internacional do Brasil em ciência e tecnologia necessita ser ampliada e diversificada, envolvendo envolver países de múltiplas regiões e com diferenciados modelos de desenvolvimento. A cooperação com países amazônicos na área de biotecnologia, hoje muito reduzida, é fundamental para promover a sustentabilidade do bioma amazônico. Recomenda-se a ampliação de parcerias estratégicas entre países do Sul global, com foco em áreas de interesse mútuo, como saúde, energias renováveis, adaptação às mudanças climáticas e inovação em transporte público. A criação de uma Agência Latino-Americana de Ciência e Tecnologia foi apontada na 5ª CNCTI como uma prioridade para fomentar a integração regional e financiar projetos de cooperação científica e tecnológica. O fortalecimento de ações de diplomacia científica, que aprofundem a sinergia entre política científica e externa, deve buscar desenvolver iniciativas e instrumentos que facilitem a gestão de acordos e parcerias internacionais, preservando os interesses e prioridades nacionais.

11.5 Ciência e inovação na exploração de nossas vantagens comparativas

O Brasil possui talvez o maior potencial fotovoltaico do mundo, e as usinas fotovoltaicas instaladas nos melhores locais chegam a alcançar um fator de capacidade (FC) de 33%. O FC é a razão entre a potência média entregue por uma usina e sua potência de pico, e 33% é um coeficiente muito alto, posto que a potência de pico é atingida no zênite com um céu sem nuvens. Nossa energia fotovoltaica é a energia de mais baixo custo que se conhece. Mas o Brasil não se movimenta para desenvolver o elemento chave para sua produção, os painéis fotovoltaicos de silício, cuja produção não é tão desafiadora. O BNDES, o maior financiador do mundo na produção de energia limpa, financiou com extraordinário sucesso a instalação de usinas eólicas no NE, mas não criou uma linha de financiamento para a produção de energia fotovoltaica, que deveria contemplar também o desenvolvimento de painéis solares.

É importante lembrar que a ciência brasileira sempre respondeu quando confrontada com desafios e amparada para resolvê-los. O Brasil desenvolveu de forma pioneira a agricultura tropical. Com a formulação do Proálcool, a ciência ajudou a mais do que duplicar a produtividade da cana-de-açúcar, e a desenvolver tecnologias nacionais para transformação do açúcar em etanol. Quando se descobriu que o petróleo brasileiro estava sob águas mais profundas do que as grandes petrolíferas estavam capacitadas para explorar, a Petrobras desenvolveu tecnologias para isso que a tornaram a protagonista global no ramo, usando pesquisadores brasileiros e técnicas que eles criaram. Desenvolvemos em tempo hábil nosso submarino atômico e a ultracentrifugadora para separação de isótopos mais eficiente do mundo. O Brasil acabou de construir o Sirius, em alguns aspectos a melhor fonte de luz sincrotron do mundo, e para isso explorou principalmente ciência brasileira.

A mudança climática e seus impactos sobre as cidades e regiões, a crise ambiental e a transição energética devem ser vistas como os novos desafios, certamente maiores do que os que já foram enfrentados. O Brasil precisa enfrentá-los com êxito, e para isso e com isso o Brasil alcançará novo papel no cenário internacional de CT&I.

11.6 RECOMENDAÇÕES

1. **Colaboração internacional e diplomacia científica**: incentivar parcerias internacionais em áreas-chave, como bioeconomia, agricultura de precisão, saúde e serviços ambientais, usando editais e encomendas públicas, bem como fortalecer a diplomacia científica com ferramentas para gestão de acordos e parcerias internacionais.
2. **Estímulo à indústria e tecnologias do futuro**: fomentar *startups* e *deep techs* em áreas emergentes, como inteligência artificial, CRISPR, biotecnologia e novas tecnologias para energia e saúde.
3. **Internacionalização das ICT e mobilidade científica**: aprimorar e expandir os programas de estágios e intercâmbio de pesquisadores e estudantes entre ICT e grupos internacionais, favorecendo a colaboração em pesquisa e ensino.
4. **Cooperação com o Sul global e países amazônicos:** estimular a cooperação científica com países do Sul global, focando em bioeconomia, saúde, energias renováveis e adaptação climática e priorizar a cooperação com países amazônicos para conservação e exploração sustentável da biodiversidade.
5. **Ciência, biomas e redes globais**: valorizar os biomas brasileiros na estratégia de inserção do Brasil em redes globais de ciência e inovação.
6. **Integração regional e Agência Latino-Americana de Ciência e Tecnologia (Arco)**: criar a Agência Arco para fomentar a cooperação científica e tecnológica regional, com foco em desenvolvimento sustentável e integração latino-americana.
7. **Atração de investimentos internacionais para CT&I**: criar mecanismos de incentivo à instalação de centros de P&D de empresas estrangeiras no Brasil, especialmente em áreas como IA, biotecnologia e transição energética e desenvolver políticas para facilitar parcerias público-privadas internacionais em inovação.
8. **Estratégia nacional de *soft power* científico**: criar programas de difusão científica internacional para fortalecer a imagem do Brasil como referência em áreas estratégicas (ex.: bioeconomia, saúde, tecnologias sustentáveis) e promover a ciência brasileira por meio de participação ativa em organismos multilaterais (Unesco; ONU; OCDE; Brics; G20).

9. **Fortalecimento da inovação em cadeias produtivas globais**: inserir empresas e *startups* brasileiras em cadeias globais de valor em setores estratégicos, como semicondutores, fármacos e energias renováveis e ampliar a participação do Brasil em programas internacionais de inovação, como Horizon Europe e Global Innovation Fund.
10. **Ampliação dos mecanismos para retenção e repatriação de talentos científicos**: estruturar programas para atrair pesquisadores brasileiros no exterior, garantindo condições favoráveis de financiamento e infraestrutura e incentivar a permanência de talentos estrangeiros formados no Brasil, com políticas de visto e incentivo à pesquisa.
11. **Fortalecimento da infraestrutura de pesquisa internacionalizada**: criar e expandir laboratórios internacionais de pesquisa conjunta em áreas estratégicas e estabelecer parcerias com grandes infraestruturas científicas globais (ex.: CERN, Square Kilometre Array, Synchrotron Lightsource).
12. **Aprimoramento da regulamentação e propriedade intelectual**: harmonizar a legislação de propriedade intelectual com padrões internacionais para facilitar colaborações e patentes conjuntas e desenvolver um marco regulatório que favoreça a inovação aberta e a cooperação científica internacional.

PARTE V

Educação para a ciência e a popularização da ciência

Embaixadores mirins da ciência na 5ª CNCTI

Foto: Luis Nova (Ascom/MCTI)

12 Educação científica e a popularização da ciência

12.1 O mundo contemporâneo exige que a sociedade saiba mais sobre CT&I

A pandemia de covid-19 e a onda negacionista que se espalhou pelo mundo neste século escancararam a importância de uma melhor formação científica de crianças e jovens, bem como a relevância de uma popularização da C&T, abrangente e de qualidade, junto à sociedade. O Brasil não pode fugir desse desafio, como amplamente discutido na 5ª CNCTI, em que também se debateu o que se deve fazer. Um dos fatos apontados, como não poderia deixar de ser, é que no mundo contemporâneo popularização da ciência não é só algo que especialistas expõem à sociedade, pois esta está, cada vez mais, se tornando ator ativo na criação da ciência por meio da ciência cidadã, como discutido em vários capítulos deste livro.

Um dos nossos principais desafios é que cada brasileiro tenha a oportunidade de adquirir conhecimentos e práticas científicas básicas, assim como informações sobre a C&T e seu funcionamento, que lhe dê condições de entender melhor o seu entorno, de ampliar suas oportunidades profissionais e de lhe possibilitar uma atuação cidadã consciente. Para isso, é importante que se adquira uma visão geral sobre os principais métodos, resultados e usos da ciência, bem como de seus riscos e limitações, e dos fatores econômicos, políticos, tecnológicos e culturais que influenciam seus processos e aplicações.

Um dos grandes problemas da educação científica no Brasil, da qual a divulgação científica constitui uma parte significativa, é incluir milhões de brasileiros, em especial crianças e jovens, em um processo educacional de qualidade. Há muita gente 'lá fora', em particular os jovens, que estão 'por fora' da C&T, por serem mantidos 'de fora' do conhecimento científico e da participação cidadã na ciência. A razão principal disso reside na ausência de uma educação científica básica abrangente, de qualidade e inclusiva. O Brasil está se tornando um ator relevante na criação de conhecimento, e a população brasileira manifesta grande interesse por temas de C&T, e possui uma visão muito positiva sobre seus benefícios e sobre os profissionais que a praticam, como têm mostrado as pesquisas de percepção pública da ciência. Isso é muito positivo.

Um dos grandes problemas da educação científica no Brasil, da qual a divulgação científica constitui uma parte significativa, é incluir milhões de brasileiros, em especial crianças e jovens, em um processo educacional de qualidade.

A popularização da C&T e a educação científica foram amplamente discutidas na 5ª CNCTI, ressaltando-se a necessidade de a ciência estar presente, de forma consistente, na formação escolar, de se promover a formação continuada de professores e de incentivar a comunicação pública da ciência. Esses tópicos foram abordados em sessões nos Eixos 1, 3 e 4, e foram recorrentes nos debates sobre a recuperação e consolidação do SNCTI e sobre o desenvolvimento econômico e social no País. A popularização da ciência é percebida como uma ferramenta capaz de contribuir para a construção de uma sociedade crítica e informada, no enfrentamento de desafios como a desinformação e o negacionismo científico.

A CT&I é também um importante elemento para a conquista da cidadania, para a democratização da vida social e para a elevação da qualidade de vida. Mobilizar a criatividade e a inteligência coletiva dos brasileiros para resolver problemas sociais é um desafio permanente; fornecer-lhes condições e recursos adequados para isso é uma das funções do Poder Público. Após a recriação no MCTI, em 2023, de uma Secretaria de CT&I para o Desenvolvimento Social, assim como, após anos de direcionamento torto e de desmontes, o restabelecimento de um departamento voltado para a popularização da C&T e educação científica, possibilitou a renovação de esperanças de que políticas e programas mais consistentes sejam executados nessa área. Nessa direção, foi criado o Programa Nacional de Popularização da Ciência – Pop Ciência, por decreto presidencial, e estabelecido o Comitê de Popularização da C&T – Comitê Pop.

Ainda outro desafio, que emergiu em debates da 5ª CNCTI, foi a necessidade de tornar a máquina pública mais eficiente, ágil e justa, diminuindo a burocracia, que muitas vezes se constitui em um instrumento poderoso de exclusão social, de desperdício de tempo e recursos, e que também limita a atuação da sociedade em geral. É importante aumentar a diversidade e a inclusão social no SNCTI, simplificando processos e editais para favorecer a diversidade e o acesso às políticas de CT&I pelos diversos setores sociais, como professores da educação básica, comunidades indígenas e quilombolas, e segmentos pobres da população, que são excluídos de variadas formas.

12.2 Popularização da C&T

Foi amplamente debatida e justificada na 5ª CNCTI a importância da popularização da ciência e a necessidade de se investir na formação científica a partir da educação básica, inclusive para incentivar jovens a seguir carreiras na área. A divulgação científica é uma ação importante para estimular o interesse coletivo pela CT&I. Os meios pelos quais ela se processa constituem três grandes grupos: 1) os espaços científico-culturais, como centros e museus de C&T, planetários, jardins botânicos, parques ambientais, bibliotecas, observatórios, aquários etc.; 2) a comunicação pela mídia impressa e audiovisual, como jornais, revistas e livros, rádio, cinema e TV, e pela internet e redes sociais; e 3) os eventos e atividades científicas mobilizadoras, como exposições, feiras, mostras, olimpíadas, clubes de ciência, hackathons, excursões científicas, Semana Nacional de CT (SNCT), extensão universitária, comemorações históricas, palestras e debates públicos, além de atividades públicas envolvendo ciência, cultura e arte.

Nesse século, houve um crescimento significativo nas ações relacionadas à divulgação científica no Brasil, com o surgimento de muitos espaços-científico-culturais e de atividades de popularização da C&T. Elas resultaram da mobilização de universidades, instituições de pesquisa e entidades científicas, e do surgimento de políticas públicas, ainda que incipientes, com o objetivo de estimular um maior interesse pela ciência. Entretanto, o cenário geral se mostra ainda frágil e limitado, deixando amplas parcelas da população brasileira sem acesso à educação de qualidade e às atividades de divulgação científica. Daí a necessidade de serem formuladas e praticadas políticas e programas nacionais e locais para a popularização da C&T, com recursos adequados e continuados, a exemplo de países como a China, que alterou profundamente sua realidade com o estabelecimento, mais de duas décadas atrás, de um plano nacional para isto.

Um desafio relevante é tornar os programas e atividades de popularização da C&T mais inclusivos, incorporando todos os atores sociais envolvidos, desde a sua formulação inicial. Como destacado em capítulos anteriores, é essencial reconhecer e valorizar saberes populares e tradicionais, bem como explorar suas interfaces com o conhecimento científico e promover a ciência cidadã a partir das realidades e demandas locais. Da mesma forma, é necessário estimular a criação de programas que atraiam jovens de todas as camadas sociais para carreiras de C&T, em especial de setores sub-representados, como mulheres, negros e populações marginalizadas.

Outro desafio significativo é diminuir a desigualdade regional na distribuição de infraestruturas e recursos para a popularização da C&T, com foco na interiorização e capilarização de equipamentos públicos e de pessoal qualificado, além da criação de estruturas itinerantes para a divulgação científica. O papel das agências de fomento, nacionais e estaduais, é essencial, em particular na destinação de recursos para a divulgação científica. Uma estratégia nacional de popularização da

C&T deve ampliar o acesso ao conhecimento científico em todas as regiões do País. É importante estabelecer prazos e metas para isso, em um período pelo menos decenal. Por exemplo: quantos equipamentos públicos serão construídos e equipados? Quantos municípios serão atingidos em cada período? Como descentralizar e fazer a expansão da SNCT por todo o País? Como se fará a ampliação e a melhoria da divulgação científica nas diversas plataformas e redes sociais?

12.3 Educação científica

O Brasil precisa de uma revolução na educação. Este foi o mote-desafio colocado com destaque no Livro Azul da 4ª CNCTI, em 2010. Mas ela não se efetivou na década passada e continuamos precisando de uma revolução na educação. As medidas adotadas para mudanças na educação básica trouxeram alguns avanços limitados, mas são insuficientes para alterar o quadro, como é necessário. No *Livro Azul* (2010, p. 97) é afirmado:

> A necessidade de uma revolução na educação, em todos os níveis, tornou-se unanimidade nacional. A baixa escolaridade da população brasileira constitui importante obstáculo ao desenvolvimento científico e tecnológico do país. Os grandes projetos previstos para a próxima década [...] requerem grande número de profissionais bem-qualificados nos níveis técnico e superior. E a formação desse contingente pressupõe uma educação básica de qualidade para todos os brasileiros.

Nos debates da 5ª CNCTI, em praticamente todos os eixos, foi enfatizada a essencialidade da melhoria dessa educação, em particular na educação básica, como discutido no capítulo anterior.

Defendeu-se na 5ª CNCTI o aprimoramento e a modernização do ensino de ciências em todos os níveis, com ênfase em métodos e práticas que valorizem e promovam a criatividade, a experimentação e a interdisciplinaridade. Na escola, a criança deve aprender a ler, contar e experimentar e ser estimulada a investigar, atuar coletivamente e se formar para a cidadania. O ensino de ciências nas escolas é, em geral, pobre de recursos, desestimulante e desatualizado, ressalvadas muitas e meritórias iniciativas localizadas. Ao lado da carência de professores de ciências com boa formação, e das tentativas reiteradas, em determinados períodos e locais, de redução do tempo para educação em ciências, predominam condições precárias de trabalho para os profissionais da educação, e há pouco estímulo ao seu aprimoramento. As deficiências graves em laboratórios, bibliotecas, material didático e inclusão digital tornam o quadro mais difícil. A gestão eficiente e a governança democrática do sistema educacional também foram apontadas como fatores críticos para o sucesso das políticas propostas.

É importante, ainda, que as metas e ações definidas na área de CT&I estejam em sintonia com o Plano Nacional de Educação (2024-2034). A nova proposta de PNE enfatiza a qualidade do ensino, com objetivos (18) e metas (58) focados em padrões de qualidade na educação infantil, nos outros níveis de ensino e na formação de docentes. Um ponto destacado na 5ª CNCTI foi a baixa interação da área de CT&I com a educacão, em particular entre MCTI e MEC, que deveriam atuar de forma mais integrada.

Foi apontado na 5ª CNCTI e, também com ênfase na Conferência Nacional de Educação (Conae), a necessidade de serem valorizados os professores e profissionais da educação, assim como terem uma formação inicial e continuada de qualidade e carreiras de magistério bem estruturadas. Vale destacar a relevância de se investir em programas de capacitação e atualização para professores nas áreas STEM (no acrônimo em inglês - ciência, tecnologia, engenharias e matemática), além de promover ações que incentivem os jovens a seguirem carreiras nessas áreas, juntamente com uma política de inclusão e de fixação nas diversas regiões.

12.4 RECOMENDAÇÕES

1. **Plano Nacional de Popularização da C&T (PNPCT 2025-2035)**: criar e monitorar um plano nacional com participação ampla e avaliação contínua de impacto, que inclua eventos de popularização.
2. **Fomento e recursos**: garantir o financiamento contínuo via FNDCT e outras fontes, e incentivar parcerias privadas.
3. **Formação e valorização**: capacitar comunicadores, cientistas e professores para comunicação científica e reconhecer a divulgação como atividade acadêmica e institucional.
4. **Espaços científico-culturais**: expandir e integrar museus, centros e atividades itinerantes em parceria com escolas.
5. **Ciência na mídia**: produzir conteúdos científicos para TV, rádio e redes sociais, combater a desinformação e criar regulamentação para plataformas digitais.
6. **Inclusão e interculturalidade**: valorizar saberes tradicionais, integrar ciência e cultura e promover ciência cidadã.
7. **Marcos Legais**: criar incentivos fiscais e reduzir a burocracia na gestão de espaços científico-culturais.
8. **Cooperação Internacional**: fortalecer parcerias na América Latina e no Sul global e aproveitar comemorações internacionais para divulgar a ciência.

9. **Engajamento da sociedade e participação cidadã**: criar programas de voluntariado em popularização da ciência, incentivando estudantes universitários e pesquisadores a atuarem em comunidades e desenvolver plataformas interativas para aproximar cientistas e sociedade, permitindo que a população sugira temas e participe de discussões científicas.
10. **Acessibilidade e Inclusão Digital:** desenvolver iniciativas para ampliar o acesso a conteúdos científicos em comunidades periféricas e rurais, incluindo materiais em diferentes formatos acessíveis (audiodescrição, libras, linguagem simples) e expandir o acesso a equipamentos e infraestrutura digital para estudantes e professores.
11. **Articulação com o setor privado e indústrias criativas**: incentivar *startups* e empresas de tecnologia a desenvolverem produtos educativos inovadores em C&T e fomentar a gamificação e o uso de realidade aumentada/virtual para tornar o ensino de ciência mais envolvente.
12. **Cultura científica e combate à desinformação**: promover campanhas nacionais permanentes para enfrentamento da desinformação científica e *fake news* e formar professores e jornalistas para identificar e combater a desinformação sobre ciência.
13. **Parcerias interministeriais**: integrar esforços entre os Ministérios da Educação, Ciência & Tecnologia, Cultura e Saúde para fortalecer a educação científica e sua disseminação em políticas públicas.

13 Comunicação científica e o impacto social da ciência

13.1 A crescente importância da comunicação científica

Com o crescente papel da ciência na vida das sociedades e na promoção do desenvolvimento, a comunicação científica tornou-se também muito mais importante. Para as pessoas, ela é essencial para que elas possam se orientar com mais segurança em um mundo que se transforma rapidamente com um sem-número de transformações tecnológicas, todas elas fundadas na ciência. Pela primeira vez na história, o mundo se transforma profundamente ao longo de uma vida humana. A sociedade precisa compreender melhor as transformações que continuamente ocorrem, e para a formulação de políticas públicas os governos precisam entendê-las ainda melhor. Isso é ainda mais válido porque as informações circulam com enorme velocidade na grande mídia e nas redes sociais, e grande parte do que circula é desinformação, é *fake news*. Em alguns campos vitais, como o da saúde, a desinformação é ainda mais grave. Há uma onda de desinformação sobre a importância e a segurança das vacinas, que foram um dos fatores que mais elevaram a longevidade humana no século passado. A impostura científica de que vacinas causam autismo e mais outras doenças levou pessoas e até governos nacionais a recusarem os benefícios dessa grande invenção da ciência. Na pandemia da covid, essa desinformação teve como consequência milhões de mortes evitáveis.

Hoje, a grande questão é como divulgar as informações científicas, como torná-las acessíveis, como inseri-las na vida cotidiana, na educação, nos hábitos e costumes, bem como desmascarar a falsa ciência.

Na 5ª CNCTI e em diversas conferências preparatórias, avaliou-se o estado da comunicação entre cientistas e sociedade, e de que forma ela pode se tornar mais eficaz. Constatou-se que houve importantes avanços desde a 4ª Conferência, ocorrida em 2010. Nesse tempo, houve grande avanço na disseminação da ciência com o uso de ferramentas tecnológicas e do mundo digital. Mas, por outro lado, por não serem reguladas, as redes sociais também criaram um ambiente favorável para o espalhamento desenfreado de informações sem fundamento científico. Hoje, a grande questão é como divulgar as informações científicas, como torná-las acessíveis, como inseri-las na vida cotidiana, na educação, nos hábitos e costumes, bem como desmascarar a falsa ciência.

Foto: Diego Galba (Ascom/MCTI).

Mesa temática nacional – 5ª CNCTI

13.2 Importância da ciência para o desenvolvimento humano

Na 5ª CNCTI e seus eventos preparatórios, discutiu-se a importância da ciência para o desenvolvimento social e econômico. Destacou-se também a importância da inovação, como o elemento que transforma o que a ciência gera em produtos, processos, serviços e outros benefícios para a sociedade. O conhecimento é também essencial para a manutenção e funcionamento do estado democrático de direito, para o avanço do processo democráticos e para que as discussões políticas fiquem menos polarizadas. A ciência é capaz de articular e criar vínculos sociais entre pessoas de campos políticos opositores. Nesse sentido, os debates sublinharam a importância de um esforço coletivo em prol da criação de mecanismos eficientes de divulgação científica e comunicação social, envolvendo pesquisadores, jornalistas e militantes para criação de ambientes propícios ao diálogo com a sociedade, levando o que é produzido e proposto pelas universidades e institutos de pesquisa.

13.3 A Importância da percepção pública da ciência

Uma sociedade que vê a ciência de maneira positiva apoia os investimentos públicos para seu fomento. Para ter uma percepção positiva da ciência, a sociedade precisa saber que ela é a fonte do conhecimento mais confiável para a solução dos seus problemas. Além disso, os avanços na saúde, nas telecomunicações, na maneira de explorar os recursos naturais limitados da natureza, no enfrentamento da crise climática, e em muitas outras coisas, são gerados pela ciência. Para isso, é essencial que a ciência dialogue com a sociedade em geral na busca de uma aliança. A palavra diálogo foi usada porque descreve a interação que precisa ocorrer. No passado, a disseminação da ciência envolvia um grupo de profissionais que a ela se dedicam, e que explicava a um público leigo as maravilhosas coisas que estava fazendo. Hoje, o que se busca, e com maior sucesso, é o diálogo e o envolvimento do público na ciência cidadã, muito mais ampla e que permeia toda a sociedade. Em muitas questões, como a ambiental, uma das chaves do sucesso é a conscientização, e nisso a ciência cidadã, que é essencialmente colaborativa e envolve boa parte do chamado público leigo, tem êxito inigualável. Reforçar as conexões entre as instituições científicas e a sociedade civil será cada vez mais crucial. Somente mediante diálogo direto entre esses atores, com a proposição de ações que fortaleçam vínculos, haverá um avanço efetivo na produção do conhecimento socialmente participativo e referenciado. Para isso, espaços de discussões coletivas devem ser criados para potencializar e ampliar o conhecimento, bem como para a proposição de políticas públicas para ciência que tenham o respaldo da sociedade.

A percepção pública sobre ciência, cientistas e instituições de pesquisa, deve ser avaliada em estudos de levantamentos de opinião pública e grupos focais, e análises de redes sociais, como por exemplo, os apresentados pelo CGEE, pelo Centro Sou Ciência, da Unifesp e o INCT-CT da Fiocruz e da UFMG. Esses estudos mostram que o Brasil viveu entre 2020 e 2022 uma onda pró-ciência e anti-negacionista, diferente do que ocorreu nas redes sociais. Houve importante aumento da confiança na ciência em diversos segmentos sociais, e ampla adesão à vacina anti-covid.

Verificou-se também que a forma de informação científica que mais despertava o interesse da população era a audiovisual, em reportagens de TV ou nas redes sociais. Além disso, cientistas com grande visibilidade social, passaram a ser citados como os profissionais mais confiáveis entre dez opções de profissionais, em contraste com as respostas obtidas em pesquisas anteriores à pandemia. Entre 2020 e 2022, boa parte da sociedade reconheceu que a ciência brasileira trouxe respostas para um momento desafiador, mesmo diante de um governo federal que não reconheceu a crise sanitária.

Pesquisas de opinião revelaram o interesse da sociedade em ter mais informações sobre pesquisas científicas e melhor compreensão delas. Por isso, é importante ampliar os canais de escuta e por meio deles criar o diálogo e a articulação entre universidades, institutos e a sociedade. Muito se poderia avançar a partir da criação de conselhos e fóruns de participação, que ouçam demandas e construam caminhos colaborativos, quando possível em conjunto com movimentos sociais.

É possível contribuir para o fortalecimento de redes de comunicação comunitária, popular, alternativa e pública, com a produção de conteúdos e investimento em equipes, audiovisual e plataformas digitais. As instituições de pesquisa devem atuar para ampliar e fortalecer as redes de TVs universitárias, integrando-as com as TVs educativas, com vistas a criar um público assíduo e crescente. Deve-se pensar na criação de cotas nas TVs abertas para programas de disseminação da ciência, como programações semanais obrigatórias, com conteúdos disponibilizados em plataformas digitais. Por outro lado, é necessário criar editais de fomento exclusivos para divulgadores da ciência e para o jornalismo científico, para que tenhamos nas redes sociais podcasts, escolas, clubes, praças etc., além de cientistas e comunicadores atuando com apoio institucional. Por fim, mas não menos importante, deve-se incluir a divulgação científica como quesito relevante nas avaliações institucionais de programas, cursos, docentes, mesmo para progressão na carreira.

13.4 O problema da desinformação

A desinformação intencional sempre foi um fenômeno político-ideológico, uma estratégia que visa modificar informações em benefício daquele que a pratica, de corromper a imagem de seus opositores e de afetar ou impedir agendas de grupos que visam o bem-estar social, a igualdade e a proteção aos direitos humanos. Para combater a desinformação anticiência, a ação mais efetiva é a divulgação científica nos moldes amplos já descritos.

Foto: Rodrigo Cabral (Ascom/MCTI).

Mesa temática – 5ª CNCTI

13.5 Importância dos movimentos sociais e da ciência cidadã para a popularização

Para que o diálogo entre pesquisadores, tomadores de decisão e a população seja efetivo, é preciso continuar a ampliar e fortalecer as instituições de pesquisa, bem como suas ações de comunicação popular da ciência. Além disso, é fundamental criar e fortalecer programas de educação e de popularização em ciência, como os propostos durante a 5ª CNCTI, e que estão elencados nas recomendações.

Os museus e centros de ciência desempenham um papel essencial na promoção da cultura científica e no combate à desinformação, oferecendo aprendizado interativo acessível a diversos segmentos da sociedade, como jovens e adultos, mulheres, negros e populações vulnerabilizadas. Esses espaços proporcionam o contato direto com a ciência de forma prática, ampliando o letramento científico e a participação social em CT&I. Para maximizar seu impacto, é fundamental fortalecer a rede nacional de museus e centros de ciência, com ênfase especial nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Recomenda-se também a criação de programas itinerantes que levem esses espaços a áreas rurais, utilizando tecnologias móveis.

Para além das atividades que têm sido desenvolvidas pelo MCTI e que estão em andamento, é importante trazer uma dimensão inovadora que permita a participação, em diálogo permanente, de movimentos da sociedade civil organizada. Muitos destes já vêm atuando e produzem conhecimento a partir dos saberes existentes na cultura popular ou advindos da vida cotidiana.

Portanto, a conexão e colaboração com empresariado, entidades representativas e movimentos populares, incluindo movimentos como o MST, MTST, ANTRA, Unegro, Uniafro, movimentos de moradia, entre tantos outros, são fundamentais para a construção de estratégias que garantam a inclusão da diversidade e a solução dos problemas sociais e econômicos. Compreensões a partir de estratificações sociodemográficas, políticas, identitárias e regionais tornam-se fundamentais para maior impacto das ações.

Espera-se, também, que essa construção amplie a utilização de linguagens e meios de comunicação plurais, por exemplo, criando articulações com os mecanismos de divulgação de setores econômicos e da organização social, para atingir diferentes segmentos da sociedade de forma contínua e apoiada por financiamentos e parcerias. É necessário criar de forma unificada uma frente de divulgação integrada com a sociedade e de combate ao negacionismo, ao revisionismo histórico e à pseudociência.

13.6 RECOMENDAÇÕES

1. **Política nacional de comunicação científica**: criar uma política nacional de comunicação científica, integrando universidades, governos e políticas públicas para fortalecer a divulgação e avaliação científica.
2. **Valorização da ciência**: campanhas para reforçar a importância da ciência e métricas para avaliar seu impacto social.
3. **Conexão com sociedade e movimentos sociais**: fortalecer projetos de extensão, educação popular e integração de saberes tradicionais.
4. **Combate à desinformação**: reduzir fraudes, fortalecer a credibilidade científica e criar canais eficientes contra *fake news*.
5. **Ciência cidadã e participação social**: incentivar ciência cidadã e canais permanentes de diálogo entre cientistas e sociedade.
6. **Proteção e segurança da ciência**: combater assédio a cientistas e fortalecer a segurança da informação em pesquisas.

14 Ciência Aberta

A Ciência Aberta (CA) é um movimento de alcance internacional que incentiva a transparência, a integridade e a reprodutibilidade da pesquisa científica. A prática de CA valoriza a colaboração e o compartilhamento de dados e análises, respeitando os direitos de propriedade intelectual e incentivando o uso de licenciamento aberto, com vistas a ampliar o acesso ao conhecimento e fomentar a inovação e colaboração com maior acesso aos resultados. Ela promove também a utilização e o reconhecimento de plataformas e acervos de produção científica que contemplem maior diversidade linguística e de origem geográfica do conhecimento, buscando reduzir a concentração de informação em bases de dados proprietárias situadas em países centrais.

Foto: Adobe Stock.

Em 2021, a Unesco aprovou a *Recomendação sobre Ciência Aberta*, destacando a importância de disponibilizar o conhecimento científico de forma multilíngue e acessível, o que favorece a colaboração e o compartilhamento de informações para o benefício da ciência e da sociedade. Esse documento passou a orientar 200 países, incluindo o Brasil. O documento da Unesco foi elaborado a partir de consultas globais e discussões com diversas partes interessadas, visando abordar

os desafios e benefícios esperados da CA que incluem múltiplos aspectos, tais como: o aumento da transparência no processo científico e o acesso aos resultados; a redução dos custos; o favorecimento de pesquisas transdisciplinares e em temas de grande impacto societal, como mudanças climáticas e pandemias, entre outros.

Na 5ª CNCTI, a Ciência Aberta foi reconhecida como relevante aos eixos centrais da conferência, com potencial impacto tanto no fortalecimento do SNCTI (Eixo 1), quanto na neoindustrialização (Eixo 2) em curso. Para tanto, foi destacada a importância de fomentar ambientes colaborativos em que dados, metodologias e resultados de pesquisas possam ser compartilhados abertamente entre instituições de pesquisa, empresas e governos. Essa integração é vista como uma maneira de acelerar o desenvolvimento tecnológico e a inovação, permitindo que diferentes atores colaborem para resolver problemas complexos e criar soluções inovadoras. As conferências sugeriram a criação de plataformas digitais que permitam o Acesso Aberto a dados de pesquisa e à documentação de projetos possíveis de serem compartilhados, promovendo a transparência e a replicabilidade das iniciativas de inovação.

Ademais, em conferências livres do Eixo 3 (CT&I para programas e projetos estratégicos nacionais) e do Eixo 4 (Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social) a CA foi apontada como ferramenta para ampliar a participação social e a ciência cidadã, ampliando a participação social na gestão de riscos e no desenvolvimento de soluções inovadoras para desafios socioeconômicos e ambientais.

Em 2021, a Unesco aprovou a *Recomendação sobre Ciência Aberta*, destacando a importância de disponibilizar o conhecimento científico de forma multilíngue e acessível, o que favorece a colaboração e o compartilhamento de informações para o benefício da ciência e da sociedade.

No âmbito da comunicação científica, um dos principais temas discutidos ao longo da conferência e suas preparatórias foram os elevados custos de publicação em revistas internacionais, e as alternativas de Acesso Aberto (AA) a periódicos científicos. O mercado global de publicações científicas funciona de forma semelhante a um oligopólio, com enorme concentração na mão de poucas grandes editoras com lucros extraordinários. O modelo de negócio dessas editoras vem se transformando nos últimos anos com uma progressiva transferência de custos de publicação de bibliotecas e instituições assinantes das revistas e dos repositórios para os autores por meio do pagamento de *Article Processing Charge* (APC). Em um contexto de escassez de recursos financeiros, esse tipo de custo constituiu um desafio adicional aos pesquisadores de países em desenvolvimento, como o Brasil.

Nesse sentido, foi destacada a importância de apoiar periódicos brasileiros e ampliar o fomento a infraestruturas consolidadas, como o programa SciELO, pioneiro no AA a periódicos. A implementação de incentivos – como a valorização de práticas abertas e reprodutíveis na avaliação de pesquisadores por parte de agências e financiadores, bem como financiamentos e prêmios para projetos de CA – é fundamental para estimular a adesão a essas práticas.

Com efeito, é importante destacar a posição de liderança do Brasil no tocante ao Acesso Aberto do tipo Diamante (sem custo para acesso ou para publicação), com 1.441 periódicos disponíveis no *Directory of Open Access Journals* (DOAJ). Esse modelo facilita a disseminação ampla do conhecimento científico, promovendo a democratização da informação e incentivando a colaboração e inovação científica.

O Brasil vem sedimentando um caminho de abertura de dados, sejam esses administrativos, sejam de pesquisa científica. Instituições de pesquisa – tais como Embrapa, Fiocruz, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) entre outras – já têm aberto parte de seus dados de pesquisa. Merece ser destacado o pioneirismo brasileiro do Inpe, que foi a primeira instituição a abrir imagens de satélite, *antes* mesmo da Nasa. O País possui também excelentes exemplos de repositórios de dados abertos, como a Rede Brasileira de Repositórios Digitais; o Consórcio CoNCienciA; e o PGD-BR, ferramenta de código aberto desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) para apoiar a geração de Planos de Gestão de Dados. Ainda assim, o compartilhamento aberto de dados científicos carece de mais estímulo e de um debate qualificado entre governo e comunidade científica, a fim de mitigar riscos e maximizar os benefícios da adoção de práticas de CA.

14.1 RECOMENDAÇÕES

1. **Capacitação e conscientização**: oferecer programas de formação para pesquisadores sobre práticas de Ciência Aberta, como dados e publicações acessíveis.
2. **Fortalecer infraestruturas de apoio**: garantir financiamento para manter e expandir infraestruturas de dados abertos e repositórios, integrando universidades, institutos e agências de fomento.
3. **Incentivo ao acesso aberto**: estimular a adoção de modelos de publicação e políticas de dados abertos.
4. **Governança de dados:** criar políticas para o compartilhamento seguro e ético de dados.
5. **Ciência cidadã**: incentivar a participação de cidadãos e organizações na pesquisa, ampliando a participação pública.
6. **Inclusão digital**: garantir o acesso a plataformas de Ciência Aberta em áreas com infraestrutura limitada.
7. **Plano de ação nacional para Ciência Aberta**: apoiar a criação de um plano estratégico coordenado entre agências de fomento para promover práticas de Ciência Aberta no Brasil.
8. **Ações graduais e de baixo custo**: incentivar a adoção gradual de práticas de Ciência Aberta, utilizando soluções de baixo custo como repositórios institucionais.
9. **Parcerias internacionais**: fortalecer parcerias com países e instituições avançadas em Ciência Aberta para adotar e adaptar melhores práticas.
10. **Envolver comunidades de pesquisa específicas**: criar iniciativas para integrar áreas do conhecimento específicas na Ciência Aberta, adaptando práticas de compartilhamento de dados conforme as particularidades de cada campo.
11. **Reforçar a cibersegurança e proteger infraestruturas críticas**: desenvolver estratégias para fortalecer a segurança digital do País, assegurando a proteção de infraestruturas críticas, a soberania digital e a segurança de dados sensíveis.

15 Conclusão e recomendações para o futuro da ciência, tecnologia e inovação no Brasil

O Brasil encontra-se em um momento decisivo para o fortalecimento de sua base científica, em meio a um cenário global marcado por transformações tecnológicas, digitalização acelerada e reconfiguração das cadeias produtivas globais. A 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI), realizada 14 anos após a última edição em 2010, reforçou a percepção de que o País precisa consolidar um modelo de desenvolvimento com base na soberania tecnológica, na inovação endógena e na sustentabilidade. Para tanto, é necessário avançarmos na consolidação de um Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) com governança sólida e coordenação eficaz, conectado às grandes transformações internacionais e às demandas nacionais urgentes.

A revolução tecnológica, a inteligência artificial, a crise climática e as novas dinâmicas geopolíticas estão redefinindo os padrões de concorrência e ampliando as assimetrias e as desigualdades sociais e tecnológicas, tanto entre as nações quanto dentro delas. Nesse contexto, investir em Ciência e Inovação na fronteira do conhecimento torna-se indispensável para promover crescimento econômico, um pilar indispensável para a inclusão, a sustentabilidade e a justiça social.

Foto: Gerado por IA.

No Brasil, assim como em outros países, as demandas econômicas e sociais exigem políticas públicas integradas que conciliem o aumento da concorrência e da produtividade com a redução das desigualdades. Isso exige um SNCTI robusto e dinâmico, capaz de equilibrar a produção científica de excelência, a promoção da inovação tecnológica e a aplicação do conhecimento na solução de desafios estruturais. Para tanto, a abertura do processo científico à participação social e à incorporação de conhecimentos de povos e comunidades tradicionais é crucial para fortalecer uma ciência cidadã, transdisciplinar e comprometida com as necessidades sociais e com a transformação da realidade nacional. Tudo isso, aliado a um robusto programa de educação científica, que promova a popularização do conhecimento como ferramenta para inclusão e desenvolvimento.

Nesse cenário de intensas mudanças, o Brasil dispõe de vantagens estratégicas que, em condições distintas, favorecem seu crescimento. Como destacado nos debates da 5ª CNCTI, a transição para um modelo de desenvolvimento sustentável e economia de baixo carbono é uma das principais oportunidades para o Brasil, dada sua matriz energética limpa e sua biodiversidade única. A Amazônia, com sua riqueza biodiversa, pode ser um dos principais vetores desse processo, desde que sejam implementadas políticas que garantam tanto a proteção ambiental quanto a geração de valor agregado para a economia nacional. As sugestões sobre o tema emanadas na conferência, podem servir de base para as discussões, durante a realização da COP 30 no Brasil.

No entanto, ainda, há um descompasso entre a capacidade científica nacional e a aplicação industrial dessas tecnologias. A recomendação de aumentar os investimentos em inovação tecnológica para descarbonização deve ser acompanhada por políticas efetivas, como incentivos para a adoção de processos industriais de baixa emissão e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis a partir da biodiversidade brasileira. No cenário internacional, iniciativas, como o *Green Deal* europeu e os investimentos maciços da China em energia renovável, mostram que a inovação verde é fator central para a competitividade global. O Brasil precisa estruturar programas e ações que garantam que sua bioeconomia seja integrada a cadeias produtivas globais de alto valor agregado.

Outro ponto estratégico, debatido no evento, foi a transformação digital da indústria e a capacitação da força de trabalho para essa nova realidade. Países da OCDE já implementaram programas avançados da Indústria 4.0, enquanto os EUA, por meio do *CHIPS Act*, buscam reduzir a dependência de semicondutores estrangeiros. O Brasil, por sua vez, lançou, durante a conferência, um robusto programa de inteligência artificial (IA), mas precisa avançar em um plano estratégico para o desenvolvimento e a produção de semicondutores e manufatura avançada, garantindo que a digitalização não amplie desigualdades sociais e regionais. A recomendação de promover parcerias entre empresas e centros de pesquisa para inovação digital é um passo positivo, mas deve ser complementada por um programa nacional de formação tecnológica e requalificação profissional para mitigar os impactos da automação sobre o emprego.

No que diz respeito à inserção internacional do Brasil nas cadeias globais de valor, as sugestões foram no sentido de fortalecer a cooperação internacional em ciência e tecnologia, mas a abordagem atual, ainda, precisa reforçar seu direcionamento estratégico, com foco em temas e prioridades nos quais o Brasil possa, realmente, fazer a diferença. Países asiáticos, como Coreia do Sul e o Japão, construíram modelos de industrialização com base na inovação, combinando proteção da propriedade intelectual com estímulos à exportação de tecnologia. Nesse contexto, o Brasil deve aproveitar suas vantagens regionais, fortalecendo a cooperação científica com países da América Latina em temas estratégicos, por exemplo: o uso sustentável da biodiversidade, que é crucial ao desenvolvimento regional, à proteção de biomas e à manutenção da soberania e da paz.

O acesso a mercados internacionais e a proteção das inovações contra a apropriação indevida por *players* estrangeiros tornam-se ferramentas importantes na competição global, o que exige um olhar atento às políticas voltadas para propriedade industrial, a fim de garantir competitividade em setores estratégicos, como saúde e alimentos, com interesse social. Ademais, a adoção de padrões técnicos e a certificação metrológica de alto nível são fundamentais para evitar barreiras comerciais e ampliar a presença do Brasil nas cadeias globais de valor.

O Brasil precisa chegar aos 2% na relação PIB/P&D, assim como garantir o piso constitucional na distribuição dos recursos orçamentários para áreas críticas e estratégicas como Educação e Saúde.

Além dessas diretrizes, o financiamento da inovação precisa ser ampliado de maneira estruturada. A recomendação de garantir o aporte contínuo de recursos para o FNDCT é essencial, mas não suficiente. Ficou demonstrada a necessidade de se avançar na criação de novos mecanismos de financiamento, como fundos soberanos de inovação, parcerias público-privadas e incentivos fiscais para pesquisa e desenvolvimento. A comparação com países da OCDE mostra que o Brasil investe menos de 1,2% do PIB em P&D, enquanto as nações líderes em inovação superam 2,5%. O Brasil precisa chegar aos 2% na relação PIB/P&D, assim como garantir o piso constitucional na distribuição dos recursos orçamentários para áreas críticas e estratégicas, como Educação e Saúde. Essa lacuna, em comparação com os demais países, compromete a competitividade brasileira e precisa ser reduzida com políticas ambiciosas e de longo prazo.

A elaboração da Nova Estratégia Nacional em CT&I (ENCTI) e de um Plano Decenal, com a participação do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia e dos diversos atores do sistema, representará enorme salto na direção de maior desenvolvimento, com enfrentamento dos desafios estruturais históricos.

Dessa forma, a agenda de CT&I para os próximos anos deve integrar, de maneira coordenada e estratégica, o avanço da ciência e inovação tecnológica, sustentabilidade e digitalização da economia. O Brasil tem potencial para se tornar um dos protagonistas da nova economia do conhecimento, mas para isso precisa estruturar um modelo de desenvolvimento com base em CT&I como eixos centrais do crescimento econômico e da inclusão social. A implementação dessas diretrizes pode garantir ao País papel de destaque no cenário global, fortalecendo sua soberania e sua capacidade de competir em setores estratégicos.

O Brasil de 2035 será marcado por mais ciência, inovação,
sustentabilidade e soberania!

Referências

SÍNTESES DAS CONFERÊNCIAS REGIONAIS E REUNIÕES TEMÁTICAS – https://ad5cncti.cgee.org.br/documents/165901/355373/e-book_5CNCTI_sinteses-reunioes-tematicas-regionais.pdf?download=true

SÍNTESES DAS CONFERÊNCIAS LIVRES – https://ad5cncti.cgee.org.br/documents/165901/355373/e-book_5CNCTI_sinteses-reunioes-tematicas-regionais.pdf?download=true

PARTICIPAÇÃO SOCIAL NOS EVENTOS PREPARATÓRIOS DA 5ª CNCTI – https://ad5cncti.cgee.org.br/documents/165901/355373/participacao-social-eventos-preparatorios_5CNCTI.pdf?download=true

A FINEP E A NEOINDUSTRIALIZAÇÃO: UMA CONTRIBUIÇÃO À 5ª CNCTI – https://ad5cncti.cgee.org.br/documents/165901/355373/finep-e-a-Neoindustrializacao_contribuicao_5CNCTI.pdf?download=true

A FINEP E A NEOINDUSTRIALIZAÇÃO: STARTUPS, DEEP TECHS E SEUS ECOSSISTEMAS – https://ad5cncti.cgee.org.br/documents/165901/355373/finep-e-a-Neoindustrializacao_startups_contribuicao_5CNCTI.pdf?download=true

LIVRO LILÁS – RELATORIO GERAL DA QUINTA CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – https://ad5cncti.cgee.org.br/documents/165901/355373/livro-lilas_relatorio-geral_5CNCTI.pdf?download=true

A NECESSÁRIA ALIANÇA ENTRE CIÊNCIA E EDUCAÇÃO – https://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2024/10/ABC-A-necessaria-alianca-entre-Ciencia-e-Educacao-Versao-Web-1.pdf

A IMPORTANCIA DA CIÊNCIA COMO POLÍTICA DE ESTADO PARA O DESENVOLVIMENTO DO BRASIL – https://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2022/06/Publica%C3%A7%C3%A3o-Presidenci%C3%A1veis-2022.pdf

PROJETO PARA UM BRASIL NOVO – https://sbpcacervodigital.org.br/items/0d1d5e71-3321-43d2-a4a0-bdffaa5a0960

CIÊNCIA PARA PROSPERIDADE SUSTENTÁVEL E SOCIALMENTE JUSTA – https://www.abc.org.br/2022/10/28/ciencia-para-prosperidade-sustentavel-e-socialmente-justa/

Glossário

Agricultura de precisão: conjunto de técnicas que utilizam tecnologia avançada para otimizar a produção agropecuária, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência.

Agricultura familiar: modelo de produção agropecuária com base no trabalho de membros da mesma família, utilizando técnicas sustentáveis para garantir a segurança alimentar e o desenvolvimento rural.

Autonomia tecnológica: capacidade de um país ou organização de desenvolver, adaptar e dominar tecnologias estratégicas sem depender de fornecedores externos, garantindo soberania e competitividade.

Bioeconomia: segmento econômico com base no uso sustentável de recursos biológicos, como biomassa e biotecnologia, para gerar produtos, energia e serviços inovadores.

5Bs: os 5Bs representam cinco áreas interligadas da bioeconomia: **biotecnologia**, aplicação de processos biológicos para inovação; **bioenergia**, produção de energia a partir de biomassa; **bioprodutos**, bens derivados de recursos biológicos renováveis; **bioprocessos**, uso de organismos e enzimas para produção industrial sustentável; e **biodiversidade**, conservação e uso sustentável dos recursos naturais para inovação.

Capital humano: conjunto de habilidades, conhecimentos e experiências possuídas por indivíduos, que contribuem para seu desempenho econômico e social.

Cidades inteligentes: conceito que envolve o uso de tecnologias da informação e comunicação para melhorar a infraestrutura urbana, promover a sustentabilidade e aumentar a qualidade de vida da população.

Ciência Aberta: movimento que propõe mudanças estruturais na produção, na organização, no compartilhamento e na reutilização do conhecimento científico. Visa tornar a pesquisa mais acessível, eliminando barreiras editoriais, legais e econômicas. Inclui práticas como acesso aberto a dados e *preprints*, transparência na avaliação por pares e colaboração ampla.

Ciência quântica: ramo da física que estuda os fenômenos em escalas subatômicas, em que as leis da mecânica clássica não se aplicam. Esse campo tem implicações para a tecnologia de computação, criptografia e outras inovações avançadas.

Ciência, tecnologia e inovação (CT&I): conjunto de atividades relacionadas à geração de conhecimento científico, desenvolvimento de tecnologias e implementação de inovações que promovem o progresso econômico e social.

Computação quântica: modelo de processamento de informação com base nos princípios da mecânica quântica, permitindo a resolução de problemas complexos com velocidade muito superior aos computadores tradicionais.

Defesa cibernética: conjunto de estratégias e ações de segurança voltadas para proteger sistemas computacionais, redes e dados contra ataques cibernéticos, espionagem ou qualquer forma de ameaça digital.

Demografia: tendências como crescimento populacional, concentração em países em desenvolvimento, envelhecimento populacional e migração internacional impactam os sistemas de CT&I.

Desenvolvimento endógeno da CT&I: estratégia política que valoriza características locais e regionais para promover a inovação e o crescimento sustentável. Enfatiza a gestão local de capital humano, pesquisa e desenvolvimento, e capital social para impulsionar soluções adaptadas às potencialidades do território.

Desenvolvimento sustentável: modelo de crescimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprirem as próprias necessidades, equilibrando aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Diversidade na ciência: inclusão de diferentes perspectivas, origens e experiências na produção do conhecimento, promovendo inovação, equidade e maior impacto social.

Economia circular: modelo econômico que busca reduzir desperdícios e maximizar o reaproveitamento de recursos, promovendo sustentabilidade e eficiência no uso de materiais.

Economia criativa: setor econômico com base no uso de criatividade, conhecimento e inovação para gerar valor e desenvolver produtos e serviços diferenciados.

Economia do conhecimento: economia baseada em produção, distribuição e uso do conhecimento e da informação como principais motores do crescimento econômico, geração de riqueza e emprego.

Ecossistema de inovação: ambiente colaborativo que envolve empresas, universidades, governo e sociedade para fomentar a criação, o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias e soluções

Globalização e mundo multipolar: a crescente fragmentação internacional e a diversificação das relações geopolíticas influenciam a forma como a CT&I é estruturada globalmente.

Governança de CT&I: estruturas e processos de tomada de decisão que orientam e controlam as atividades de ciência, tecnologia e inovação em uma organização ou país.

Inclusão digital: processo de democratização do acesso às tecnologias da informação e comunicação, visando à inserção de todos os indivíduos na sociedade da informação.

Inclusão social: conjunto de políticas e práticas que visam reduzir desigualdades e garantir o acesso equitativo a direitos, oportunidades e recursos para todos os segmentos da sociedade, especialmente os historicamente marginalizados.

Indicações geográficas (IG): selo de certificação que reconhece a origem de um produto e suas características diferenciadas vinculadas ao local de produção.

Indústria 4.0: nova revolução industrial caracterizada pela automação inteligente, integração de sistemas ciberfísicos e pelo uso de tecnologias avançadas, como IoT, IA e robótica.

Infraestrutura de pesquisa: conjunto de instalações, equipamentos e serviços necessários à condução de atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico.

Inovação aberta: modelo de gestão empresarial que promove a colaboração com *startups*, instituições de pesquisa e outras organizações para acelerar a inovação. Entre seus benefícios estão a redução de custos e riscos, a aceleração da implementação de soluções e a expansão do *networking* empresarial.

Inovação social: novas soluções (produtos, serviços, modelos) que atendem às necessidades sociais de maneira mais eficaz que as soluções existentes, o que promove a inclusão e o bem-estar da comunidade.

Inteligência artificial (IA): campo da computação que desenvolve sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente exigem inteligência humana, como aprendizado, tomada de decisão e reconhecimento de padrões.

Interdisciplinaridade: processo de integração entre diferentes áreas do conhecimento, em que especialistas de disciplinas distintas colaboram na solução de problemas complexos, criando novas abordagens e metodologias.

Internet das coisas (IoT): rede de dispositivos conectados que coletam e trocam dados de forma autônoma, promovendo maior eficiência e automação em diversas áreas.

Justiça climática: princípio que busca equidade na responsabilidade e nos impactos das mudanças climáticas, garantindo que comunidades vulnerabilizadas tenham voz e acesso a soluções sustentáveis.

Marco Legal: conjunto de leis, normas e regulamentos que estabelecem diretrizes e parâmetros para determinada área, garantindo segurança jurídica e orientando políticas públicas.

Meio ambiente e mudança climática: a mitigação dos impactos climáticos e a conservação da biodiversidade tornam-se temas centrais na agenda de CT&I.

Multitransversalidade: conceito que enfatiza a interconexão entre diferentes campos do conhecimento e setores da sociedade para resolver desafios complexos. Requer colaboração multidisciplinar e integração de diferentes áreas do saber.

Participação social: processo de envolvimento ativo da sociedade na formulação, na implementação e no monitoramento de políticas públicas, garantindo maior transparência, controle social e legitimidade nas decisões governamentais.

Pesquisa aplicada: pesquisa que busca soluções práticas para problemas específicos, geralmente com uma aplicação direta ou imediata em áreas como saúde, tecnologia e desenvolvimento social.

Pesquisa básica: pesquisa voltada para a descoberta de novos conhecimentos sem uma aplicação imediata prevista. Seu foco é ampliar a compreensão fundamental dos fenômenos naturais e sociais.

Pesquisa e desenvolvimento (P&D): processo de investigação e experimentação que visa à criação de novos conhecimentos, produtos e processos inovadores.

Políticas públicas de CT&I: conjunto de diretrizes e ações governamentais destinadas a promover o desenvolvimento científico, tecnológico e a inovação.

Populações e comunidades tradicionais: grupos sociais que ocupam territórios específicos e possuem modos de vida com base em práticas tradicionais e conhecimentos ancestrais, como indígenas, quilombolas, ribeirinhos, extrativistas e pescadores artesanais.

Princípios da pesquisa em inovação responsável: diretriz que orienta a pesquisa e inovação considerando impactos sociais, ambientais e éticos. Baseia-se na antecipação de impactos, reflexividade nas práticas institucionais e inclusão de novas vozes na governança da ciência e inovação.

Propriedade industrial: conjunto de direitos conferidos pela legislação a invenções, marcas, desenhos industriais e outros bens intelectuais que envolvem inovação no campo industrial, com a finalidade de proteger os interesses de quem cria e comercializa esses produtos ou processos.

Propriedade intelectual (PI): conjunto de direitos legais que protegem as criações do intelecto humano, incluindo patentes, direitos autorais, marcas e desenhos industriais.

Recursos naturais e energia: avanços em nanotecnologia, biotecnologia e energia renovável estão no centro das soluções futuras para água, alimentos e energia.

Redes de cooperação: parcerias entre diferentes instituições ou indivíduos que colaboram para alcançar objetivos comuns em CT&I.

Sistema Nacional de Inovação (SNI): rede de instituições públicas e privadas que interagem no desenvolvimento e na difusão de novas tecnologias e inovações no País.

Soberania alimentar: direito dos povos a definir suas próprias políticas agrícolas e alimentares, com ênfase na produção e no consumo locais, e priorização de práticas sustentáveis para garantir a segurança alimentar.

Soberania tecnológica: capacidade de um país ou região de desenvolver, controlar e aplicar suas próprias tecnologias, sem depender de tecnologia estrangeira, assegurando a independência no setor tecnológico e inovativo.

Soberania: princípio que se refere à autoridade suprema de um Estado sobre seu território e seus recursos, sem interferências externas, garantindo o direito de autolegislação e autoadministração.

Soft power: capacidade de um país ou instituição influenciar outros por meio da cultura, dos valores e da diplomacia, em vez de força militar ou coerção.

Startups: empresas emergentes com modelos de negócio inovadores, geralmente baseadas em tecnologia e com alto potencial de crescimento rápido.

Sub-representados na CT&I: grupos sociais que possuem participação reduzida ou limitada nas atividades de ciência, tecnologia e inovação devido a barreiras estruturais e históricas, como mulheres, negros, indígenas, pessoas com deficiência e populações de baixa renda.

Sustentabilidade ambiental: práticas que visam à preservação dos recursos naturais e à minimização dos impactos negativos ao meio ambiente, garantindo a saúde do planeta para as futuras gerações.

Tecnologias assistivas: recursos e dispositivos que promovem a acessibilidade e a inclusão de pessoas com deficiência, melhorando sua autonomia e qualidade de vida.

Tecnologias emergentes: conjunto de inovações tecnológicas em estágio inicial de desenvolvimento, com potencial para transformar diversos setores da economia e da sociedade.

Transdisciplinaridade: abordagem que ultrapassa os limites das disciplinas tradicionais, buscando soluções holísticas e integradas para problemas, com envolvimento de diversos atores, além da academia, da sociedade civil e do setor privado.

Transferência de tecnologia: processo de disseminação de conhecimento e inovação entre instituições de pesquisa, empresas e governo para promover avanços tecnológicos e econômicos.

Lista de siglas e abreviaturas encontradas nesta publicação

AA | acesso aberto

ABC | Agricultura de Baixo Carbono

ABC | Academia Brasileira de Ciências

ABDI | Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial

AEB | Agência Espacial Brasileira

APC | Article Processing Charge

BNDES | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CA | Ciência Aberta

Capes | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCT | Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia

CBPF | Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Ceitec S.A | Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada

Cemaden | Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

Cenpes | Centro de Pesquisas, Desenvolvimento e Inovação Leopoldo Américo Miguez de Mello/Petrobras

Cetem | Centro de Tecnologia Mineral

Cetene | Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste

CGEE | Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CNPEN | Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais

CNPq | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CNCTI | Conferências Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação

CNEN | Comissão Nacional de Energia Nuclear

COP | Conferência das Partes

Conae | Conferência Nacional de Educação

Coppe | Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

DOAJ | Directory of Open Access Journals

EC | emenda constitucional

Ebes | Estado de Bem-Estar Social

Embraer | Empresa Brasileira de Aviação

Embrapa | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapii | Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

ENCTI | Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

EPT | Educação Profissional e Tecnológica

FAP | Fundações de Amparo à Pesquisa

Fies | Fundo de Financiamento Estudantil

Fiocruz | Fundação Oswaldo Cruz

Finep | Financiadora de Estudos e Projetos

FNDCT | Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

IA | inteligência artificial

IBICT | Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

ICT | Instituições de Ciência e Tecnologia

IDSM | Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

IG | indicações geográficas

IGI | Índice Global de Inovação

Impa | Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada

Inma | Instituto Nacional da Mata Atlântica

INPA | Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Inpe | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Inpo | Instituto Nacional de Pesquisas Oceânicas

INSA | Instituto Nacional do Semiárido

INCT | Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia

INT | Instituto Nacional de Tecnologia

IoT | internet das coisas

ITA | Instituto Tecnológico da Aeronáutica

LC | lei complementar

LNA | Laboratório Nacional de Astrofísica

LNCC | Laboratório Nacional de Computação Científica

LLMs | Large Language Models

Mapa | Ministério da Agricultura e Pecuária

Mast | Museu de Astronomia e Ciências Afins

MCT | Ministério da Ciência e Tecnologia

MCTI | Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MPE | micro e pequenas empresas

Museu Goeldi | Museu Paraense Emílio Goeldi

NDC | National Determined Contribution

NIB | Nova Indústria Brasil

NIT | Núcleos de Inovação Tecnológica

OCDE | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ON | Observatório Nacional
ONG | organizações não governamentais
PAC | Plano de Aceleração do Crescimento
PACTI | Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação
PBDCT | Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PBIA | Plano Brasileiro de Inteligência Artificial
PBM | Plano Brasil Maior
PDA | Plano de Desenvolvimento da Agropecuária
PDE | Plano de Desenvolvimento da Educação
PEB | Programa Espacial Brasileiro
PDP | Política de Desenvolvimento Produtivo
PIB | produto interno bruto
Pisa | Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PITCE | Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PPA | Plano Plurianual
Prouni | Programa Universidade para Todos
PSA | Pagamento por Serviços Ambientais
P&D | Pesquisa e Desenvolvimento
RHAE | Recursos Humanos em Áreas Estratégicas
RNP | Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
SBPC | Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SNCTI | Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
TIC | tecnologias da informação e da comunicação
TLE | Taxa Líquida de Escolarização
UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP | Universidade de São Paulo

Lista de figuras

Figura 1 – Abrangência e evolução do SNCTI 37

Figura 2 – Principais atores do SNCTI 39

Figura 3 – Investimento empresarial em P&D como percentual do PIB em diversos países em 2003, 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017 60

Figura 4 – Matrículas na educação superior de graduação 80

Figura 5 – Número de publicações brasileiras nas grandes áreas em 2010 e 2023 142

Lista de tabelas

Tabela 1 – Alguns dados sobre a educação no Brasil e no mundo 78

Tabela 2 – Dados sobre o ensino superior público e privado no Brasil 80

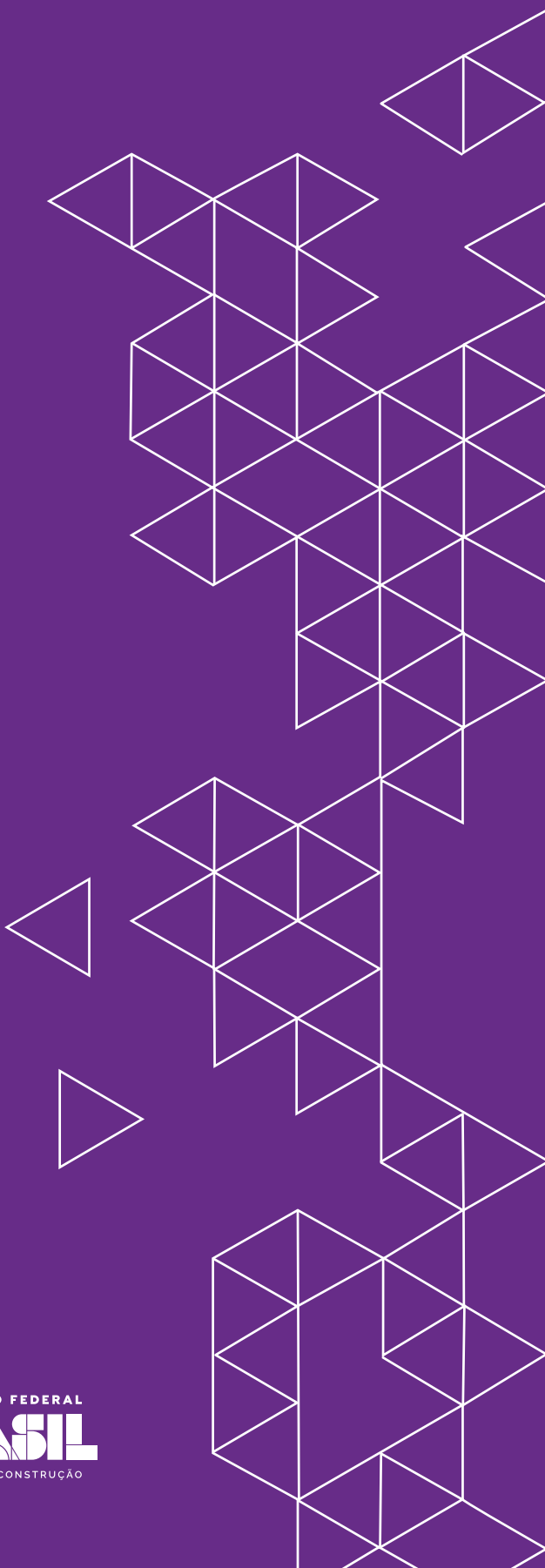
Tabela 3 – Matriz de mudança e estratégias para o Plano de Ação Nacional em Ciência para a Sustentabilidade Ambiental e Energética no Brasil 115

Tabela 4 – Matriz de mudança e estratégias para o Plano de Ação Nacional em Ciência da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos nos Biomas Brasileiros 123

Lista de mapas

Mapa 1 – Distribuição percentual dos dispêndios dos governos estaduais por região, 2020 41

Mapa 2 – Disparidades regionais 92



cgee
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO