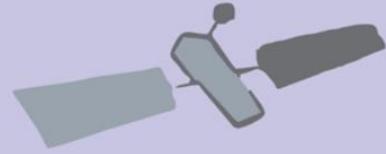




Editora Poisson

# Avanços em Ciência, Tecnologia e Inovação



*Andruchak*

Ilustração e design: Marcos Andruchak



Natal RN - 2024

## Organizadores:

Efrain Pantaleón-Matamoros

Felipe Macedo Zumba

Guilherme de Rosso Manços

Efrain Pantaleón Matamoros  
Felipe Macedo Zumba  
Guilherme de Rosso Manços  
Organizadores

# Avanços em ciência, tecnologia e inovação

1ª Edição

Belo Horizonte  
Editora Poisson  
2024

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Ms. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas

MSc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

A946

Avanços em ciência, tecnologia e inovação/  
Organizadores: Efrain Pantaleón Matamoros,  
Felipe Macedo Zumba, Guilherme de Rosso  
Manços - Belo Horizonte - MG: Editora  
Poisson, 2024

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-394-2

DOI: 10.36229/978-65-5866-394-2

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Tecnologia 2. Inovação. I. Matamoros,  
Efrain Pantaleón II. Zumba, Felipe Macedo III.  
Manços, Guilherme de Rosso IV. Título.

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0. Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

Capa intitulada: **Andruchak - Avanços em Ciência, tecnologia e inovação - 2024** e foi produzida pelo Artista Plástico e Professor Marcos Andruchak

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

**Patrocinadores**



## **CONSELHO CIENTÍFICO**

Dr. Ademir Oliveira da Silva – CCET - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Dra. Amanda Melissa Damiano Leite – ECT - Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN

Dr. Carlos Figueroa-Hernandez. Universidade Tecnológica de Havana - CUJAE - Cuba

Dr. Cristiano Alves da Silva - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Dr. Edilson Marinho da Silva Junior – Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN

Dr. Eurico Seabra. Universidade do Minho - Portugal

Dr. Francisco Ernesto Zaragoza Zaldívar – CCHLA-Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Dr. Giuseppe Pintaude - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Dr. Glaúcio Bezerra Brandão - ECT - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Dr. Herlandi de Sousa Andrade - Universidade de São Paulo - USP

Dr. José Luis Valin Rivera - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - PUCV – Chile

Dra. Kaline Melo de Souto Viana – ECT - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Dra. Luciana de Figueiredo Lopes Lucena - PPgCTI - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Dra. María Cristina Moré Farias - Universidade de Caxias do Sul - UCS

Dr. Venancio Elías Caballero Córdoba - Universidad de Panamá – UP – Panamá

# Organizadores

## Efrain Pantaleón Matamoros



Doutor em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) em 2004, Bacharel e mestre em Ciências Físicas pela Faculdade de Física da Universidade da Havana. Experiência de 20 anos no setor empresarial, nas empresas Motores Taino (Especialista da qualidade) e Aços Villares (Gestor da manutenção). Atualmente, é Professor Associado da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Rio Grande do Norte na área de Negócios Tecnológicos, atuando em empreendedorismo tecnológico, Ciência de Dados para Negócio, indústria 4.0 e sistemas de energia renováveis. Fundador da Incubadora -inPACTA (ex-Gerente Executivo), da ênfase de Negócios Tecnológicos no

Bacharelado em C&T, co-fundador do Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Inovação, coordenador do Grupo de Negócios Tecnológicos e Tutor da Empresa Júnior do Bacharelado em C&T -EJECT. Professor orientador de trabalhos de especialização, mestrado e doutorado.

## Felipe Macedo Zumba



É professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) vinculado à Escola de Ciências e Tecnologia (ECT); atua como pesquisador do grupo de pesquisa em Negócios Tecnológicos e foi integrante da Incubadora de Processos Acadêmicos, Científicos e Tecnológicos Aplicados (inPACTA), incubadora de empresas da ECT-UFRN. É doutorando em Administração (PPGADM-UnP), mestre em Ciência, Tecnologia e Inovação (2019) e bacharel em Ciências e Tecnologia (2016), ambos pela UFRN. Além disso, possui especialização em Business Intelligence e graduação em Administração pela Faculdade Cidade Verde (FCV). Também possui conhecimento na área jurídica, sendo bacharel em Direito pela Universidade

Maurício de Nassau (2022). Sua experiência abrange Gestão e Economia da Inovação, Empreendedorismo, Políticas Públicas, Gestão e Modelagem de Riscos, Direito, Propriedade Intelectual, Transferência de Tecnologia, Gestão de Processos Jurídicos, Tecnologias de Informação e Comunicação, Mineração e Análise de Dados, bem como Modelagem de Risco de ativos financeiros.

# Organizadores

## Guilherme de Rosso Manços



Gerente de Inovação do Hospital Pequeno Príncipe, doutorando em Tecnologia e Sociedade pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e coordenador da Comissão de Juventude da 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Também é membro da Comunidade Global Shapers, iniciativa do World Economic Forum (WEF) para lideranças com menos de 30 anos, e foi selecionado para o grupo Davos50 do WEF Annual Meeting 2024. Como YLAI Fellow do Departamento de Estado dos Estados Unidos, trabalhou na Singularity University e no Boston Children's Hospital (hospital infantil da Harvard University). Co-fundou a Rede CsF, organização de ex-bolsistas do Ciência sem Fronteiras, e co-fundou e presidiu a

Emerge Brasil, organização que apoia cientistas empreendedores e impulsiona inovações de base científica da bancada até o mercado. É mestre em Modelagem de Sistemas Complexos pela Universidade de São Paulo (USP), Bacharel em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e foi bolsista do programa Ciência sem Fronteiras no Departamento de Física da Clark University, Estados Unidos.

# *Prefácio*

Nos tempos hodiernos, o mundo passa por constantes transformações, onde a interseção entre políticas públicas, ciências, tecnologias e inovação encontram-se amalgamadas e moldam o nosso futuro coletivo, é fundamental que sejam compreendidas as dinâmicas que impulsionam essas áreas e seus impactos na sociedade. Nessa direção, o presente livro é uma valiosa compilação de ensaios teóricos submetidos ao I Simpósio de Avanços em Ciências e Inovação Tecnológica que versam sobre estudos de caso e discussões teóricas que exploram essas interações complexas, oferecendo insights perspicazes sobre os desafios e oportunidades que enfrentamos no Brasil.

No decorrer da leitura deste livro, o leitor será levado a uma fascinante jornada através de políticas e casos emblemáticos em ciência, tecnologia e inovação. Os capítulos abordam temáticas que cobrem uma ampla gama de assuntos, desde as estratégias governamentais que moldam o desenvolvimento tecnológico até os casos inspiradores de empreendedorismo tecnológico que estão transformando nossa realidade. De forma mais pragmática, o livro pretende debater sobre como as políticas públicas podem influenciar o ritmo e a direção da inovação, examinando exemplos de sucesso em diferentes contextos. Este livro não apenas oferece uma análise crítica das políticas públicas e casos em ciência, tecnologia e inovação, mas também busca inspirar novas ideias e debates sobre como podemos moldar um futuro mais promissor para todos. Ao se compreender de forma mais efetiva quais as principais variáveis que impulsionam o progresso em diversas áreas, pode-se tomar decisões mais informadas e construir uma sociedade mais resiliente, inclusiva e sustentável.

Portanto, sintam-se convidados a embarcar nesta jornada intelectual, explorando as páginas que se seguem e refletindo sobre os desdobramentos das políticas e casos apresentados. Que este livro seja uma fonte de conhecimento e inspiração para todos aqueles interessados em compreender e influenciar o rumo da ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Por fim, é relevante destacar que em um mundo em constante transformação exige um perfil cada vez mais dinâmico e adaptável às disrupturas provocadas pelos avanços tecnológicos.

*Senadora Zenaide Maia*

# *Agradecimentos*

Prezados participantes do 1º Simpósio em Avanços da Ciência e Inovação Tecnológica,

É com imensa gratidão que dirigimos estas palavras a todos que contribuíram para o sucesso do nosso 1º Simpósio em Avanços da Ciência e Inovação Tecnológica (SACIT). Este evento foi um marco significativo, reunindo mentes brilhantes e impulsionando discussões importantes sobre o futuro da ciência e da tecnologia em nosso país.

Em particular, gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão ao secretário da Secretaria do Desenvolvimento Econômico, da Ciência, da Tecnologia e da Inovação, o Sr. Jaime Calado, cujo apoio e participação foram fundamentais para a realização deste evento. Sua visão e comprometimento com o avanço científico e tecnológico são inspiradores e foram essenciais para o sucesso do simpósio. Ao coordenador estadual de C&TI, o Sr. Dario Candido de Medeiros pela sua parceria.

Além disso, queremos estender nossos mais sinceros agradecimentos às Deputadas Estaduais Maria Divaneide Basílio, Isolda Dantas e a Deputada Federal Natália Bonavides que honraram nosso evento com sua presença e contribuições valiosas. Sua dedicação ao progresso da ciência e inovação em nível legislativo é notável e apreciada por todos nós.

Também não podemos deixar de agradecer a todos os palestrantes, moderadores, organizadores e participantes que dedicaram seu tempo e expertise para tornar este simpósio uma experiência enriquecedora e memorável. Agradecer ao representante da Unesco Mil Alliance Dr. Felipe Chibás Ortiz pela prontidão na colaboração com o simpósio. Adicionalmente, haja vista o fato do 1º SACIT ter sido um desmembramento da 5ª Conferência Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (5ª CNTCI), também se faz necessário reforçar os agradecimentos ao Dr. Anderson Stevens Leônidas Gomes, secretário adjunto da 5ª CNTCI.

Por fim, gostaríamos de expressar nossa gratidão aos patrocinadores: Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do RN (FAPERN) e ao Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia e Inovação da UFRN (PPGCTI). A apoiadores como a Escola de Ciência e Tecnologia e Empresa Júnior da Escola de Ciência e Tecnologia da UFRN (EJECT) que tornaram possível a realização deste evento. Seu generoso apoio foi fundamental para o sucesso do simpósio.

Que este simpósio seja apenas o começo de uma jornada contínua em direção ao avanço da ciência e inovação tecnológica em nossa sociedade.

Obrigado a todos por fazerem parte desta importante iniciativa.

Atenciosamente,

Os Organizadores

# SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	14
-------------------------	----

Guilherme de Rosso Manços

<b>Capítulo 1: Desafios e perspectivas da política industrial brasileira: uma análise das cadeias produtivas estratégicas e da dependência energética</b> .....	20
---	----

Rafael Cristian Mauricio de Oliveira Fernandes, Pedro Daniel Silva Oliveira, Idamylton Garcia Cunha, Caio Cesar Silva, Ana Keila Queiroz da Silva, Felipe Macedo Zumba

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.01

<b>Capítulo 2: Recuperação e modernização da infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação no país</b> .....	30
---	----

Jéssica Aparecida Silva Costa, Natanael Azevedo da Silva, Sthéphanie Karen Martins Batista, Thiago Bruno Lopes da Silva, Felipe Macedo Zumba

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.02

<b>Capítulo 3: Promovendo inovação nas indústrias brasileiras: desafios, políticas e perspectivas</b> .....	39
---	----

Josiane Ferreira de Souza, Marcos Renan Cruz da Fonseca, Horácio Betcel Guimarães, Wilkerson Willame Fernandes de Oliveira, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.03

<b>Capítulo 4: Desenvolvimento e perspectivas da energia nuclear no Brasil: autonomia tecnológica, desafios e oportunidades</b> .....	50
---	----

Ana Julia Assunção de Oliveira, Brenda Karyelle de Moura Batista, Bruno Cesar Ribeiro da Silva, Enzo de Assis Bezerra, Leonardo Oliveira Fernandes da Mota, Viviane Brasil Santos, Francisco Belarmino de Macedo Neto, Felipe Macedo Zumba

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.04

<b>Capítulo 5: Desenvolvimento e perspectivas dos parques tecnológicos no Brasil: desafios estruturais, incentivos financeiros e governança integrada</b> .....	59
---	----

Caueh Alex dos Santos Maciel, João Daniel Barbosa Nascimento dos Santos, Luciana Gouveia Machado, Maria Jeangela Paula Ferreira, Thalita Henrique Ferreira Rodrigues, Vanessa Freitas de Sousa, Eduardo Murilo Pinto Taborda, Ana Keila Queiroz da Silva, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.05

<b>Capítulo 6: Ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais no desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro</b> .....	67
---	----

Edson Oliveira da Cruz, Gustavo do Nascimento Silva, Caio Cesar Fernandes de Almeida, Francisco Belarmino de Macedo Neto, Felipe Macedo Zumba

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.06

# SUMÁRIO

**Capítulo 7: Apoio a arranjos produtivos locais articulados com institutos e centros vocacionais tecnológicos ..... 75**

Rafael Cristian Mauricio de Oliveira Fernandes, Allan Crystyan Santana do Nascimento, Francisco Belarmino de Macedo Neto, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.07

**Capítulo 8: Atração e fixação de recursos humanos qualificados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, a fim de reverter a perda de talentos nacionais ..... 82**

Arthur de Sousa Campos, Pablo Gabriel Rodrigues do Nascimento, Thiago Bruno Lopes da Silva, Felipe Macedo Zumba

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.08

**Capítulo 9: Parcerias público-privadas no desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação através de projetos inovadores ..... 90**

Suellen Rayssa Barbosa Ferraz, Bianca Oliveira de Sousa, Pedro Isaac Figueiredo de Lima, Bruno Manso Dumaresq Madureira, Emanuely Lima da Silva, Ana Keila Queiroz da Silva, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.09

**Capítulo 10: A defesa e difusão da ciência, a fim de superar preconceitos que neguem os seus métodos e valores ..... 96**

Alana Crystina Pessoa Lima, Francisca Leticia de Oliveira Mendes, Italo Andrade Vicente, Jussenykson Djeyson Fernandes de Amorim, Maria Luiza Melo Silva, Horácio Betcel Guimarães, Francisco Belarmino de Macedo Neto

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.10

**Capítulo 11: Ampliação da autonomia tecnológica na Defesa Nacional: desafios e perspectivas..... 104**

Levy Mardson da Silva Gonzaga, Arthur de Sousa Campos, Leonardo Pessoa Cavalcanti, Pedro Lucas Abrantes Sarmento, Ana Keila Queiroz da Silva, Orivaldo Vieira de Santana Junior

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.11

**Capítulo 12: Redução das vulnerabilidades, em cadeias produtivas estratégicas, como nas áreas da saúde, energia, alimentos, minerais e sistemas de informação e comunicação..... 114**

Aline Ribeiro da Silva, Evely Gabrielle do Bonfim Pereira, Emily Cabral dos Santos Pinto, Fernanda Geovanna de Oliveira Gonçalves, Jussier Bezerra Tibúrcio, Eduardo Murilo Pinto Taborda, Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.12

# SUMÁRIO

**Capítulo 13:** Tornando a ciência, tecnologia e inovação acessíveis: desafios e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Brasil ..... 125

Patrícia Kelly do Nascimento Tavares de Oliveira, Pedro Mesmer Aquino Kitzinger, Thamires dos Santos Rego, Wesley Jorge da Silva Ferreira, Ana Keila Queiroz da Silva, Marcela Aparecida Cucci Silvestre, Carlos Alexandre Camargo de Abreu

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.13

**Capítulo 14:** Integração dos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil ..... 131

Carlos Fernandes Pinheiro Júnior, Edson Oliveira da Cruz, Gabriel Dantas de Lira, Gustavo do Nascimento Silva, Nelis Nelson Arruda da Cruz Júnior, Régia Carneiro de Menezes, Thiago Bruno Lopes da Silva

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.14

**Capítulo 15:** Reindustrialização e estímulo à inovação: desafios e perspectivas para o desenvolvimento econômico sustentável no Brasil ..... 141

André Rafael Maia, Gabriel Araújo Texeira, Mayko Geovani Simplicio de Souza e Silva, Nicolás de Moraes e Lima, Ana Keila Queiroz da Silva, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.15

**Capítulo 16:** Rumo ao crescimento impulsionado pela inovação: compreendendo a dinâmica de desenvolvimento econômico do Brasil ..... 151

Alceni Dantas Fernandes, Roberto Vinicius Dantas da Silva, João Victor Andrade Eneas Candido, Vinicius Guilherme Silva Santos, Ítalo Araújo dos Santos, Ana Keila Queiroz da Silva, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.16

**Capítulo 17:** Inovação, desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade: perspectivas para o Brasil ..... 160

Enoque Silveira Cabral Neto, Maria Alice de Souza Mota, Wallysson de Lima Silva, Horácio Betcel Guimarães, Marco Antonio Leandro Cabral

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.17

**Capítulo 18:** O papel dos investimentos em pesquisa espacial no desenvolvimento econômico: um estudo sobre o Programa Espacial Brasileiro ..... 170

Giovanni Paulo dos Santos, Jose Isidorio de Oliveira Neto, Emanuel Alexandre Silva Moraes, Vinicius Regis Santos Alves, Matheus Onofre Fialho, Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins, José Henrique Fernandez

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.18

# SUMÁRIO

**Capítulo 19:** Programa Espacial Brasileiro: desafios, progressos e perspectivas futuras ..... 178

Lianna Caroline Lima dos Santos, Luciano Gustavo Lins dos Santos, Patrícia Kelly do Nascimento Tavares de Oliveira, Thalys Ribeiro de Albuquerque Silva, Wanderson Santos de Paula, Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins, José Henrique Fernandez

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.19

**Capítulo 20:** Formação e capacitação de recursos humanos qualificados na área de ciência, tecnologia e inovação..... 188

Felipe Reges Gomes, Icaro de Lacerda Dantas, Jailson Benedito do Nascimento, Thiago Bruno Lopes da Silva

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.20

**Capítulo 21:** Desenvolvimento integrado e sustentável na região Amazônica..... 202

Alexia Fernanda Barbosa de Melo, Pedro Henrique Bessa Maia, Tales Emanuel Coelho Pereira, Jenilson Ferreira da Costa, Horácio Betcel Guimarães, Wilkerson Willame Fernandes de Oliveira, Marco Antonio Leandro Cabral

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.21

**Capítulo 22:** Desafios e perspectivas da política industrial e energética brasileira: um enfoque nas cadeias produtivas estratégicas ..... 208

Rafael Cristian Mauricio de Oliveira Fernandes, Pedro Daniel Silva Oliveira, Idamylton Garcia Cunha, Caio Cesar Silva, Horácio Betcel Guimarães, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.22

**Capítulo 23:** Contribuições da ciência, tecnologia e inovação na redução das vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas: um estudo de caso no Brasil .. 218

Thiago Vitor Faustino Barbosa, Matheus Mozart Wanderley de Medeiros, Aquiles Jordan Ferreira de Moraes, Sthéphanie Karen Martins Batista, Jéssica Aparecida Silva Costa, Francisco Belarmino de Macedo Neto

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.23

**Capítulo 24:** Desafios e perspectivas da política brasileira de ciência, tecnologia e inovação: rumo a uma lei nacional de promoção de CT&I ..... 227

Esaul dos Santos Silva, Ana Keila Queiroz da Silva, Francisco Belarmino de Macedo Neto, Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins, Felipe Macedo Zumba, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.24

# SUMÁRIO

**Capítulo 25:** Desafios e perspectivas do Programa Espacial Brasileiro: avanços, limitações e oportunidades ..... 237

Caio Matheus Cabral Alves, Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins, Orivaldo Vieira de Santana Junior, José Henrique Fernandez

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.25

**Capítulo 26:** Tecnologias aeroespaciais: um estudo tecnológico e de mercado..... 242

Arthur Kewen Ferreira Agapito, Elias Reis dos Anjos, Guilherme da Silva Cruz, Artur Silva Santos, Ana Keila Queiroz da Silva, Francisco Belarmino de Macedo Neto, Thiago Bruno Lopes da Silva, Carlos Alexandre Camargo de Abreu

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.26

**Capítulo 27:** Projeto Cometa Nordestino: uma experiência sobre tecnociência solidária e empreendedorismo como soluções para educação inovadora ..... 253

Elaine Cristina Farias de Oliveira, Ana Keila Queiroz da Silva, Francisco Belarmino de Macedo Neto, Thiago Bruno Lopes da Silva, Leonardo Andrade de Almeida, Herculana Torres dos Santos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.27

**Capítulo 28:** Do metaverso a dança com robôs - inovando com arte e tecnologia: Projeto 10 Dimensões..... 264

Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui, Laurita Ricardo de Salles

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.28

**Capítulo 29:** Uma visão internacional da inovação nas Cidades MIL de UNESCO: reflexões e casos ..... 278

Felipe Chibás-Ortiz, Adérito Fernandes-Marcos, Andrea Leonardi, Efrain Pantaleón-Matamoros

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-394-2.CAP.29

# *Introdução*

*Guilherme de Rosso Manços<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Mestre em Modelagem de Sistemas Complexos pela Universidade de São Paulo, Bacharel em Ciências e Tecnologia pela UFRN. Gerente de Inovação do Complexo Pequeno Príncipe.

O que é necessário para alavancar e manter bons índices de desenvolvimento social e econômico de um país? A resposta é certamente multifatorial e tais fatores de desenvolvimento podem passar por uma combinação de políticas e investimentos em educação, saúde, defesa, infraestrutura, ciência, tecnologia, inovação, para citar algumas áreas.

Este livro foca na perspectiva de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), elemento essencial para o desenvolvimento dos países. Seja para manutenção de poder econômico e geopolítico como é o caso dos Estados Unidos e do Reino Unido, seja para diferenciação de países com pequenos territórios como Suíça e Israel, seja para alavancar um rápido processo de crescimento econômico e industrial recente como no caso dos tigres asiáticos Cingapura e Coreia do Sul.

Um estudo dos economistas indianos Hanusch, Chakborty e Khurana (2017) coletou dados econômicos de países do G20 e analisou o impacto no crescimento econômico para cada 1% de aumento nos gastos públicos em algumas áreas (Figura 1). Ao aumentar 1% dos gastos públicos em Saúde, a análise demonstrou que o impacto no crescimento econômico nos países do G20 foi de 0,30%. O aumento de 1% nos gastos em Educação teve impacto de 0,25%. Em Defesa 0,03% e em Infraestrutura 0,01%. Já o aumento de 1% nos gastos públicos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) representaram 9,92% de impacto no crescimento econômico.

**Figura 1:** Impacto no crescimento econômico para cada 1% de aumento nos gastos públicos em áreas selecionadas (média países do G20)



Fonte: HANUSCH, H.; CHAKBORTY, L.S.; KHURANA, S. Fiscal Policy, Economic Growth and Innovation. Working Paper #883. Annadele-on-Hudson, Bard College, 2017. Figura gerada por PLONSKI, G.A., 2017.

Seria errôneo interpretar que os investimentos em P&D são mais importantes que em outros setores, haja vista que a realidade e as necessidades de cada nação devem direcionar uma combinação de investimentos em diferentes áreas. Entretanto, considerando o impacto no crescimento econômico, a análise realizada por Hanusch e colaboradores reforça o argumento de que os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação devem fazer parte da equação de desenvolvimento de qualquer país.

No caso do Brasil, o Museu Nacional destaca-se na história como a primeira instituição científica do país, inaugurado em 1818 no Rio de Janeiro e que continua em atividade até os dias atuais. Outras instituições científicas centenárias de destaque incluem o Observatório Nacional (ON), criado por Dom Pedro I em 1827, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), fundada em 1900, e o Instituto Butantan, em 1901. Entre o final do século XIX e o início do século XX também surgiram algumas escolas politécnicas,

faculdades de medicina e de farmácia, associações científicas e outras instituições que firmaram as bases da ciência nacional.

Com a criação da Academia Brasileira de Ciências (ABC) em 1916 e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) em 1948, fortaleceu-se a ideia de criar uma entidade governamental específica para fomentar o desenvolvimento científico (CAPES, 2014). Na esteira dessa organização e influência da comunidade científica brasileira, em articulação com o governo e o Congresso Nacional, foram criados em 1951 a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq, atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). A fundação da CAPES e do CNPq representaram um marco histórico para o estabelecimento da política de ciência e tecnologia no Brasil.

Em 1985, foi instituído o então Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), hoje Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), como um órgão governamental do alto escalão dedicado à política científica e tecnológica nacional, sob a liderança de Renato Archer. No mesmo ano, o MCT convocou a 1ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia a fim de discutir com a sociedade os rumos da ciência e tecnologia. Em 2001 foi realizada a 2ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia, que passou a discutir, também, sobre inovação tecnológica, além de influenciar na criação dos fundos setoriais e do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Quatro anos depois, em 2005, ocorreu a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, que incorporou inovação no nome e pautou discussões em temas voltados às questões regionais e aos novos mecanismos de apoio ao setor, como a Lei de Inovação (Lei Nº 10.973, de 2 de Dezembro de 2004) e a Lei do Bem (Lei Nº 11.196, de 21 de Novembro de 2005). Já a 4ª Conferência Nacional de CT&I ocorreu em 2010, trazendo o tema do Desenvolvimento Sustentável como objeto central da discussão (MEC, 2010), um tema ainda bastante atual.

Tais conferências deram bases importantes para planos e estratégias lançados pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), a saber: Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação – PACTI (2007-2010), Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI (2012-2015) e Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI (2016-2022).

Terminado o prazo de vigência da ENCTI 2016-2022, o MCTI publicou a Portaria nº 6.998, de 10.05.2023, que “estabelece as diretrizes para a elaboração da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período de 2023 a 2030, (...) em consonância com a diretriz mais ampla de desenvolver o País” (MCTI, 2023). A fim de mobilizar representantes de organizações públicas e privadas e a sociedade civil na construção desta próxima estratégia, o governo federal publicou o Decreto nº 11.596, de 12 de julho de 2023, que convoca a 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (V CNCTI). Abaixo estão destacados os artigos 1º e 2º do referido decreto, com destaque para o tema da V CNCTI e os respectivos eixos estruturantes que orientam a ENCTI 2024-2030.

Decreto nº 11.596, de 12 de julho de 2023:

Art. 1º Fica convocada a V Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - V CNCTI, a ser realizada no mês de junho de 2024, em Brasília, Distrito Federal, com o tema “Ciência, Tecnologia e Inovação para um Brasil Justo, Sustentável e Desenvolvido”.

§ 1º A V CNCTI será coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

§ 2º A V CNCTI terá a participação de representantes de órgãos e entidades, públicas e privadas, e de organizações da sociedade civil.

Art. 2º O tema central da V CNCTI será abordado a partir dos seguintes eixos estruturantes que orientam a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI 2024-2030:

I - Recuperação, expansão e consolidação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação;

II - Reindustrialização em novas bases e apoio à inovação nas empresas;

III - ciência, tecnologia e inovação para programas e projetos estratégicos nacionais; e

IV - Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento social.

Parágrafo único. Durante a realização da V CNCTI, serão analisados os programas e os planos da ENCTI 2016-2023, e os seus resultados, com vistas a propor recomendações para a elaboração da ENCTI 2024-2030 e ações a serem executadas em longo prazo (Brasil, 2023. Art. 1º, Art. 2º. Grifo nosso).

A V CNCTI, portanto, oferece uma janela de oportunidade singular para discutir as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação, especialmente considerando o fato de que o Brasil ficou 14 anos sem realizar uma conferência nacional com este foco. O processo de debates até o mês de junho de 2024 passa por uma série de conferências preparatórias a nível municipal, estadual, distrital e regional, por conferências temáticas e por conferências livres.

Os primeiros debates preparatórios para a V CNCTI foram realizados durante a 75ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), reconhecido como o maior evento científico da América Latina, que em 2023 ocorreu entre os dias 23 a 29 de julho no campus da Universidade Federal do Paraná (UFPR) em Curitiba. Durante a 75ª Reunião Anual da SBPC, estudantes e lideranças jovens se fizeram presentes e pautaram aos organizadores da V CNCTI sobre a relevância da participação da juventude nos debates, não apenas pelas contribuições que a juventude tem a dar, mas também pela necessidade estratégica de preparar o país para uma transição geracional das lideranças do Sistema Nacional de CT&I.

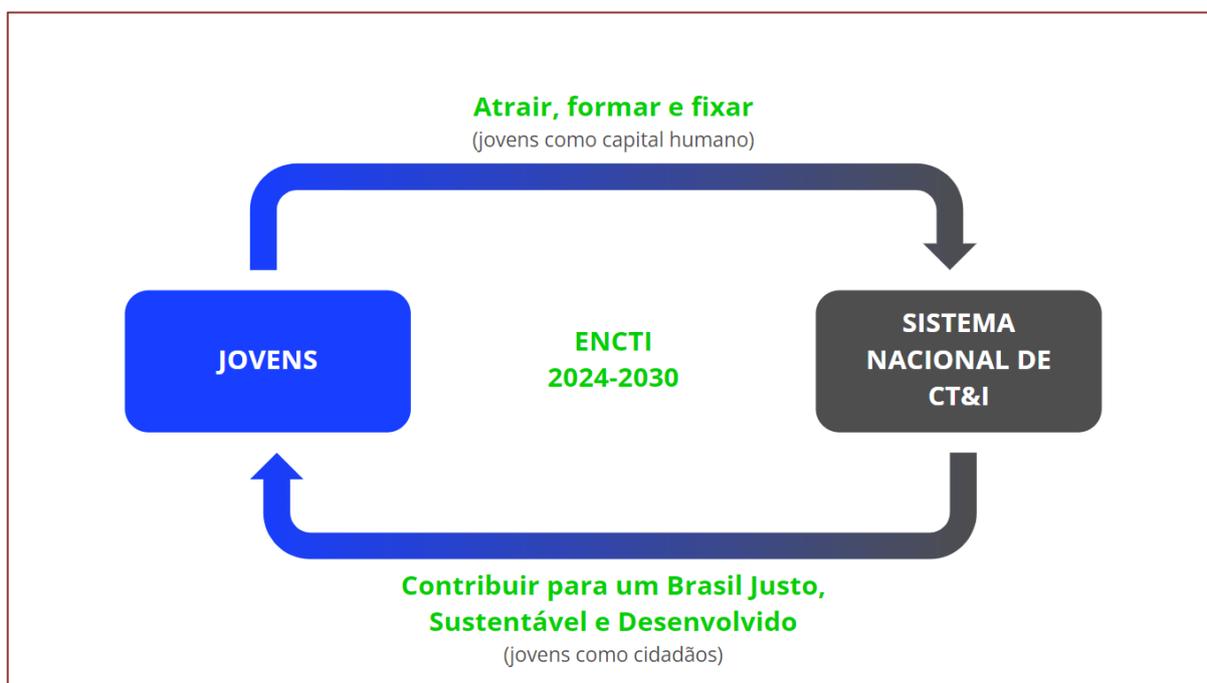
A resposta foi dada pelo Prof. Sérgio Rezende, ex-Ministro de CT&I (2005-2010) e Secretário Geral da V CNCTI, em forma de trabalho. Com base nas atribuições conferidas ao Secretário Geral, o Prof. Sérgio Rezende estabeleceu a Comissão de Juventude da V CNCTI, sob coordenação de Guilherme de Rosso Manços e de Priscila Duarte de Lira. A Comissão de Juventude tem por responsabilidade planejar e organizar os eventos e atividades vinculados à temática de juventude no âmbito da V CNCTI, buscando engajar os jovens em torno de temas científicos e aumentar a participação popular na V CNCTI, além de promover e valorizar os jovens como agentes de participação social e política (conforme Estatuto da Juventude), notadamente em torno da construção das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil.

De acordo com o Atlas das Juventudes, o “Brasil é lar de quase 50 milhões de pessoas com idade entre 15 e 29 anos (...) [e] é possível que nunca mais se tenha uma janela de oportunidades como essa, com tamanho potencial para o progresso econômico e desenvolvimento social” (Barão *et al.*, 2022, p.8). Nunca houve tantos jovens na história

do país e, especialmente neste contexto, a juventude deve ser considerada um grupo estratégico para o futuro da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil.

Sendo assim, faz-se necessário refletir sobre as relações entre a juventude e o Sistema Nacional de CT&I. Pela perspectiva dos jovens como capital humano estratégico, é imperativo atrair, formar e fixar significativa parcela da juventude para o Sistema Nacional de CT&I. Já pela perspectiva dos jovens como cidadãos, o sistema nacional de CT&I precisa dar contribuições em direção a um Brasil mais justo, sustentável e desenvolvido nos seus mais diversos aspectos. A ENCTI 2024-2030 precisa estar no centro destas relações (figura 2) e trazer diretrizes claras, que devem se desdobrar em políticas públicas, orçamento e ações de curto, médio e longo prazo.

**Figura 2:** Relação entre a juventude, o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2024-2030



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com vistas a discutir e consolidar propostas e recomendações para a relação entre a juventude e o Sistema Nacional de CT&I, bem como a incluir as recomendações e ações de longo prazo para a Juventude na ENCTI 2024-2030, a Comissão de Juventude da V CNCTI articulou a realização de uma série de atividades e seminários temáticos sobre “CT&I e a Juventude” em diferentes cidades do Brasil, reunindo os mais diversos atores.

Uma das atividades foi articulada com a Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (ECT/UFRN). Os eixos estruturantes e temas da V CNCTI direcionaram os trabalhos dos estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia durante a disciplina de Gestão e Economia de Ciências, Tecnologia e Inovação, dos alunos do Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Inovação, bem como dos discentes e pesquisadores vinculados ao grupo de Negócios Tecnológicos da ECT/UFRN. Os referidos trabalhos, que deram origem a este livro, foram desenvolvidos entre agosto de 2023 e fevereiro de 2024 e culminaram na

realização do 1º Simpósio de Avanços em Ciências e Inovação Tecnológica, ocorrido em Natal-RN nos dias 29 de fevereiro e 01 de março de 2024.

A estrutura do livro é organizada em quatro eixos principais: Eixo I aborda a recuperação, expansão e fortalecimento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação; Eixo II foca na reindustrialização sobre novas bases e no fomento à inovação empresarial; Eixo III explora o papel da ciência, tecnologia e inovação em programas e projetos estratégicos nacionais; e Eixo IV examina a contribuição desses campos para o desenvolvimento social.

O processo de mobilização da juventude em torno da construção de políticas de CT&I no Brasil contribui para a definição dos rumos do país. Embora o Brasil ainda esteja buscando consolidar sua posição no cenário científico, tecnológico e de inovação global, as estratégias delineadas devem demonstrar compromisso com os avanços da área e, por conseguinte, alavancar e manter bons índices de desenvolvimento social e econômico.

## REFERÊNCIAS

- [1] BARÃO, M et al. **Atlas das Juventudes**. Brasília. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/33651>, 2022.
- [2] BRASIL. **Decreto nº 11.596, de 12 de julho de 2023**. Convoca a V Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
- [3] BRASIL. **Portaria MCTI nº 6.998, de 10.05.2023**. Estabelece as diretrizes para a elaboração da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período de 2023 a 2030, e que deverão orientar a atuação institucional dos órgãos e unidades que integram a estrutura do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.
- [4] CAPES. **Institucional: História e missão**. Publicado em 01/01/2014. Atualizado em 27/02/2024 11h05. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/historia-e-missao>
- [5] HANUSCH, H.; CHAKBORTY, L.S.; KHURANA, S. **Fiscal Policy, Economic Growth and Innovation**. Working Paper #883. Annadele-on-Hudson, Bard College, 2017. Figura gerada por PLONSKI, G.A., 2017.
- [6] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Seminário preparatório aborda a situação da educação básica: História da Conferência Nacional de Ciência. Publicado em 2010**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/conferencia-nacional-de-ciencia>.

# Capítulo 1

## *Desafios e perspectivas da política industrial brasileira: uma análise das cadeias produtivas estratégicas e da dependência energética*

*Rafael Cristian Mauricio de Oliveira Fernandes<sup>1</sup>*

*Pedro Daniel Silva Oliveira<sup>2</sup>*

*Idamylton Garcia Cunha<sup>3</sup>*

*Caio Cesar Silva<sup>4</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>5</sup>*

*Felipe Macedo Zumba<sup>6</sup>*

**Resumo:** Esse trabalho aborda a redução de vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas no Brasil, como saúde, energia, alimentos, minerais e sistemas de informação e comunicações, e destaca a importância de políticas industriais e de inovação para promover o desenvolvimento econômico e social do país. Ademais, discute a dependência excessiva de hidrelétricas na matriz energética brasileira e os desafios relacionados às mudanças climáticas, além de abordar questões relacionadas à necessidade de diversificação da economia, modernização das infraestruturas e estímulo à inovação tecnológica e à importância de políticas públicas que promovam a inclusão social e a redução das desigualdades regionais. Em suma, o presente estudo ressalta a importância de uma abordagem abrangente e integrada para fortalecer as cadeias produtivas estratégicas, promover a competitividade e a sustentabilidade, e impulsionar o desenvolvimento econômico do Brasil.

**Palavras chave:** Redução de Vulnerabilidades; Cadeias Produtivas Estratégicas; Inovação; Energia; Obsolescência.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>6</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A política industrial é um componente fundamental das iniciativas dos Estados nacionais para estimular o desenvolvimento. Ela engloba uma estratégia abrangente e uma ampla variedade de ferramentas destinadas a promover mudanças na estrutura produtiva de um país. Isso envolve o fortalecimento da base industrial e a promoção da inovação, tendo um impacto significativo na qualidade, na competitividade e na eficiência da produção. Portanto, a política industrial é considerada uma parte essencial e inseparável de uma estratégia nacional de desenvolvimento econômico e social (Gadelha, 2016).

Conforme destaca Celso Furtado (2005), a estratégia fundamental para a industrialização no contexto nacional desenvolvimentista foi a substituição de importações e o controle cambial. Estes, pilares importantes que permitiram estabelecer um ambiente propício para o desenvolvimento do mercado interno e da indústria, impulsionados pelo protecionismo resultante das políticas já citadas.

Ademais, o autor Battahin (2023) discute que, mesmo com mudanças de governos e o regime militar, o movimento de desenvolvimento nacional persistiu até o governo Collor (1990), quando foi substituído por um projeto de orientação neoliberal. Assim, este governo, ao adotar o movimento neoliberalista, ampliou a autonomia e influência do mercado e da iniciativa privada, iniciando, portanto, o processo de privatizações de empresas estratégicas para a economia nacional. Como resultado, essas alterações retiraram o apoio à indústria do centro da política econômica do país.

As últimas décadas, que abrangem desde os anos 2000 até a presente década, o Brasil testemunhou uma série de mudanças significativas no *status quo* da sociedade e economia, muitas delas positivas. As políticas de inclusão social bem-sucedidas, a melhoria na distribuição de renda e o crescimento do mercado de trabalho tiveram um impacto benéfico no país.

Todavia, quando se refere à estrutura produtiva, o Brasil ainda enfrenta desafios significativos em termos de competitividade e fragilidade comercial em setores de alto valor agregado e conteúdo tecnológico avançado. Neste paradigma, a competitividade brasileira permanece mais robusta em atividades relacionadas a commodities, caracterizadas por produção em larga escala e baixo valor agregado, principalmente em setores que dependem de matérias-primas, insumos agrícolas e demandam grande consumo de energia (Cassiolato, 2015).

Nesta prerrogativa, o autor Olivera (2011), deliberou em sua obra a importância da inovação, ciência e tecnologia em qualquer sociedade já que ela foi capaz de trazer benefícios relevantes tanto economicamente como socialmente para toda a população. Neste sentido, em 2010 foi sancionada a Lei nº12.193, que estabelece o Dia Nacional da Inovação e neste mesmo ano, foi lançado na 4ª CNCTI (Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação), o livro azul, no qual, a prerrogativa apresentada por Oliveira é confirmada, ademais, é feita a validação da necessidade emergencial brasileira de inocular a inovação em todos os poros da economia do país.

Portanto, a questão central que norteia este trabalho é como discutir e analisar os programas e planos da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) formulados para o quadriênio de 2016-2023, juntamente com a avaliação dos resultados obtidos, com enfoque na temática de Redução de vulnerabilidades em cadeias produtivas

estratégicas. A fim de, formular recomendações para elaboração do 5º ENCTI para o período de 2024 a 2030, considerando o *status quo* atual da prerrogativa em questão.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As cadeias produtivas são um conjunto de processos e atividades que visam a transformação de materiais e energia em bens e serviços de valor para o consumidor. Dessa forma, essa abordagem se destaca pela sua capacidade de identificar e aproveitar os recursos e o potencial de um país ou região, promovendo o desenvolvimento econômico e a criatividade.

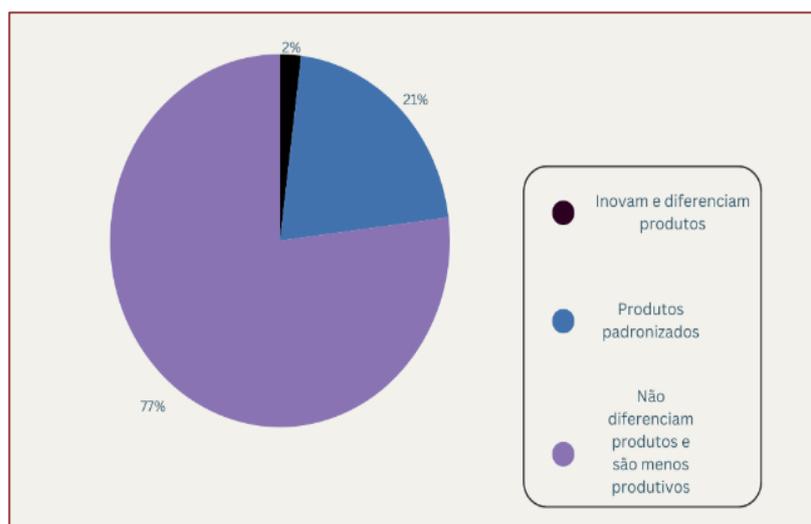
Ademais, foi discutida a importância das cadeias produtivas como uma estratégia de desenvolvimento, destacando seus benefícios e desafios, bem como suas implicações para a política industrial e a inovação tecnológica brasileira. Foi analisado como as cadeias produtivas podem ser utilizadas como um instrumento de planejamento e gestão para otimizar a produção e a distribuição de bens e serviços, contribuindo para a redução das barreiras para o desenvolvimento e a promoção de um ambiente de negócios mais competitivo e inovador.

Além disso, foram examinados os diferentes tipos de cadeias produtivas, como as cadeias curtas e as cadeias longas, e discutido sobre as estratégias e ferramentas necessárias para gerenciá-las eficientemente. Buscar compreender como as cadeias produtivas podem ser integradas com outras estratégias de desenvolvimento, como a inovação, a sustentabilidade e a inclusão social, criando um ambiente de negócios mais inclusivo, sustentável e resiliente.

### **2.1. CADEIAS PRODUTIVAS COMO ESTRATÉGIA PARA DESENVOLVIMENTO**

No processo produtivo, uma cadeia produtiva se revela um agrupamento de atividades, em diferentes etapas de processamento ou montagem, cujo objetivo é transformar matérias-primas básicas em produtos. Assim, em uma estrutura industrial razoavelmente desenvolvida, é inviável delimitar precisamente as cadeias produtivas, devido à interdependência geral das atividades e à possibilidade de substituições de insumos primários (Haguenauer, 2001).

É importante frisar que o setor produtor foi demonstrando que encontra integrado cada vez mais inovação tecnológica em suas agendas. Entretanto, segundo a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (IBGE, 2002), realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 32% das empresas desenvolveram pelo menos uma inovação no período de 1998 a 2000. Como esperado, a maioria dessas empresas (38%) ficaram no Estado de São Paulo, no entanto, teve uma taxa de inovação parecida com a nacional de 33% apenas promovendo a criatividade no produto, a taxa caiu significativamente de 19% para 6% (Fig. 1).

**Figura 1:** Dados do relatório do Ipea

Fonte: Autoria própria.

Reforçando este argumento, a imagem acima ilustra os dados do relatório recente do Ipea (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), apenas 2% das indústrias brasileiras “inovam e diferenciam produtos” (ARBIX, 2005). As outras são divididas em empresas especializadas em produtos padronizados (21%) e não diferenciam produtos e são menos produtivos (77%).

Por outro lado, com os benefícios financeiros e emocionais associados aos investimentos, a inovação tecnológica como força motriz de ideias. Faz com que o país corra um risco significativo de desgaste em suas cadeias produtivas estratégicas. Portanto, a incorporação da inovação tecnológica no crescimento econômico e social requer políticas públicas e administração de empresas de tratamento inovador (Plonski, 2005).

No Brasil, no final do século XIX, foi a época em que surgiram as primeiras indústrias de produção manufatureira. Esse processo, ainda com uma tecnologia incipiente, tinha uma maior relevância especialmente nos setores de alimentação, bebidas e vestuário.

O avanço da industrialização brasileira não aconteceu de forma igualitária, e conforme se intensificou nesse período, resultou em uma maior concentração industrial no Sudeste, especialmente em São Paulo. Assim, devido a este processo, se acentuou, ainda mais, as disparidades econômicas entre as diversas regiões do país (Ribeiro, 2010).

Durante a década de 90, significativas transformações ocorreram na economia brasileira, resultando em mudanças importantes na distribuição geográfica da indústria nos anos posteriores. Embora as conclusões de Ribeiro permaneçam válidas, Árias (1998) afirma que de forma geral observou-se um movimento da indústria em direção a alguns estados das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país, dispersando a concentração industrial no sudeste brasileiro.

Neste contexto, a política econômica enfatiza que iniciar a reorganização da economia nacional significa mudar imediatamente a dinâmica distributiva dos grupos

sociais e seus interesses, além de alterar os acordos econômicos internacionais que já existem (Borges, 2007).

Sendo assim, uma cadeia produtiva estratégica que se destaca no Brasil é a cadeia energética. Haja vista, que segundo Bronzatti (2008), o Produto Interno Bruto, ou seja, uma atividade econômica, de um país tem uma forte correlação com sua demanda energética.

## **2.2. CADEIA PRODUTIVA ENERGÉTICA BRASILEIRA**

Os primórdios da história, o processo da civilização está intrinsecamente ligado à produção e ao uso da energia. A parte da descoberta do fogo para a preparação de alimentos, os recursos naturais foram explorados sem grandes preocupações.

Haja vista, que a crença predominante era de que esses eram infinitos, incluindo os combustíveis fósseis (Smil, 2011). Nesse sentido, Wrigley (2004) e Tolmasquim (2007), corroboram com a ideia de que a partir da Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos têm sido profundamente influenciadas pela sua matriz energética.

Assim como, já frisado anteriormente, a capacidade de fornecer logística e energia para o desenvolvimento da produção, com condições competitivas e ambientalmente sustentáveis é fundamental para a sustentabilidade econômica de um país (Guarnieri, 2011).

Nas próximas décadas, a questão da energia se apresenta para o Brasil como um desafio e uma oportunidade simultaneamente. Visto que, o desafio é garantir o suprimento de energia necessário para o desenvolvimento econômico e social do país, com segurança e sustentabilidade.

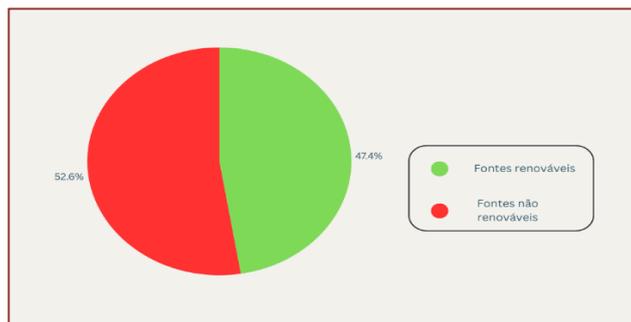
Ademais, há a possibilidade de aproveitar as condições específicas de recursos energéticos renováveis e a tecnologia do Brasil, a fim de transformar suas fontes de recursos naturais em energia, agregando valor à sua produção de riqueza (Tolmasquim, 2007).

Nesse sentido, de acordo com dados levantados pelo Balanço Energético Nacional (BEN), relatório fornecido anualmente pelo Ministério de Minas e Energia, o Brasil em 2022 possui uma matriz elétrica composta principalmente de fontes renováveis, com ênfase na fonte hídrica. Considerando isso, observa-se que a quase totalidade das importações vem da usina de Itaipu, onde a mesma, teve participação em 64% da oferta nacional neste mesmo período.

Segundo o BEN, cerca de 88% da oferta interna de eletricidade do Brasil vem de fontes renováveis, essas por sua vez, segundo Faz (2018), têm um grande potencial e, como são inesgotáveis, certamente supririam muitas das necessidades energéticas da humanidade.

A diversidade energética no Brasil foi um fator importante para o desenvolvimento sustentável do país. O mesmo, foi privilegiado em termos de recursos naturais, com grandes reservas de energia renováveis. Segundo o BEN de 2023, a matriz energética brasileira é composta por 47,4% de fontes renováveis e 52,6% de fontes não renováveis, como mostra a figura a seguir (Fig 2).

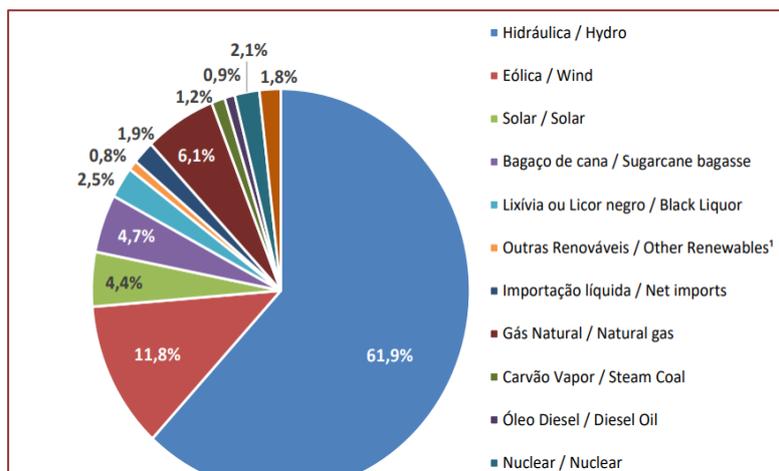
**Figura 2:** Fontes renováveis X fontes não renováveis (Dados do BEN 2023)



Fonte: Autoria Própria.

Além disso, a figura abaixo retirada do BEM de 2023 mostra que, as principais fontes renováveis são a energia hidrelétrica (60,1%), a energia eólica (9,1%) e a biomassa (18,3%), e as principais fontes não renováveis são o petróleo (33,6%), o gás natural (10,7%) e o carvão mineral (8,2%) (Fig. 3).

**Figura 03.** Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte



Fonte: BEN 2023.

Ainda segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), o futuro da matriz energética brasileira, como o avanço das tecnologias de energia renovável, o Brasil tem o potencial de se tornar um líder mundial em energia limpa. No entanto, mesmo considerando que o consumo de energias renováveis no Brasil é significativamente maior que a média global, isso não elimina as críticas relacionadas à sustentabilidade do modelo de energia adotado pelo país.

### 2.3. VULNERABILIDADES EM CADEIA PRODUTIVAS ESTRATÉGICAS BRASILEIRAS

As vulnerabilidades das cadeias produtivas brasileiras são múltiplas e afetam diversos aspectos da economia, como a dependência climática e a obsolescência. A

primeira vulnerabilidade abordada foi a obsolescência, que se refere à tendência de obsolescência econômica e tecnológica.

A obsolescência pode afetar a cadeia produtiva de energias, fazendo com que tecnologias e inovações emergentes possam tomar as cadeias produtivas obsoletas ou desatualizadas. Essa vulnerabilidade pode levar a uma perda de competitividade e a uma redução de eficiência nas cadeias produtivas, o que pode afetar negativamente o desenvolvimento econômico do país.

A segunda vulnerabilidade a ser abordada é a dependência climática. As mudanças climáticas afetam diretamente os ecossistemas, economia, infraestrutura, cadeias produtivas e a biodiversidade do país. O Brasil possui vantagens estratégicas, como o aumento da geração de energia renovável, mas também enfrenta desafios, como o agronegócio dependente do clima e a geração de hidroeletricidade dependente da chuva.

Em suma, ao abordar essas vulnerabilidades, foi importante considerar as estratégias de mitigação e adaptação, como a promoção de tecnologias limpas, a inovação e a sustentabilidade, bem como a implementação de políticas públicas que possam ajudar a reduzir os impactos das mudanças climáticas e a obsolescência nas cadeias produtivas brasileiras.

Atualmente, a obsolescência tem sido um desafio significativo, pois interfere diretamente nas atividades de manutenção. A rápida evolução tecnológica e a introdução constante de novos produtos muitas vezes tornam obsoletos equipamentos e sistemas mais antigos. Isso pode resultar em dificuldades para encontrar peças de reposição, atualizações de software e até mesmo profissionais qualificados para realizar a manutenção (Rojo, Roy & Kelly, 2012).

#### **2.4. DESAFIO DA DEPENDÊNCIA CLIMÁTICA**

A disponibilidade dos recursos hídricos desempenha um papel fundamental em várias atividades cruciais, abrangendo desde a agricultura com a irrigação até o abastecimento de água para as comunidades, a navegação em corpos d'água e até na geração de energia (Silva, 2005; Santana, 2013; Ana, 2015).

Ao focarmos na geração de energia hidroelétrica percebemos que ela está diretamente afetada pelos recursos hídricos, influenciados pelas condições climáticas, como temperatura, precipitação e evaporação.

Essas variáveis ambientais desempenham um papel crucial nas vazões que alimentam as usinas hidrelétricas. A quantidade de chuvas, as mudanças na temperatura e a taxa de evaporação são determinantes na disponibilidade de água nos rios, impactando a geração de energia (Lucena, 2010; Sae, 2015).

Neste paradigma, ao abordar especificamente a hidroeletricidade foicrucial destacar que a quantidade de energia gerada por uma hidrelétrica não está vinculada apenas à sua capacidade instalada, mas também à variação das vazões que chegam à usina.

A partir disso, os principais fatores climáticos que exercem influência nas vazões dos rios são a temperatura média da atmosfera e a precipitação. Nesse contexto, devido à matriz elétrica brasileira estar fundamentada na hidroeletricidade, ela revela uma considerável vulnerabilidade às mudanças climáticas (ANA, 2016; Schaeffer *et al.*, 2012; MMA, 2016).

Nesse sentido, o sistema elétrico brasileiro tem como principal fonte a geração hidrelétrica, o que torna significativamente dependente dos recursos hídricos.

O aumento na intensidade e frequência de eventos extremos, como cheias e secas, pode ter impactos significativos no sistema hidrelétrico, elevando os riscos associados a situações críticas na geração de eletricidade (Virgílio, 2018). Ademais, como já foi falado anteriormente, o Brasil possui cerca de 62% da capacidade de energia fornecida por hidrelétricas (BEN, 2023; Santana, 2013).

Por fim, apesar de ser um cenário preocupante já que a produção de energia tem diminuído, principalmente devido às recentes crises hídricas. Essas crises resultaram em uma considerável redução na disponibilidade de recursos hídricos nos últimos anos, levando os planejadores do setor elétrico a direcionarem sua atenção para a urgência de diversificar as fontes de energia no país.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil enfrenta desafios significativos em suas cadeias produtivas estratégicas, especialmente no setor de energia. A dependência excessiva da hidroeletricidade e as recentes crises hídricas evidenciam a vulnerabilidade do país em relação ao fornecimento de energia elétrica. Além disso, a falta de diversificação da matriz energética e a obsolescência das infraestruturas também contribuem para a fragilidade do setor.

Para lidar com essas vulnerabilidades, é necessário adotar uma abordagem abrangente que envolva políticas públicas, investimentos em infraestrutura e estímulo à inovação tecnológica. A diversificação da matriz energética, com maior ênfase em fontes renováveis e alternativas, é fundamental para garantir a segurança e a sustentabilidade do suprimento de energia.

Além disso, foi importante promover a modernização e a atualização das infraestruturas existentes, a fim de garantir a eficiência e a confiabilidade do sistema elétrico. Isso requer investimentos em novas tecnologias, como redes inteligentes e armazenamento de energia, bem como a melhoria da gestão dos recursos hídricos.

Contudo ao enfrentar as vulnerabilidades nas cadeias produtivas estratégicas, é necessário adotar uma abordagem abrangente que envolva diversificação da matriz energética, modernização das infraestruturas, estímulo à inovação tecnológica e promoção da sustentabilidade. A implementação de políticas públicas eficazes e o fortalecimento da cooperação entre os setores público e privado são fundamentais para impulsionar o desenvolvimento e a competitividade da indústria brasileira.

### REFERÊNCIAS

- [1] ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: ANA, GGES, 2016.
- [2] ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: ANA, GGES, 2015.
- [3] ARBIX, G. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Versão preliminar. Estudos e Pesquisas. Rio de Janeiro: **Instituto Nacional de Altos Estudos**, n. 96, 2005.
- [4] ÁRIAS, A. F. **A Evolução do Emprego Celetista (CLT) na Década a Luz de Estimativas compatibilizadas entre PNAD, RAIS e o CAGED: Uma Proposta Metodológica**. Brasília: IPEA. 1998.

- [5] BATTAHIN, Janaína Fernanda. **Abordagens ao desenvolvimento: elementos para uma análise sobre o desenvolvimentismo no Brasil**. 210 f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2023.
- [6] BORGES, M. A. **Particularidades do Capitalismo Brasileiro na Controvérsia Desenvolvimento versus Crescimento**. In: Desafios para o Brasil – como retomar o crescimento econômico nacional? São Paulo: Saraiva, 2007.
- [7] BRONZATTI, Fabricio Luiz; IAROZINSKI NETO, Alfredo. Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010-2030. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, vol. 28, p. 13-16, 2008.
- [8] CASSIOLATO, Jose Eduardo; SZAPIRO, Marina Honorio de Souza. **Os dilemas da política industrial e de inovação: os problemas da Região Sudeste são os do Brasil**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social: Rio de Janeiro, 2015.
- [9] CHAVES, Aurélio Ricardo Troncoso. **Trajatória da industrialização brasileira e suas diferenças regionais**. DRPEES-Desenvolvimento Regional com Políticas Econômicas Estratégicas e Sustentáveis: Governos Municipais, Estaduais e Federal Integrado, vol. 1, n°. 1, 2020.
- [10] FAZ. Redação Assim que se. **8 Tipos de energia renovável da atualidade**. Disponível em: <https://www.assimquefaz.com/8-tipos-de-energia-renovavel-da-atualidade/>. Acesso em: 08 de novembro de 2023.
- [11] FREITAS, M. A. V. e SOITO, J. L. S. Energia e Recursos Hídricos. Parcerias Estratégicas. Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. **Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE)**, vol. 13, n° 27. Brasília, 2008.
- [12] FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 32ª Edição. Companhia Editora Nacional: 2005.
- [13] GADELHA, Carlos Augusto Grabois. **Política industrial, desenvolvimento e os grandes desafios nacionais**. In: O futuro do desenvolvimento: ensaios em homenagem a Luciano Coutinho. Campinas: Editora Unicamp, p. 215-251, 2016.
- [14] GUARNIERI, Patrícia. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Patricia Guarnieri, 311p, 2011.
- [15] HAGUENAUER, Lia; BAHIA, Luiz Dias; CASTRO, Paulo Furtado de; RIBEIRO, Márcio Bruno. **Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de 90**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro – RJ: 2001.
- [16] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial: Inovação Tecnológica 2000**. Departamento de Indústria. 114 p. Rio de Janeiro, 2002.
- [17] LIMA, J. W. M., COLLISCHONN, W. e MARENGO, J. A. **Efeitos das Mudanças Climáticas na Geração de Energia Elétrica**. São Paulo: AES Tietê, 2014. 360 p.
- [18] LUCENA, A. F. P. **Proposta Metodológica para Avaliação da Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas Globais no Setor Hidroelétrico**. 186 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2010.
- [19] MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas. Brasília, 2016
- [20] NETO, José Vieira. O fenômeno da urbanização no Brasil e a violência nas cidades. **Espaço em Revista**, vol. 13, n° 2, 2011.
- [21] OCAMPO, J. A.; PARRA, M. A. “The Dual Divergence: Growth Successes and Collapses in the Developing World since 1980”. **DESA Working Paper** n°. 24, 2006.
- [22] OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. **O inovacionismo em questão**. *Scientiae Studia*, vol. 9, n°3, p. 669-675, 2011.
- [23] PLONSKI, Guilherme Ary. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil. **São Paulo em perspectiva**, vol. 19, n°1, p. 25-33, 2005.
- [24] RIBEIRO, Carine Pereira. **Desenvolvimento e subdesenvolvimento segundo Celso Furtado: influência no debate sobre a questão regional Brasileira**. 130f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

- [25] KELLY, S; ROY, R; VERMELHO, F. J. Romero. Obsolescence Risk Assessment Process Best Practice. **Journal of Physics**, 364, 2012.
- [26] SAE – Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima**. Resumo Executivo. Brasília, 2015.
- [27] SANTANA, T. B. **Impacto de Mudanças Climáticas sobre o Regime de Vazões e a Geração Hidrelétrica de Energia**. Dissertação de Mestrado. 135f. Universidade Federal de Itajubá: Itajubá, 2013.
- [28] SCHAEFFER, R.; SZKLO, A. S.; LUCENA, A. F. P et al. Energy Sector Vulnerability to Climate Change: A review. **Energy**, vol.38, Ed.1, p.1-12, 2012.
- [29] SILVA, B. C. **Previsão Hidroclimática de Vazão para a Bacia do rio São Francisco**. 280F. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2005
- [30] TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos CEBRAP**, nº 79, p. 47-69, 2007.
- [31] VIRGÍLIO, Rebeca Meloni. **Operação de Usinas Hidrelétricas de Regularização sob Condições de Mudanças Climáticas: estudo de caso da UHE Três Marias**. 145f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá, 2018.
- [32] WRIGLEY, EA. **Energy and the English Industrial Revolution**. Cambridge University Press, 2004

# Capítulo 2

## *Recuperação e modernização da infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação no país*

*Jéssica Aparecida Silva Costa<sup>1</sup>*

*Natanael Azevedo da Silva<sup>2</sup>*

*Stéphanie Karen Martins Batista<sup>3</sup>*

*Thiago Bruno Lopes da Silva<sup>4</sup>*

*Felipe Macedo Zumba<sup>5</sup>*

**Resumo:** Um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de um país é a sua capacidade de gerar ciência e inovação, capaz de suprir tanto o mercado privado quanto estatal, dessa forma a recuperação e modernização da infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento e inovação no País apresenta-se como máxima necessidade atual. Segundo dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Brasil investiu apenas 1,14% do PIB em PD & I em 2020, um percentual abaixo da média mundial de 2,19%. A recuperação e modernização da infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação no País é uma tarefa complexa, mas essencial para o seu desenvolvimento, oferecendo oportunidades importantes para o país. Essa recuperação e modernização pode permitir que se desenvolvam novas tecnologias, aumentar a competitividade internacional, criar novas oportunidades de emprego, podendo melhorar a qualidade de vida da população, através de novas tecnologias.

**Palavras-chave:** pd&i; recuperação; modernização; infraestrutura; competitividade.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>5</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de um país é a sua capacidade de gerar ciência e inovação, capaz de suprir tanto o mercado privado quanto estatal, dessa forma a recuperação e modernização da infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento e inovação no País apresenta-se como máxima necessidade atual.

Levando em consideração informações da Controladoria Geral da União - CGU (2020), o Brasil possui um sistema de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) com grande potencial, mas que ainda enfrenta desafios importantes. Um desses desafios é o baixo investimento em infraestrutura. Segundo dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Brasil investiu apenas 1,14% do PIB em PD&I em 2020, um percentual abaixo da média mundial de 2,19% (MCTI, 2022).

E ainda, Kannebley e Porto (2012), nos mostra que a recuperação e modernização da infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação no País é uma tarefa complexa, mas que é essencial para o seu desenvolvimento. Para isso, é necessário um aumento dos investimentos, bem como a adoção de políticas públicas que promovam a modernização da infraestrutura.

A recuperação e modernização dessa infraestrutura no Brasil, pode permitir que o país se desenvolva em índice de inovação, melhorando a qualidade de vida da população. (Negri, 2013).

Neste sentido, Viana *et al.* (2011), afirmam que países emergentes como o Brasil devem considerar as dimensões econômica e social para desenvolver-se. E destacam a importância de investigar o Estado de São Paulo por ter um expressivo desenvolvimento industrial.

A interação entre a infraestrutura pública de pesquisa e as empresas é essencial para o desenvolvimento do sistema nacional de inovação e pode trazer ganhos para a qualificação profissional, a inovação tecnológica no setor produtivo, indo além dos novos conhecimentos (Negri; Cavalcante, 2013).

Mantendo o mesmo nível de compreensão, Negri (2018), afirma que as políticas públicas devem levar em consideração as falhas de mercado, bem como no conhecimento científico e no progresso tecnológico para resolver as questões críticas para o desenvolvimento do país, como saúde pública, infraestrutura, conectividade entre outras.

E ainda, a mesma autora, cita a falta de conhecimento legislativo por parte dos gestores de instituições públicas de pesquisa como grande causador de burocracia, sugerindo a formação/inclusão de profissionais de C&T nesses órgãos públicos, para favorecer o diálogo entre os órgãos de controle e as instituições de pesquisa na busca de soluções para os problemas burocráticos da área.

As mudanças de prioridades dos recursos e suas fontes do FNDCT e da FINEP, provocadas pelas políticas financeiras que começaram a ser adotadas no governo de Collor, criando uma barreira restritiva para o incentivo à formação de empresas nacionais inovadoras (Melo, 2009).

Nesse sentido, promover a pesquisa e a inovação, além da transferência dos conhecimentos e a promoção de atividades de extensão junto aos estudantes e à população em geral, ou seja, com diversos atores, pode ser um sucesso (Motoyama *et al.*, 2021).

Diante disso, faremos um ensaio teórico com o objetivo de pautar, ao longo do texto, o desafio da recuperação e modernização da infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação em solo nacional, trazendo a importância de seu desenvolvimento e até mesmo as possibilidades de fazê-lo de maneira eficiente.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. HISTÓRICO DAS POLÍTICAS VOLTADAS AO INCENTIVO À PESQUISA**

A concepção de políticas de informação científico-tecnológica é conjunto de princípios e escolhas que direcionam a maneira como uma ICT se articula através de diferentes procedimentos (González de Gómez; Canongia, 2001).

É importante ressaltar que as políticas voltadas à pesquisa vêm crescendo em todas as instituições de pesquisa no Brasil, internalizando normas e regulamentos para sua execução. E aos poucos várias lideranças começam a entrar em consenso em relação à real importância de necessidade de se tornar uma nação que fomente o conhecimento e a inovação (Bufrem; Silveira; Freitas, 2018).

A partir disso, é válido um olhar questionador de como surgiram as primeiras políticas voltadas à pesquisa e desenvolvimento científico. Segundo Bufrem, Silveira e Freitas (2018), esse processo se inicia a partir do cenário de pós-segunda guerra, impulsionado também pela criação das bases para uma Política Nacional de Ciência e tecnologia, contando com o apoio da recém-criada Organização das Nações Unidas (ONU), que estimulou o estabelecimento de instituições, sistemas e políticas nacionais de informação científica e tecnológica em diversos países.

O período entre os anos 50 e 70 no Brasil, foi marcado pela criação de catalisadores de políticas públicas e início da reorganização das atividades de desenvolvimento de pesquisa no país. Durante esses anos foram criados órgãos fundamentais para consolidação de CT&I:

- a) Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq)– 1951;
- b) Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) –1951;
- c) Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação – 1954;
- d) Sistema Nacional de Informação Científica e Tecnológica – 1971;
- e) Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – 1976.

Podem ser considerados outros marcos históricos que influenciaram esse processo de formulação de políticas científicas no Brasil, a saber:

- a) criação de sistemas de informação na área de saúde como o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME) e na área agrícola, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA);
- b) organização do Programa de Comutação Bibliográfica (COMUT);
- c) expansão do ensino superior;
- d) criação dos primeiros cursos de pós-graduação stricto sensu;
- e) criação do Institute for Scientific Information (ISI) e do Science Citation Index (SCI) por Garfield, influenciados pelas atividades realizadas pelo Instituto de Informação Técnica e Científica (VINITI), Rússia.

Isso comprova que “A histórica relação entre informação e política foi estabelecida por sua inclusão na esfera de intervenção do Estado, tanto como dimensão de racionalidade administrativa, quanto como fator estratégico do desenvolvimento científico-tecnológico” (González de Gómez, 2002).

## **2.2. PERSPECTIVA HISTÓRICA SOBRE OS NÍVEIS DE INFRAESTRUTURA NO BRASIL**

A infraestrutura em PD&I no Brasil, está focada principalmente nos parques tecnológicos, laboratórios de inovação, e nos Institutos de Ciências e Tecnologia (Arcuri, 2023 p. 581). Os Parques Tecnológicos foram inseridos a partir dos anos 2000, no Plano Plurianual do Governo Federal -2004/2007 (MCT, 2006). Além disso, a implementação do primeiro laboratório de inovação no Brasil ocorreu em 2010, e houve uma perspectiva de aumento nos anos de 2017 a 2019 (Cavalcante *et al.*, 2019; Sano, 2020).

Porém a interação das ICTs com as empresas no Brasil é baixa, e com maior interação entre universidades públicas e grandes empresas. A pesquisa foi realizada a partir das informações disponíveis no diretório dos grupos de pesquisa do CNPq, com base em grupos que declararam algum relacionamento com o setor produtivo no Censo de 2004 (Rapini; Righi, 2006).

Já a respeito da transferência tecnológica com ênfase nas empresas, Costa e Torkomian (2008) investigaram as empresas criadas a partir de resultados de pesquisas acadêmicas. Os resultados dessa pesquisa apontaram que 60,6% situam-se no sudeste, 24,2% no sul e o restante, nas demais regiões.

Além disso, Amadei e Torkomian (2009) analisaram depósitos de patentes das universidades públicas paulistas (UFSCar, Unesp, Unicamp, Unifesp, USP), a partir de um levantamento de registros na base nacional de patentes do Inpi, entre 1995 e 2006. A pesquisa mostrou um crescimento de patentes ao longo dos anos.

Com relação às universidades, sobretudo as públicas, há uma carência de posicionamentos claros quanto aos seus objetivos institucionais. E a cooperação Universidades-Empresas pode aumentar a competitividade para a empresa. Desta forma, é necessário formular políticas voltadas para a inovação integrada, por parte do governo, atendendo à missão de converter investimentos em benefícios à sociedade (Closs; Ferreira, 2022).

## **2.3. INCENTIVO A INOVAÇÃO NO BRASIL**

Viotti (2008) sugeriu uma periodização dos esforços brasileiros desde a Segunda Guerra Mundial em três tempos: de 1950 a 1980, o foco era o crescimento extensivo e a industrialização com forte intervenção estatal; de 1980 e 1990, houve uma tentativa de reduzir o papel do Estado, buscando crescimento por meio de abertura, privatizações e liberalização; o terceiro, iniciou no final dos anos 1990 com a reformulação financeira dos fundos setoriais.

A análise da distribuição do gasto em C&T no Brasil evidencia a dispersão e a ausência de foco, relativas a projetos estratégicos para o desenvolvimento econômico e social do país, e reforça a tese central do capítulo sobre a necessidade de se desenhar novas políticas de CT&I (IPEA, 2017).

Além disso, os avanços significativos registrados em dez anos, de 2003 a 2014 – cerca de 30 milhões de brasileiros ultrapassaram a linha de pobreza, a desigualdade diminuiu sensivelmente e a renda dos 40,0% mais pobres cresceu em média 7,1%, em termos reais, ante 4,4% do conjunto da população –, colocaram novos desafios que precisam ser superados para dar prosseguimento aos ganhos sociais (Arbix, 2017 p.48).

Dessa forma, é válida a investigação de como agem as políticas de incentivo à inovação no Brasil. E como elas atuam de forma que fomentem a inovação no país.

Segundo o estudo de Foxley (2012), Lin e Treichel (2012) e Paus (2013) a dependência de fatores externos como o preço das *commodities*, mina o crescimento e desenvolvimento de políticas de inovações visto a instabilidade econômica gerada por essa dinâmica. Para eles, uma interação perversa entre o alto custo do trabalho e os indicadores de produtividade excessivamente baixos conspira permanentemente contra o dinamismo da economia e a evolução do país.

Para Paus (2014), os países que conseguiram se desenvolver economicamente apresentam três características importantes: i) tinham empresas que aprenderam a usar novas tecnologias, seja através de licenciamento ou importação; ii) as grandes empresas estrangeiras que operam nesses países começaram a produzir produtos com tecnologia média ou alta; e iii) investiram na melhoria do ensino médio e técnico para formar mais trabalhadores qualificados.

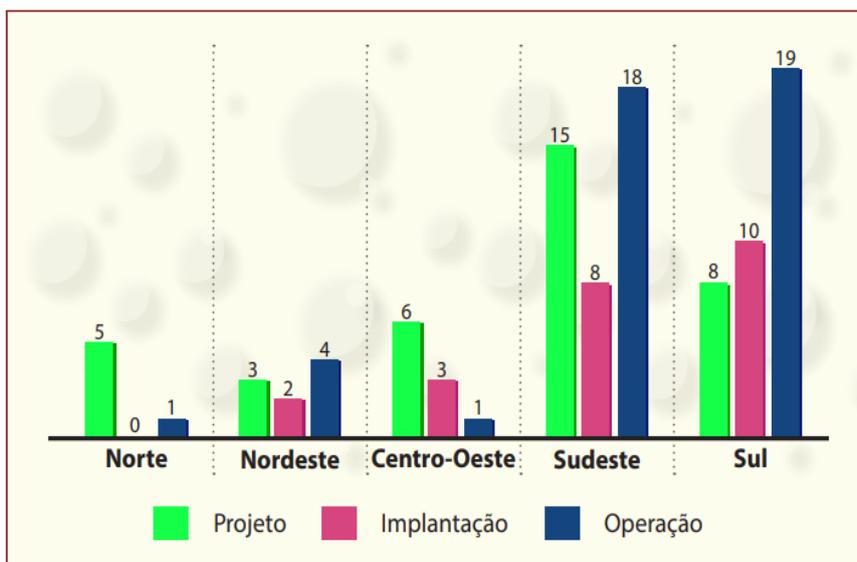
O Ipea descobriu que cerca de 1 mil empresas no Brasil têm departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), com mais de 90% delas financiando suas atividades criativas com recursos próprios. As empresas com departamentos de P&D investem mais de R\$ 60 mil por trabalhador, enquanto aquelas sem esses departamentos investem pouco mais de R\$ 30 mil. O Brasil possui mais de 1.700 empresas com capacidade de geração própria de tecnologia, investindo em P&D em níveis comparáveis aos países da OCDE, o que o destaca entre os países emergentes e sugere potencial para avanços ainda maiores.

### 3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Um desafio para o país é superar a obsolescência da infraestrutura de PD&I. Muitos equipamentos e instalações estão desatualizados, o que impede que os pesquisadores brasileiros atinjam seu pleno potencial. Pode-se observar, através do estudo de Arcuri (2023, p. 612), as políticas de C&T no Brasil, são direcionadas a solução de carências ou desafios referentes ao setor, ao invés de haver políticas integradoras, como a japonesa.

Diante desse contexto, torna-se importante entender como se caracteriza a distribuição da infraestrutura de CT&I no Brasil. Pois, assim podemos ter um olhar mais minucioso quanto ao desenvolvimento de cada região do país, para levar soluções para as regiões menos favorecidas.

**Figura 01:** Número de iniciativas de parque por fase e região.



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2019.

A figura 01 nos mostra que essa infraestrutura no Brasil está concentrada nas regiões Sul e Sudeste. Isso dificulta o acesso para pesquisadores das demais regiões. Além dessa fragmentação geográfica, a pesquisa, desenvolvimento e inovação também se encontra fragmentada em várias instituições e tecnologias, o que dificulta a coordenação de ações e a otimização dos recursos. O que pode ser observado na Figura a seguir:

**Figura 02:** Financiamento recebido por entidade Financiadora

Entidade financiadora	Número de infraestruturas	Renda (R\$)	Contribuição (%)
Capes	426	38.308.154,00	2,67
CNPq	786	129.824.396,00	9,06
Empresa privada	241	105.160.614,00	7,34
Finep	238	179.336.787,00	12,52
Fundo estadual de amparo	711	178.446.740,00	12,45
Outra	115	60.702.584,00	4,24
Outra empresa pública	52	25.857.818,00	1,8
Outra instituição pública	72	41.556.634,00	2,9
Petrobras	167	328.847.402,00	22,95
Prestação de serviços	215	78.126.345,00	5,45
Própria instituição	527	266.781.272,00	18,62

Fonte: Arcuri, 2023.

Ainda, nesse sentido, a adoção de políticas financeiras para o incentivo e financiamento de empresas inovadoras nacionais, pode desenvolver a Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil, mudando a infraestrutura nacional e até possibilitando a competitividade internacional (Arcuri, 2016).

As políticas públicas em CT&I brasileiras, tem suas diretrizes voltadas à promoção e geração de inovação, estando amparadas por um conjunto de políticas públicas, majoritariamente do tipo regulatórias, que visam estabelecer os caminhos para a atividade inovativa no país. Para além das políticas regulatórias, no tocante a política de inovação no contexto brasileiro é também contemplada com a “Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI” (Silva, 2019).

Observa-se que em questões relacionadas à produção e o compartilhamento de conhecimento no âmbito brasileiro o ideal é que processos e resultados de produção de conhecimento possam ser compartilhados, pois gerarão novos conhecimentos para todos os agentes envolvidos e que é preciso que a produção de conhecimento científico esteja atenta às demandas do contexto de aplicação das empresas, mas que não comprometa o conhecimento de fronteira e a autonomia dos pesquisadores (Silva, 2019).

A plataforma Lattes é um importante recurso que busca preencher a lacuna de correspondência entre pesquisadores no Brasil, permitindo o registro de informações acadêmicas e profissionais. No entanto, a falta de divulgação científica ainda é um obstáculo significativo. A comunicação truncada e a falta de visibilidade das pesquisas brasileiras no cenário nacional e internacional limitam a capacidade do país de se consolidar no cenário global da ciência e tecnologia (Estácio, 2017).

Superar esses desafios é fundamental que o governo, as instituições de pesquisa e a sociedade trabalhem em conjunto para modernizar a infraestrutura de PD&I, promover a igualdade regional, incentivar a colaboração entre instituições e melhorar a divulgação científica. Somente com esforços coordenados e investimentos adequados, o Brasil poderá alcançar seu potencial completo em pesquisa, desenvolvimento e inovação e se posicionar como um ator relevante na cena científica internacional.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em síntese, a superação da obsolescência da infraestrutura de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) no Brasil emerge como um desafio central. A disparidade regional na concentração dessa infraestrutura, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, limita o acesso de pesquisadores de outras áreas do país, enquanto a fragmentação geográfica e institucional dificulta a coordenação efetiva de esforços. A política de Ciência e Tecnologia (C&T) no Brasil, ao contrário da abordagem integradora japonesa, carece de uma visão holística que incorpore inovação, educação e saúde.

Para superar essas barreiras, é imperativo um esforço conjunto entre governo, instituições de pesquisa e sociedade. A modernização da infraestrutura de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) de forma igualitária em todo o Brasil é crucial para promover o desenvolvimento científico e tecnológico em todas as regiões do país. Somente por meio de esforços coordenados e investimentos adequados, o Brasil poderá alcançar seu potencial completo em pesquisa, desenvolvimento e inovação e consolidar sua presença na cena científica global.

Essa modernização pode ser realizada através de: Programas de fomento específicos para a criação e fortalecimento de centros de pesquisa em diferentes regiões do Brasil; Incentivos fiscais diferenciados para empresas que investirem em PD&I, especialmente pequenas empresas; Estimular a formação de parcerias entre o setor público e o privado; Investir em bolsas de estudo e treinamento para profissionais que atuem em áreas estratégicas de PD&I em regiões menos desenvolvidas; Criar programas

de apoio específicos para incubadoras e startups; Investir em infraestrutura de conectividade; Criar programas que incentivem a inovação social; Implementar programas específicos de desenvolvimento regional.

Promover a divulgação científica no Brasil é fundamental para estimular o interesse da sociedade pela ciência e tecnologia, contribuindo para o desenvolvimento educacional e cultural do país. Para isso sugerimos: Investimento em Comunicação Científica; Plataformas Digitais de Divulgação; Parcerias com Escolas e Universidades; Incentivo à Produção de Conteúdo Científico Popular; Eventos Científicos Abertos ao Público.

As políticas públicas em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), regulatórias em sua maioria, orientam-se para a promoção da inovação no Brasil. No entanto, conforme ressaltado por pesquisas, o desafio vai além do compartilhamento de infraestrutura. É crucial assegurar que a produção de conhecimento científico, especialmente por instituições públicas, preserve sua autonomia diante das demandas empresariais, mantendo o foco no desenvolvimento de conhecimento de fronteira. Assim, o Brasil poderá trilhar um caminho mais sustentável rumo à inovação, consolidando-se como um protagonista na arena global de ciência e tecnologia.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA DE OLIVEIRA, L. D. .; COSTA SOUSA, J. **Características dos laboratórios de inovação no setor público a nível nacional: uma revisão da literatura.** Revista do Serviço Público, vol. 73, n.º 2, p. 339-358, 2022.
- [2] AMADEI, J.; TORKOMIAN, A. **As patentes nas universidades: análise dos depósitos das universidades públicas paulistas.** Ciência da Informação, vol. 38, n.º 2, p. 9-18, 2009.
- [3] ARCURI, M. **Políticas de CT&I e Financiamento Público à Infraestrutura de C&T: Comparações Internacionais e Mapeamento da Infraestrutura Nacional.** Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil, IPEA, 2016, 613 p. Disponível em: [https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_sistema\\_setoriais\\_miolo\\_cap14.pdf](https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_sistema_setoriais_miolo_cap14.pdf). Acesso em: 13 set. 2023.
- [4] BUFREM, L. S. *et al.* **Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: panorama Histórico e contemporâneo.** P2P E INOVAÇÃO, Rio de Janeiro, vol. 5, n.º 1, p. 6–25, 2018.
- [5] **Características dos laboratórios de inovação no setor público a nível nacional: uma revisão da literatura.** Revista do Serviço Público(RSP), Brasília, vol.73, n.º 2, p. 339-358 abr/jun 2022.
- [6] CAVALCANTE, P; GOELLNER, I. A.; MAGALHÃES, A.G. **Perfis e características das equipes e dos laboratórios de inovação no Brasil.** In: Cavalcante, P. et al. Inovação e políticas públicas: superando o mito da ideia. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (Enap); Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2019.
- [7] CLOSS, L. Q; FERREIRA, G. C. **A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009.** Gestão & Produção, vol. 19, n.º2, p. 419–432, 2012.
- [8] COSTA, L.; TORKOMIAN, A. L. **Um estudo exploratório sobre um novo tipo de empreendimento: os spin-offs acadêmicos.** Revista de Administração Contemporânea, vol. 12, n.º. 2, p. 395-427, 2008.
- [9] ESTÁCIO, L. S. dos S. **A importância do currículo lattes como ferramenta que representa a ciência, tecnologia e inovação no país.** Revista ACB, v. 22, n. 2 ESPECIAL, p. 300–311, 2017. Disponível em: <https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1353>. Acesso em: 22 nov. 2023.

- [10] KANNEBLEY JR, S. PORTO, GECIANE. **Incentivos Fiscais à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil**. 2012. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?oi=bibs&cluster=14107836322213233805&btnI=1&hl=pt-BR>. Acesso em: 13 de setembro de 2023.
- [11] MELO, L. M. de. **Financiamento à Inovação no Brasil**: análise da aplicação dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) de 1967 a 2006. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, SP, vol. 8, n.º. 1, p. 87–120, 2009.
- [12] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Plano plurianual 2004-2007**: plano estratégico do MCT, eixo estruturante – expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/15917.html>>. Acesso em: 17 de junho de 2006.
- [13] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO - MCTI. **Indicadores Nacionais de Ciências e Tecnologia**, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores/paginas/publicacoes/arquivos/indicadores\\_cti\\_2022.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores/paginas/publicacoes/arquivos/indicadores_cti_2022.pdf). Acesso em: 14 de setembro de 2023.
- [14] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC. **Indicadores de Estudo de Projetos de Alta Complexidade, Fase 2: Parques Tecnológicos**. 2019. Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/wp-content/uploads/2021/08/MCTIC-UnB-ParquesTecnologicos-Portugues-final.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2023.
- [15] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**. 2016 Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/images/afinep/Politica/16\\_03\\_2018\\_Estrategia\\_Nacional\\_de\\_Ciencia\\_Tecnologia\\_e\\_Inovacao\\_2016\\_2022.pdf](http://www.finep.gov.br/images/afinep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf)>. Acesso em: 14 de setembro de 2023.
- [16] NEGRI, F. de, CAVALCANTE, L. R. **Sistemas de inovação e infraestrutura de pesquisa: considerações sobre o caso brasileiro**. 2013. IPEA. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6726>. Acesso em: 13 de setembro de 2023.
- [17] NEGRI, F. de. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. 2018. IPEA. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8441>. Acesso em: 13 de setembro de 2023.
- [18] RAPINI, M.; RIGHI, H. **O diretório de grupos de pesquisa do CNPq e a interação universidade-empresa no Brasil em 2004**. *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 5, n.º. 1, 2006.
- [19] SANO, H. **Laboratórios de inovação no setor público: mapeamento e diagnóstico de experiências nacionais**. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (Enap), 2020.
- [20] SILVA, E. **Análise de políticas públicas brasileiras em ciência, tecnologia e inovação com foco na cultura de inovação e atuação integrada de agentes do sistema de inovação**. . DOI: 10.20396/rdbci.v17i0.8654693 Acesso em: 14 de setembro de 2023.
- [21] SOBRAL ESCADA, *et al.* **Uma História da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. *Faces da História*, v. 8, n. 02, p. 121-141, 22 dez. 2021. Disponível em: <https://seer.assis.unesp.br/index.php/facesdahistoria/article/view/2145/1851>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.
- [22] VEDOVELLO, C. A. *et al.* **Revisão crítica às abordagens a parques tecnológicos**: alternativas interpretativas às experiências brasileiras recentes. *INMR - Innovation & Management Review*, v. 3, n. 2, p. 103-118, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79066>. Acesso em: 2 de dezembro de 2023.
- [23] VIANA, A. L. D. *et al.* **Healthcare, development and technology innovation: a new investigation field**, 2011. Lua Nova: Revista de Cultura e Política.. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ln/a/pXbPYsxHJtx9RqD7ZskYp7b/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 13 de setembro de 2023.

# Capítulo 3

## *Promovendo inovação nas indústrias brasileiras: desafios, políticas e perspectivas*

*Josiane Ferreira de Souza*<sup>1</sup>

*Marcos Renan Cruz da Fonseca*<sup>2</sup>

*Horácio Betcel Guimarães*<sup>3</sup>

*Wilkerson Willame Fernandes de Oliveira*<sup>4</sup>

*Efrain Pantaleón-Matamoros*<sup>5</sup>

**Resumo:** Este trabalho analisa meios de promover a inovação, enfocando ordens tecnológicas e reindustrialização para respaldar as empresas. Aborda aspectos relacionados ao orçamento, interesse das autoridades e benefícios. A pesquisa utiliza abordagem qualitativa, coletando dados por revisão bibliográfica e análise de documentos oficiais. Apresenta resultados e discussões, destacando que a inovação ocorre por interação, feedback e acumulação de conhecimento. Enfatiza a importância de impulsionar procura e inovação no setor público e privado, ressaltando a relação entre capacidade inovadora e conhecimento acumulado. Considera a indústria crucial para o desenvolvimento econômico, contribuindo para novos mercados e produtividade. Destaca a retomada de políticas industriais e de inovação em países desenvolvidos e em desenvolvimento, especialmente após a pandemia de 2020. Frente a desafios econômicos, tecnológicos e epidêmicos, sublinha a necessidade de políticas que fortaleçam indústrias, desenvolvam tecnologias básicas e promovam sustentabilidade e competitividade. O apoio público é essencial para impulsionar inovação e indústria.

**Palavras-chave:** Inovação; Reindustrialização; Encomendas Tecnológicas; Leis de Incentivos; Desenvolvimento Econômico.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Mestrando em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade Integradas dos Tapajós.

<sup>4</sup> Mestrando em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

As inovações são um fator importante no desenvolvimento econômico e social do país. As instituições do Estado desempenham um papel fundamental na promoção da inovação nas empresas, através da criação de ferramentas e mecanismos de promoção de vendas.

Este estudo analisa diferentes instrumentos e mecanismos de promoção da inovação, com foco nas ordens tecnológicas e na reindustrialização em novas bases para apoiar a inovação nas empresas. São explicados aspectos relacionados ao orçamento disponível, ao interesse das autoridades e aos benefícios oferecidos. Com essa análise de estudo foi visto que investir em técnico e inovação e para o crescimento dos negócios, fortalece a presença e a relações do trabalho e parcerias (BNDES, 2012).

A política pública global visa promover o desenvolvimento econômico através da inovação. No entanto, a inovação, reindustrialização e apoio tecnológico enfrentam desafios. Como depende muito da intervenção governamental, que é essencial para estimular o investimento público-privado para os benefícios de investir em tecnologia, é bem claro afirmar que o crescimento da produtividade depende da construção de parcerias sólidas.

O objetivo da política nacional foi revitalizar os negócios através da introdução de inovação e tecnologia. Mas o Brasil enfrenta desafios que incluem a unidade política, a concorrência global e a descoberta de um nicho competitivo. A “doença holandesa” e a necessidade de complexidade de produção são questões fundamentais a considerar (IPEA, 2004).

A indústria brasileira enfrenta uma concorrência global acirrada que exige investimentos estratégicos e parcerias público-privadas. A gestão da taxa de câmbio foi essencial para proteger os interesses da indústria. Desde 2008, a política industrial do Brasil tem se concentrado em tecnologias básicas, que foi ainda mais fortalecida pela pandemia em 2020. Os países devem adotar políticas que fortaleçam as suas indústrias e promovam a sustentabilidade.

Em relação ao orçamento, estudos mostram que o governo brasileiro tem sido lento em investir em ciência e tecnologia. Os cortes de gastos planejados para 2022 terão impacto nos projetos de pesquisa (IBGE, 2020).

O Mapeamento Científico destaca instituições que promovem a inovação no Brasil, como FINEP, BNDES, CAPES e CNPQ. Políticas como a Lei do Bem, a Rota 2030 e a Lei de Informática incentivam a inovação tecnológica. Os procedimentos metodológicos deste estudo são qualitativos, utilizando pesquisa bibliométrica e análise de documentos oficiais para abranger a evolução tecnológica no Brasil.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. POLÍTICAS PÚBLICAS ADOTADAS NO BRASIL E EM OUTROS PAÍSES E SEU FOMENTO À INOVAÇÃO, BEM COMO À REINDUSTRIALIZAÇÃO DAS EMPRESAS

As políticas públicas têm se tornado um termo amplamente discutido e integrado no meio das grandes empresas, tanto nacionais quanto internacionais, em todo o mundo. Isso ocorre porque todos buscam inovar e adotar novas abordagens para chamar a atenção de diversos mercados, buscando investir em algo novo e diferente para satisfazer seus clientes e atrair o interesse de grandes empresários e corporações de grande porte.

Essa abordagem visa crescer dentro das estratégias de desenvolvimento econômico de um país. Em alguns lugares, os países buscam revitalizar suas empresas, introduzindo inovações e novas tecnologias para atualizar seus produtos, criando incentivos e processos significativos para promover a inovação no mercado tecnológico com criatividade e coragem (ABGI, 2023).

Muitos empresários em todo o mundo enfatizam que o empreendedorismo ainda é frequentemente afetado por questões burocráticas, especialmente ao lidar com políticas públicas, especialmente ao renovar ou estabelecer suas empresas. Isso também se aplica quando se trata da documentação necessária para operar, especialmente no caso de empresas de pequeno porte. Tudo isso depende da região em que a empresa está localizada, pois cada região possui sua própria maneira de implementar políticas públicas.

A política pública no Brasil vem se desenvolvendo desde o início do ano de 1930, onde foi durante esse período que surgiram as primeiras atividades de conhecimento científico com apoio do poder público e com base em pesquisas. As pesquisas científicas tornaram-se muito importantes para a história do nosso país, foi com o passar do tempo que as políticas públicas do Brasil foram de grande contribuição para o povo brasileiro, principalmente as políticas que beneficiavam os trabalhadores.

É através de leis que garante a segurança das classes trabalhadoras, foi vista que é no Brasil que as políticas públicas estão estimulando as melhores atividades científicas e suas fontes de recursos (ABGI, 2023).

No Brasil, as políticas públicas estão buscando estabelecer uma série de incentivos que apoiam o processo de inovação para empreendedores inovadores, com o objetivo de facilitar a criação e desenvolvimento de novas empresas e empreendimentos. Empresas e empresários estão se envolvendo ativamente nessas políticas e aproveitando vários programas de fomento para adotar novas abordagens técnicas, promovendo melhorias na educação financeira e fiscal em cada estado ou país.

As políticas públicas estão se tornando uma estratégia crucial no setor privado no Brasil. Sabemos que muitas empresas investem nessas políticas em busca de incentivos que visam estimular a produção de semicondutores, principalmente no setor de maiores benefícios fiscais sobre mercadorias e produtos industrializados, com o objetivo de reduzir a carga tributária para empresas que estejam em conformidade com as regras estabelecidas para garantir um futuro melhor.

## **2.2. PRINCIPAIS PROBLEMÁTICAS QUE O BRASIL ENFRENTA NA BUSCA POR UMA CONSOLIDAÇÃO ENTRE OS INSTRUMENTOS DE FOMENTO À INOVAÇÃO, À REINDUSTRIALIZAÇÃO EM NOVAS BASES E AO APOIO À INOVAÇÃO NAS EMPRESAS**

A busca pela consolidação de políticas de inovação, reindustrialização e apoio à inovação nas empresas no Brasil é um desafio que envolve uma série de problemáticas. Atualmente, presenciamos um cenário global em constante evolução, o qual pode ter impactos diretos no desenvolvimento industrial do Brasil. Elementos como a crescente globalização, a intensa competição em nível internacional e a busca por nichos competitivos nos mercados globais tornam-se cada vez mais evidentes. Nesse contexto, uma série de desafios e oportunidades merece nossa análise.

Um ponto crucial a ser considerado foi a possibilidade de uma especialização regressiva na produção, na qual a busca por competitividade em setores intensivos em recursos naturais pode resultar em desafios econômicos. A “doença holandesa”, que envolve a valorização da moeda e a vulnerabilidade a choques externos, é uma preocupação que precisa ser abordada com estratégia.

O debate em torno da intervenção e coordenação pública é uma questão de destaque. O Estado desempenha um papel fundamental na orientação dos investimentos privados, determinando quais setores e cadeias produtivas devem receber apoio seletivo.

Além disso, a busca por sofisticação na produção envolve melhorias tecnológicas e o desenvolvimento de capacidades industriais para competir eficazmente em escala global (BNDES, 2023).

Um período anterior de crescimento econômico, impulsionado pela recuperação da demanda doméstica entre 2004 e 2008, destaca a importância de manter esse padrão de crescimento e evitar vulnerabilidades econômicas. Isso requer o desenvolvimento de setores mais intensivos em tecnologia e inovação, reduzindo a dependência de setores baseados em recursos naturais.

No contexto macroeconômico, políticas de estabilidade financeira e monetária desempenham um papel crucial na criação de um ambiente propício para o crescimento industrial.

Além disso, a indústria brasileira enfrenta uma competição intensa no mercado global, especialmente com países asiáticos, como a China, tornando a competitividade de custos uma prioridade.

O crescimento econômico global também é uma variável a ser considerada, com economias emergentes, particularmente as asiáticas, crescendo a taxas superiores às das economias avançadas e contribuindo para o crescimento global. A China, como um importante produtor e consumidor de manufaturas, alimentos e matérias-primas, beneficia as exportações brasileiras de commodities.

Mudanças na estrutura do comércio internacional também têm um impacto significativo, com o crescimento das exportações de produtos agrícolas, combustíveis e minerais em comparação com as exportações de manufaturas. Isso requer um esforço contínuo para tornar a indústria brasileira mais competitiva, especialmente em termos de custos.

Investimentos estratégicos e uma maior coordenação entre os setores público e privado são essenciais para melhorar a capacidade competitiva da indústria. O mercado interno brasileiro, impulsionado pelo aumento do consumo e investimento, representa um valioso ativo que pode impulsionar o crescimento e a transformação estrutural da indústria, desde que seja explorado de forma eficaz (UNICAMP, 2011).

A valorização do real foi um risco associado às exportações de commodities, o que pode impactar a competitividade dos produtos manufaturados. Portanto, a gestão cambial desempenha um papel fundamental na proteção dos interesses industriais.

Em última análise, a indústria desempenha um papel vital na promoção do crescimento econômico, na geração de empregos e na redução da vulnerabilidade externa. Sua importância na dinamização da economia brasileira foi inquestionável, e a superação dos desafios atuais é uma prioridade para garantir um futuro industrial próspero e competitivo.

### 2.3. QUANTO AO ORÇAMENTO

A indústria e a inovação são elementos essenciais para o desenvolvimento econômico de um país. No entanto, foi importante entender que a inovação não ocorre de forma isolada, mas sim por meio de interações, feedbacks e acumulação de conhecimento. Além disso, a inovação só se completa quando há uma demanda efetiva e uso, tanto por parte do setor público quanto do setor privado.

Mas segundo algumas pesquisas realizadas no ano de 2022 foi vista que o governo federal vem cortando gastos e bloqueando vários investimentos em novas pesquisas, e que segundo a MCTI diz que houve uma queda de 8,2 % no investimento no Brasil para valorizar as pesquisas e desenvolvimento tecnológicos, deixando assim apenas alguns projetos limitados.

“Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação, documento elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), apontam que o país precisa melhorar o ecossistema de pesquisa e desenvolvimento para avançar no ranking de inovação” (MCTI, 2022).

Segundo algumas pesquisas feita por a parte orçamentária do Brasil, diz que o governo vem contribuindo lentamente para aprimorar nossos recursos federais para melhorar os investimentos das ciências e tecnologias de novas pesquisas e das empresas inovadoras, mesmo sabendo que esses resultados vão servir no melhoramento e contribuição de bons resultados tecnológicos da sociedade e das empresas inovadoras.

### 2.4. QUANTO AO INTERESSE DO PODER PÚBLICO

A capacidade de inovar se encontra diretamente ligada ao conhecimento acumulado por meio de esforços, pesquisas e interações dentro e entre empresas, bem como com o ambiente institucional de pesquisa e desenvolvimento. Esses processos criam as condições para o desenvolvimento das capacidades de absorção e, conseqüentemente, das capacidades de inovação.

É importante ressaltar também a importância da demanda agregada, seja por parte do governo, como nas encomendas tecnológicas na área da saúde e defesa, ou pelo setor privado, como no caso de empresas de média e baixa tecnologia ou empresas exportadoras.

A inovação e a indústria estão intrinsecamente ligadas. A industrialização foi o alicerce para o desenvolvimento de diversos países, impulsionando o surgimento de novos mercados, o aumento da produtividade e da renda per capita. Além disso, a indústria é o ambiente propício para a criação e absorção de inovações, demandando mão de obra qualificada e serviços intensivos em conhecimento.

Após a crise financeira de 2008, houve uma retomada do uso de políticas industriais pelos países desenvolvidos e emergentes, com foco no desenvolvimento de tecnologias habilitadoras. Essa retomada se deve às mudanças na natureza da manufatura, como a diminuição da participação da atividade manufatureira em países desenvolvidos, a competição crescente com os países emergentes e as transformações tecnológicas em curso (AAA Inovação, 2023).

A pandemia de 2020 intensificou ainda mais a retomada das políticas industriais e de inovação, especialmente no desenvolvimento de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0. A alta transmissibilidade da Covid-19 expôs as estruturas produtivas e as cadeias globais de valor a uma grande tensão, aumentando as rivalidades entre os países e evidenciando a importância estratégica da indústria. Políticas que fortaleçam empresas e cadeias produtivas locais competitivas e estratégicas permitem um desenvolvimento industrial com menor dependência das cadeias globais de produção.

Diante desses desafios, é fundamental que os países adotem políticas industriais e de inovação que visem o fortalecimento da indústria nacional, o desenvolvimento de tecnologias habilitadoras e a diversificação da estrutura produtiva.

Além disso, foi necessário promover a sustentabilidade ambiental e a competitividade das exportações. A inovação e a indústria são elementos-chave para o desenvolvimento econômico e social, e é fundamental que sejam incentivadas e apoiadas pelo poder público.

[...] “Ciências e tecnologia e educação lideram o bloqueio orçamentário” (Senado Federal, 2023).

“Políticas desse tipo recorrem a instrumentos que induzem o aumento das despendido de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) a difusão de inovações e o abandono de tecnologia obsoletas, por meio de funcionamento de compras de produtivas e serviços” (Mariano, p.47 2023).

Além dos desafios econômicos e tecnológicos, como a redução do impacto ambiental, o aumento da produtividade e o envelhecimento populacional, a pandemia trouxe à tona a necessidade de produção nacional de insumos, equipamentos e produtos estratégicos para garantir a segurança e autonomia dos países.

A utilização de tecnologias habilitadoras, especialmente as digitais, também tornou os países mais dependentes de infraestrutura de conectividade e de softwares produzidos pelos países avançados.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir das pesquisas coletadas para esse artigo foi verificado e identificado várias empresas que são de total importância para o desenvolvimento de novas tecnologias no mundo inteiro mais as empresas brasileiras vêm se desenvolvendo rapidamente através de Convenções financeiras com mais agilidade.

É no Brasil que atuam alguns principais agentes de fomentos à inovação como: FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e o CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Sobretudo, se sabemos que os seus fomentos são causadores de grande impacto tecnológicos muitas vezes para uma inovação com grandes mudanças, algumas com fatores negativos quanto às suas características, outras a seus custos elevados. Outras com pontos positivos procurando buscar as melhorias em novas linhas de produtos ou melhoria na sua produção.

No Brasil o mapa de fomento vem com o objetivo de trazer mais oportunidades de explorar as inovações tecnológicas públicas e privadas que possam apoiar as grandes instituições de pesquisa de vários setores. Seja com incentivos de apoio financeiro ou técnico (AAA Inovação, 2023).

E ainda com apoio direto ou indireto nesses apoios indireto temos alguns programas como a: Lei do bem regulada pelo nº 11.196/2005 onde a mesma nos concede apoios fiscais para investir em pesquisas tecnológicas; Rota 2030, Lei ° 13.755/2018 que apoia o desenvolvimento tecnológico e a competitividade das empresas; Lei de informática, lei 13.969/19, programa capacita empresas em tecnologia da informação por meio de benefícios eletrônicos; PIS / COFINS é um programa previsto na constituição federal nos artigos 195e 239 que ajuda nos insumos e com os créditos. Já os apoios direto é realizado por meio de recursos Humanos, bolsas de pesquisas, recursos não reembolsáveis e investimento obrigatório.

É importante visar que os trabalhos de reindustrialização de empresas de uso de fomentos tecnológicos inovadores não estão presentes só nas universidades, mas também nos setores indústrias, comerciais, agronegócio, informática e turismos.

Sabemos que apesar de todos os desenvolvimentos tecnológicos do Brasil as indústrias precisam reduzir as burocracias públicas e privadas e melhorar nas infraestruturas e logística de cada regiões é baixar os preços dos insumos para melhorar o poder das indústrias para investir em novas transformações renováveis e sustentáveis (ANPEI, 2020).

Este estudo utiliza uma abordagem qualitativa onde os dados são coletados por meio de revisão bibliográfica e análise de documentos oficiais como leis, regulamentos e programas governamentais relacionados à promoção da inovação.

Para o tema são selecionados estudos, relatórios e documentos oficiais relevantes sobre ferramentas e mecanismos de desenvolvimento utilizados em diversos países e setores econômicos.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) promoveu, no dia 18 de maio de 2023, reunião com servidores para discutir estratégias até 2030 sobre ciência, tecnologia e inovação. Um dos eixos, importantes, apontado por Luis Fernandes, secretário-executivo do MCTI, é a reindustrialização em novas bases e apoio à inovação nas empresas.

O Brasil começou a deixar de ser primeiramente rural e agrícola, entre 1950 e 1980, pós-guerra. Um período que sua economia cresceu de forma acelerada e concentrando-se na indústria e no setor de serviços (Câmara dos Deputados, 2021).

Em 1964, lançado pelo Ministério do Planejamento e da Coordenação Econômica, o Plano de Ação Econômico do Governo teve como objetivo, da década de 60, combater a inflação e reforma institucional para adaptar a economia a nova realidade industrial.

Ainda neste período, com o forte crescimento econômico, diversas fundações de fomento e incentivos foram criadas, como, Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), Branco do Nordeste do Brasil S.A (BNB), Associação Brasileira de Desenvolvimento (ABDE) e outras instituições que, em conjunto, compõem o Sistema Nacional de Fomento (SNF). Estas fundações, existentes em todos os países, são instituições financeiras de desenvolvimento (IFD) que trabalham juntas para intervir no mercado financeiro por meio de ações governamentais.

Mesmo com atual crescimento e a criação de diversos incentivos de fomento ao desenvolvimento foi apenas em 2004 que a primeira Lei de Inovação foi criada no Brasil, Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.

“Essa Lei estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País” (Lei nº 10.973, 2004, Art. 1º).

Antes da Lei da Inovação, de 2004, fundada em 1984, A Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI), que faz parte do ecossistema de inovação, promovia, e promove, pesquisa, desenvolvimento e inovação (ABGI, 2023).

O Presidente da ANPEI, Humberto Pereira, em, 2017, comentou sobre a divagação da Consumer Technology Association (CTA) que divagou o 2018 CTA International Innovation Scorecard – ranking mundial de ações de países com intuito de impulsionar a inovação – que apontava má colocação do Brasil no ranking, 32ª de 37 posições.

Uma das suas críticas foram os impostos, que o sistema tributário é um dos fatores que influencia diretamente na vontade de empreender e inovar por parte dos empresários.

[...]” Um sistema nacional de fomento (SNF) é constituído, em cada país, pelo conjunto de instituições financeiras de desenvolvimento (IFD) atuando no seu território de maneira complementar. A lógica de operação de um SNF é a de intervenção pública no mercado financeiro. Isto é, sua construção e seu funcionamento partem da percepção, por parte dos agentes públicos, de que esse mercado, se deixado a ser guiado por suas livres forças, não operará de maneira eficiente” (BNDES, 28.05.2018).

As vantagens de investir na tecnologia e em inovação nas empresas foi de total benefício de crescimento e reconhecimento nesses últimos tempo é consideradas essências para garantir um bom desenvolvimento trabalhistas e proporcionar um bom trabalho em equipe unindo a empresa e empregado e através disso pôde gerar mais vantagens e melhores produtividade e melhores tipo de organização para garantir fortes parcerias e fidelidade com fornecedores de insumos e clientes. É através desses apoios que agregam valores no mercado empresarial e garantem as grandes evoluções tecnológicas.

Sabemos que a evolução da tecnologia e cada vez mais viável e vem abrangendo as áreas industriais, agro, informática, saúde entre outras mais, pois as maiores evolução vieram através do uso das realidades virtuais robótica, drones, inteligência artificial e os softwares (SEBRAE, 2023).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nas considerações finais, foram apresentadas as principais conclusões do estudo, destacando a importância dos instrumentos e mecanismos de fomento à inovação para o desenvolvimento econômico e social.

Os impactos foram discutidos nesses instrumentos nas empresas e na sociedade como um todo, bem como os desafios e oportunidades para a sua implementação.

Entretanto, foram fornecidas recomendações sobre a melhoria dos mecanismos de promoção da inovação destinados a reforçar as capacidades de inovação das empresas e a promover o crescimento sustentável.

Nesse caso os desenvolvimentos das empresas tendem a subir com grandes soluções para conseguir ter bom reconhecimento ao crescimento financeiro, e qual a sua importância como criadora e distribuidora de inovações e tecnologias tendo como incentivo a geração de empregos, riquezas e produtividade com excelência qualidade, com valores na sua capacidade de produção e serviços de informações de amplas tecnologias para o país.

Contudo, tendo em vista bons resultados alcançados através das políticas industriais que permita mudanças na estrutura produtiva que poderão ser eficazes para o desenvolvimento sociológico na sociedade atual.

## REFERÊNCIAS

- [1] AAA Inovação. **Fomentos de inovação. AAA Inovação**, 2023. Disponível em: <https://blog.aaainovacao.com.br/fomentos-de-inovacao/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [2] ANPEI. **Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. História e governança**. ANPEI, 2023. Disponível em: <https://anpei.org.br/historia-egovernanca/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [3] ANPEI. **Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. Novos instrumentos de fomento à inovação no Brasil**. ANPEI, 2023. Disponível em: <https://anpei.org.br/novos-instrumentos-de-fomento-inovacao-brasil/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [4] ANPEI. **Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras. Presidente da ANPEI fala sobre a baixa colocação do Brasil no 2018 CTA International Innovation Scorecard**. ANPEI, 2019. Disponível em: <https://anpei.org.br/presidente-da-anpei-fala-sobre-a-baixa-colocacao-do-brasilno-2018-cta-international-innovation-scorecard/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [5] ABDE. **Associação Brasileira de Desenvolvimento. Institucional**. ABDE, 2023. Disponível em: <https://abde.org.br/institucional/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [6] ABGI Brasil. **Mapa de fomento: O que é apoio financeiro direto e indireto**. ABGI Brasil, 2023. Disponível em: <https://abgi-brasil.com/mapa-de-fomento-o-que-e-apoio-financeiro-diretoindireto/#:~:text=A%20estrat%C3%A9gia%20brasileira%20de%20fomento,incentivos%20financeiros%2C%20fiscais%20e%20regulat%C3%B3rios>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [7] BEZERRA, É. Et al. **Políticas Públicas de Empreendedorismo no Brasil: Levantamento e Análise**. Disponível em: <https://anegepe.org.br/wpcontent/uploads/2021/09/324.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2023.
- [8] BNDES. **Indústria, Inovação e Possibilidades para o Desenvolvimento Brasileiro**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/Industria-inovacao-e-possibilidades-para-o-desenvolvimento-brasileiro/>. Acesso em: 08 de novembro de 2023.
- [9] BNDES. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Sistemas nacionais de fomento**. BNDES, 2023. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/sistemasnacionais-fomento>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [10] BNDES. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Inovação e tecnologia**. BNDES, 2023. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/10654/1/00003bfc.pdf>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [11] CAPELLA, A. C. N. Um estudo sobre o conceito de empreendedor de políticas públicas: Ideias, Interesses e Mudanças. **Cadernos EBAPE BR**, vol. 14, spe, p. 486–505, 2016.

- [12] CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Comissão debate fomento à inovação e tecnologia**. Câmara dos Deputados, 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/834801-comissao-debate-fomento-a-inovacao-e-tecnologia/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [13] CRITT. Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia da UFJF. **Principais tipos de fomento à inovação e ao empreendedorismo no Brasil**. CRITT, 2023. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/critt/2023/07/25/principais-tipos-defomento-a-inovacao-e-ao-empreendedorismo-no-brasil/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [14] **DESAFIOS PARA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL**. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e43a0-9784-86365061a366/desafios\\_para\\_industria\\_40\\_no\\_brasil.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf). Acesso em: 4 de novembro de 2023.
- [15] ENAP. **Caderno 104 – Relatório Completo**. Disponível em: [https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7200/1/Caderno\\_104\\_relatorio\\_completo.pdf](https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7200/1/Caderno_104_relatorio_completo.pdf). Acesso em: 18 de novembro de 2023.
- [16] ECONOMIA, Biblioteca Digital. **Mecanismos de apoio à inovação**. Biblioteca Digital, 2021. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/476>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [17] FGV. Fundação Getulio Vargas. **O Desenvolvimento Econômico Brasileiro no Pós-Guerra**. FGV, 1966. Disponível em: [https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/14054/O\\_Desenvolvimento\\_Econ%C3%B4mico\\_Brasileiro\\_no\\_P%C3%B3s\\_Guerra.pdf](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/14054/O_Desenvolvimento_Econ%C3%B4mico_Brasileiro_no_P%C3%B3s_Guerra.pdf). Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [18] GOVERNO DO BRASIL. **Aspectos das diferentes situações políticas e econômicas dos anos 1960. Governo do Brasil, 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/siscomex/pt-br/servicos/aprendendo-a-exportar/curiosidades-e-fatos-historicos/aspectos-das-diferentes-situacoes-politicas-e-economicas-dos-anos-1960>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [19] IBGE. **Estatísticas Econômicas – Indústria**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria.html>. Acesso em: 12 de novembro de 2023.
- [20] IBGE. **Pesquisa de Inovação**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-einovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html>. Acesso em: 15 de novembro de 2023.
- [21] IBGE. **Estatísticas Econômicas – Indústria**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria.html>. Acesso em: 12 de novembro de 2023.
- [22] IPEA. **Políticas de Inovação – Capítulo 02**. Disponível em: [https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/politicas\\_de\\_inovacao\\_cap02.pdf](https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/politicas_de_inovacao_cap02.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2023.
- [23] IPEA. **Parcerias Público-Privadas (PPP): Perspectivas para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/download/51/54>. Acesso em: 05 de novembro de 2023.
- [24] MARCOS, S.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A. **Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil**. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10423/2/Industria\\_4\\_0.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10423/2/Industria_4_0.pdf). Acesso em: 4 nov. 2023.
- [25] MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Novos materiais. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2023**. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/tecnologias\\_convergentes/novos\\_materiais.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/tecnologia/tecnologias_convergentes/novos_materiais.html). Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [26] MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **MCTI debate diretrizes da nova estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação com servidores**. Governo do Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-omcti/noticias/2023/05/mcti-debate-diretrizes-da-nova-estrategia-nacional-decienciatecnologia-e-inovacao-comservidores>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.
- [27] NYKO, D. et al. **Planos de fomento estruturado podem ser mecanismos mais eficientes de política industrial? : Uma discussão à luz da experiência do PAISS e seus resultados**. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2987/3/BS%2038%20planos%20de%20fomento\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2987/3/BS%2038%20planos%20de%20fomento_P.pdf). Acesso em: 4 de novembro de 2023.

[28] **Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.** Planalto, 2004. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm). Acesso em: 08 de outubro de 2023.

[29] SARTI, F.; HIRATUKA, C. **Desenvolvimento industrial no Brasil: oportunidades e desafios futuros.** Disponível em: <https://www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=1817&tp=a>. Acesso em: 4 nov. 2023.

[30] UESB, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. **Você conhece as principais agências de fomento científico do país? UESB, 2023.** Disponível em: <http://www.uesb.br/noticias/voce-conhece-as-principais-agencias-de-fomento-cientifico-do-pais/>. Acesso em: 08 de outubro de 2023.

# Capítulo 4

## *Desenvolvimento e perspectivas da energia nuclear no Brasil: autonomia tecnológica, desafios e oportunidades*

*Ana Julia Assunção de Oliveira<sup>1</sup>*

*Brenda Karyelle de Moura Batista<sup>2</sup>*

*Bruno Cesar Ribeiro da Silva<sup>3</sup>*

*Enzo de Assis Bezerra<sup>4</sup>*

*Leonardo Oliveira Fernandes da Mota<sup>5</sup>*

*Viviane Brasil Santos<sup>6</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>7</sup>*

*Felipe Macedo Zumba<sup>8</sup>*

**Resumo:** O Programa Nuclear Brasileiro (PNB) surgiu para impulsionar o uso da energia nuclear no início da década de 50, com a criação do Instituto de Energia Atômica (IEA) na Universidade de São Paulo. Nesse ínterim, o Brasil construiu usinas nucleares e aperfeiçoou suas capacidades tecnológicas para ampliar sua autonomia à frente da energia nuclear. Diante disso, este ensaio teórico tem o objetivo de fazer uma reflexão crítica acerca dos pontos benéficos e dos entraves que dificultam a ampliação autônoma e tecnológica para o desenvolvimento da energia nuclear brasileira.

**Palavras-chave:** Programa nuclear brasileiro; Energia nuclear; Matriz energética; Interesse público; Capacidades tecnológicas.

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>7</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>8</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

O projeto Manhattan, programa de pesquisa desenvolvido durante a segunda guerra e liderado pelo cientista J. Robert Oppenheimer, foi um grande propulsor para o estudo do urânio e aplicação para o uso dela em bombas. Após o término da guerra, deu início aos estudos para o uso deste elemento para o fornecimento de energia nuclear, a qual ocorreu um grande crescimento a partir da década de 50. Em seguida, deu início a grande “era de ouro”, ocorrida nos anos de 1965 a 1990 onde a maioria das usinas nucleares em funcionamento foram construídas, e nesse período cerca de trinta reatores por ano entravam em funcionamento (Goldemberg, 2011).

Por conta disso, foi criada em 1957 a Agência Internacional de Energia Atômica, atualmente com 168 Estados-membros, sendo uma organização internacional ligada ao sistema das Nações Unidas. Entre os objetivos, o estatuto da agência prevê ampliar e acelerar a contribuição da energia atômica para a paz, a saúde e a prosperidade mundiais, assim como assegurar que a assistência prestada por ela, supervisão e controle, não seja utilizada para promover qualquer ação com finalidade militar (Agência Senado, 2023).

Apesar disso, Goldemberg (2011), relata os problemas e o declínio da implementação da energia nuclear por conta dos acidentes ocorridos em Three Mile Island, na Pensilvânia, Estados Unidos em 1979, em Chernobyl em 1986 e o mais recente, em Fukushima-Daiichi 2011.

Vale ressaltar que a energia nuclear é responsável por 10% da matriz elétrica global, o uso da energia nuclear foi expandido no exterior, sendo o maior produtor de energia nuclear do mundo os Estados Unidos da América, o qual produz 805,6 terawatt/hora em 2017, seguido da França com 381,8 terawatt/hora e da China com 232,8 terawatt/hora (Marreco, 2019).

Dentro desse contexto, consoante Alquéres (2003), devido ao aumento demográfico e econômico mundial, prevê-se um crescente aumento na demanda de energia elétrica. Por outro lado, os recursos naturais necessários a essa geração de energia, vem se esgotando constantemente, gerando preocupações relacionadas a possíveis restrições no fornecimento de energia. Logo, a energia nuclear apresenta uma alternativa para garantir a segurança e soberania energética de um país.

A história da energia nuclear no Brasil remonta ao início da década de 1950, com a criação do Instituto de Energia Atômica na Universidade de São Paulo. Inicialmente utilizada principalmente na área da saúde para produção de radiofármacos, seu uso se expandiu nas décadas seguintes para diversas aplicações industriais.

Além da geração de eletricidade, a energia nuclear possui uma variedade de aplicações em setores como medicina, agricultura, controle ambiental e defesa. O Brasil atualmente opera duas usinas nucleares e está construindo uma terceira, além de possuir consideráveis reservas de urânio. O papel do Estado é crucial no desenvolvimento e manutenção desse setor, exigindo investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento e ações de Ciência, Tecnologia e Inovação.

A implementação da Política Nuclear Brasileira busca orientar o planejamento e atividades nucleares no país, visando a autonomia energética e a segurança. No entanto, desafios como a falta de divulgação clara do papel da energia nuclear e a necessidade de aprimoramento do arcabouço institucional e regulatório persistem para expandir sua produção e mitigar a escassez energética.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O ensaio teórico consiste em um estudo exploratório com o objetivo de analisar as implicações da ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais no desenvolvimento do programa nuclear brasileiro, considerando tanto os aspectos políticos, econômicos, sociais quanto os desafios tecnológicos inerentes a essa empreitada. Assim, para embasar essa análise, recorreremos a revisões bibliográficas e documentos oficiais para adentrar em sua relevância tanto para o Brasil quanto para a comunidade internacional.

Nessa perspectiva, o ensaio teórico está estruturado da seguinte forma: o primeiro tópico faz uma alusão histórica sobre o tema, apontando os seus eventuais transbordamentos teóricos e conceituais. Já o segundo tópico traz os aspectos metodológicos utilizados nesta análise descritiva e exploratória. No terceiro tópico, foram levantados os principais problemas que dificultam o desenvolvimento e produção da energia nuclear no Brasil. Por fim, serão feitas as considerações finais, assim como opções para a melhora e implementação efetiva do uso dessa energia no país.

### **2.1. HISTÓRICO DO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO E SUAS CONSEQUÊNCIAS**

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, cujo ponto final adveio após o lançamento da bomba atômica, pôde-se verificar que diversos questionamentos éticos foram colocados em pauta, na mesma proporção em que despertou o interesse por parte dos Estados em desenvolver a tecnologia nuclear, assim como o Brasil, que se interessou por questões militares (Ferreira & Lira, 2016).

O Brasil, historicamente, foi detentor de reservas significativas de urânio e tório, minerais de grande interesse para os Estados Unidos, altamente utilizados como combustíveis para as usinas nucleares. Esses recursos tornaram-se temas recorrentes nas negociações bilaterais entre o Brasil e a superpotência norte-americana (Andrade, 2006). Ademais, consoante o mesmo autor, em 1940 foi iniciado o Programa de Cooperação para Prospecção de Recursos Minerais entre Brasil e EUA.

No período entre as primeiras pesquisas atômicas no Brasil, foram firmados acordos bilaterais com os EUA, referentes à questão nuclear, os chamados “acordos atômicos”, esses acordos são quatro sequências de decisões para a política nuclear até ser instaurado a Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) da Energia Atômica no Brasil no governo JK (Ferreira & Lira, 2016). A partir dessas negociações, os autores relatam o advento de interesses por parte de distintos grupos sociais, políticos e econômicos do Brasil.

Os autores Barros e Pereira (2010), elucidam os primórdios do Programa Nuclear Brasileiro advindas da criação do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em 1956, e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), no ano de 1962, fundada pelo então Presidente da República Juscelino Kubitschek, com o objetivo de supervisionar as atividades da área, desde a formação de usinas posteriores, como também a de recursos humanos. Esses dois programas compuseram o escopo governamental para a propagação e desenvolvimento da política nuclear nacional.

Ademais, segundo o Ministério da Economia (2021), foi na década de 70 que o Brasil iniciou um programa nuclear com o intuito de explorar o potencial uranífero presente no país a partir do desenvolvimento e implementação de todo ciclo do

combustível nuclear aliado à introdução de centrais nucleoeletricas na matriz energética brasileira.

Em 5 de dezembro de 2018 o então presidente, Michel Temer, assinou o decreto Nº 9.600, o qual consolidou as diretrizes para a Política Nuclear Brasileira com a finalidade de orientar o planejamento sobre as atividades nucleares e radioativas no país em observância a soberania nacional e ideias desenvolvimentistas (Brasil, 2018).

Por fim, em 16 de dezembro de 2020, o Ministério de Minas e Energia (MME) aprovou o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE, 2050), que se mostra como um instrumento de suporte ao desenho da estratégia de longo prazo do planejador em relação à expansão do setor de energia, com recomendações e diretrizes a serem seguidas até 2050.

## **2.2. CAPACIDADE TECNOLÓGICA NACIONAL PARA PRODUÇÃO ENERGIA NUCLEAR**

O Brasil detém a sexta maior reserva de urânio do mundo e domina todo o ciclo do combustível nuclear. A capacidade de produção de energia nuclear é promissora, com os reatores de Angra correspondendo a cerca de 66% da capacidade instalada mundial. Apesar da participação atual da energia nuclear na matriz energética brasileira ser modesta, existem planos para a construção de mais usinas nucleares, visando aumentar essa participação para 5,6%.

A energia nuclear é vista como uma tecnologia madura, com capacidade de produção contínua e considerável eficiência comparada a outras fontes não renováveis. A conclusão de projetos como a Fábrica de Combustível Nuclear da Indústrias Nucleares do Brasil promete aumentar a autossuficiência do país no enriquecimento de urânio e impulsionar a economia nacional.

Com capacidade tecnológica para produzir todo o ciclo do combustível nuclear e abundância em reservas minerais, o Brasil está bem-posicionado para expandir sua matriz energética e impulsionar o desenvolvimento econômico.

## **2.3. PRINCIPAIS PROBLEMÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS NUCLEARES NO BRASIL**

O Brasil possui duas empresas responsáveis pela produção de energia nuclear: as Indústrias Nucleares do Brasil (INB), com monopólio na produção e comercialização de materiais nucleares, e a Eletronuclear, encarregada da produção e distribuição de energia, operando as usinas nucleares Angra 1 e Angra 2, e construindo a Angra 3.

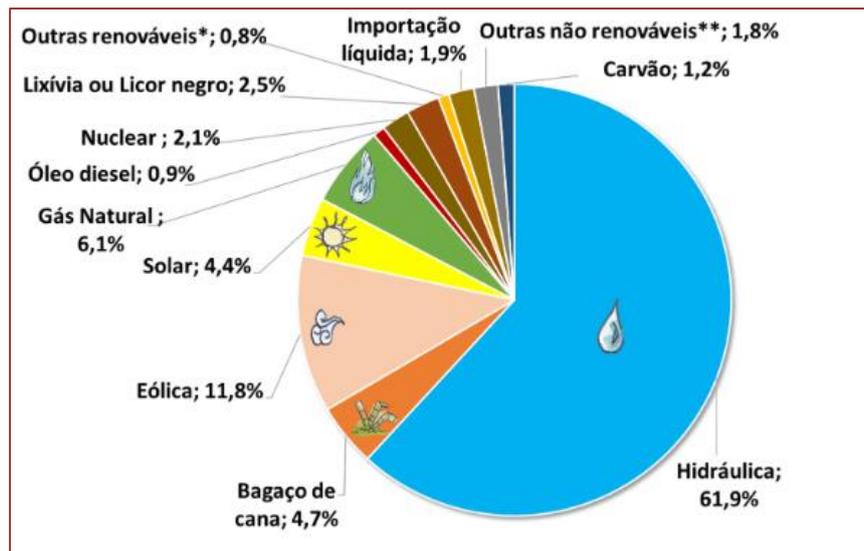
Diferentemente de outras fontes de energia, a estratégia de expansão da energia nuclear no país é guiada por iniciativas governamentais, refletidas no Plano Energético Nacional 2050 (PNE 2050), que visa preservar a tecnologia nuclear nacional. O PNE 2050 busca reduzir custos e aumentar a operacionalidade, inclusive com a pesquisa para a nacionalização da conversão de urânio.

A conscientização da sociedade sobre os benefícios e a segurança da energia nuclear é parte essencial da estratégia, considerando o preconceito gerado por acidentes como Chernobyl e Fukushima. No entanto, o Brasil possui recursos naturais e geografia favoráveis para a expansão da energia nuclear, com altas reservas de urânio e uma localização geológica estável.

### 3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com o gráfico 1 (fig.1) publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a matriz elétrica brasileira é caracterizada pela predominância da fonte hidráulica e eólica. A energia nuclear, nesse cenário, possui uma fração de 1,3% no total em 2022.

**Gráfico 1:** Matriz Elétrica Brasileira 2022



Fonte: Ben, 2023.

O interesse público em aumentar a porcentagem da energia nuclear na matriz energética nacional é verificado após análise do Plano de Energias 2050, o qual foram encontrados diversos objetivos para o aumento e melhor funcionamento da energia de matriz nuclear no Brasil, como incentivar a formação continuada de recursos humanos necessários ao desenvolvimento da tecnologia nuclear e a sua fixação nesse setor.

Sobre o cenário internacional, segundo relatório da WNA (Associação Nuclear Mundial), vários países estão investindo na sua expansão em energia nuclear: Bangladesh, a Turquia e os Emirados Árabes Unidos construíram, em 2022, suas primeiras centrais nucleares e a China construiu 5 novos reatores no ano de 2023 (WWA, 2023).

Seguindo a tendência internacional de explorar essa matriz energética, além da diversidade energética, também existe o interesse na meta de redução de carbono, como definida na portaria MME 419/2019, a qual foi definida que, até o ano de 2030, serão compensadas emissões de gases causadores de efeito estufa que correspondem à plantação de 5 bilhões de árvores (MME/s.d).

Contudo, no relatório da PNE 2050, também são destacados problemas para o crescimento da energia de matriz nuclear do país. Entre eles está a expansão da vida útil dos reatores, pois é comum o período de operação dos reatores ser aumentado. Angra 1 está iniciando esse processo, e, por ter colocado essa problemática em destaque, espera-se que Angra 2 e, futuramente, Angra 3 tenham seus processos de expansão de vida útil também.

Portanto, o interesse governamental para a expansão e maior exploração da energia nuclear é positivo, como é possível constatar ao observar o Plano Nacional de Energia 2050, onde ficam evidenciados os objetivos e ações que estão planejadas para a diversificação da matriz energética nacional com a utilização da energia nuclear.

Arelado a isso, o poder público também reconhece os problemas que terá que enfrentar para essa expansão, mostrando que um estudo de caso profundo foi feito para analisar o cenário da melhor forma possível.

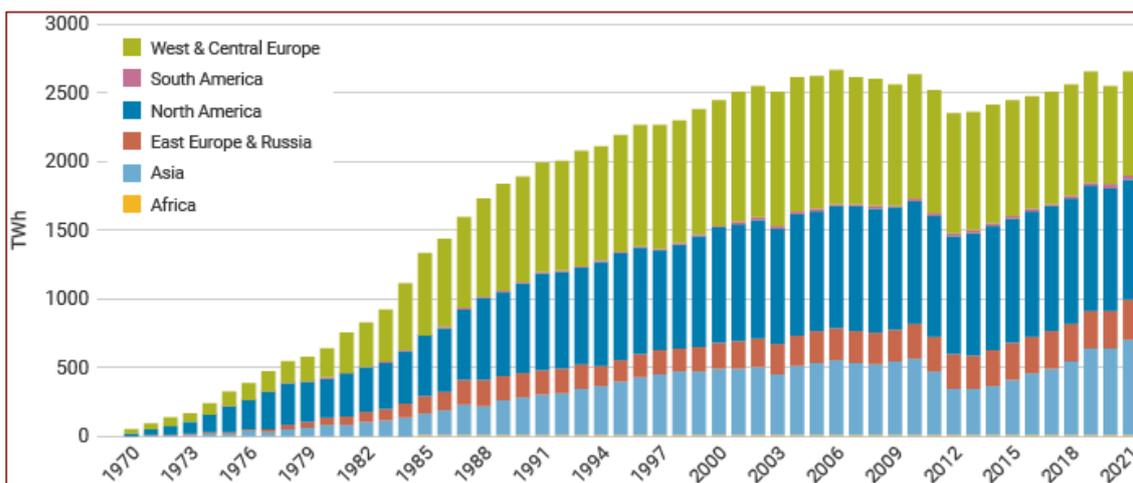
### 3.1. A VANTAGEM NA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR EM RELAÇÃO AO USO DA HIDROELÉTRICA NO BRASIL

A energia nuclear e a hidroelétrica são as maiores fontes de energia limpa e renovável. Entretanto, o grande diferencial delas é que a energia nuclear não depende dos ciclos sazonais em comparação à hidrelétrica, como também, não é preciso inundar vultuosas áreas ou desviar cursos de rios para a construção e conseqüentemente produção da energia hidroelétrica.

A principal vantagem ambiental da produção de eletricidade por meio de usinas nucleares reside na ausência de utilização de combustíveis fósseis. Isso impede a liberação na atmosfera de gases associados ao aumento do aquecimento global e outros elementos tóxicos. Além disso, as usinas nucleares ocupam espaços relativamente reduzidos, possibilitando sua instalação perto de centros de consumo.

O gráfico 2 a seguir demonstra a evolução da capacidade de produção de eletricidade no mundo a partir da fonte nuclear. Em 2021, as centrais nucleares forneceram 2.653 TWh de eletricidade, acima dos 2.553 TWh em 2020 (WWA, 2023).

**Gráfico 2 - Produção de Eletricidade Nuclear**



Fonte: Associação Nuclear Mundial, 2022.

As aplicações da tecnologia nuclear transcendem a geração de energia, ela desempenha um papel crucial no controle da propagação de doenças, oferece suporte aos profissionais de saúde no diagnóstico e tratamento de pacientes, e impulsiona nossas missões mais ousadas de exploração espacial. Essas diversas utilidades posicionaram as

tecnologias nucleares como elementos essenciais nos esforços globais para alcançar o desenvolvimento sustentável.

### 3.2. RECEIO SOCIAL NA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL

A comunicação sobre a energia nuclear brasileira é um desafio complexo, pois a população tem receios sobre sua segurança por causa de diversos acidentes ocorridos no mundo. Entretanto, em meio ao ônus existem diversos benefícios que a energia nuclear pode oferecer para a sociedade, principalmente, por tratar-se de uma energia com baixíssimas emissões de carbono.

Atualmente, as preocupações ambientais estão presentes em todas as esferas das atividades humanas, manifestando-se na extensa legislação brasileira voltada para a preservação do meio ambiente. O impacto ambiental e a gestão dos resíduos radioativos provenientes das usinas nucleares são temas de relevância para o interesse público.

A tabela 1 apresenta, qualitativamente, os impactos socioambientais das principais fontes de energia.

**Tabela 1:** Impactos socioambientais das principais fontes de energia

Fonte	Impactos ambientais
Petróleo Carvão Gás natural	Poluição do ar Emissão de óxidos de enxofre (SO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> ) Emissão de óxidos de nitrogênio (NO <sub>x</sub> ) Emissão de monóxido de carbono (CO) Emissão de matéria particulada suspensa (metais pesados) Ozônio Aquecimento global via efeito estufa Emissão de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) Emissão de metano (CH <sub>4</sub> ) Chuva ácida Emissão de SO <sub>2</sub> formando ácido sulfúrico na atmosfera Emissão de NO <sub>x</sub> formando ácido nítrico na atmosfera
Hidrelétrica	Formação de grandes represas Realocação das populações Aquecimento global via efeito estufa Emissão de CH <sub>2</sub>
Biomassa	Poluição do ar Emissão de CO Emissão de matéria particulada Emissão de CO <sub>2</sub> Uso intensivo do solo e da água Diminuição da biodiversidade
Nuclear	Rejeitos de nível baixo e médio de radioatividade Rejeitos de nível alto de radioatividade que requerem armazenamento por milhares de anos Desativação das instalações nucleares após término da vida útil

Fonte: Carajilescof & Moreira, 2008.

Embora não gerem resíduos poluidores diretamente, as hidrelétricas, por exemplo, requerem a construção de grandes represas e, em muitos casos, a realocação de populações ribeirinhas. As áreas ocupadas, normalmente, causam impactos na fauna, flora e clima local e regional. Outrossim, os reservatórios das hidrelétricas também emitem gás metano que contribui para o aquecimento global, e provocam a destruição de áreas de subsistência, tais como terras aráveis, pastos e florestas. Assim, pode-se considerar como um indicador de impacto ambiental significativo de uma fonte energética.

Uma usina nuclear de 1000 MW produz, ao longo de um ano, em média 30 toneladas de combustíveis nucleares irradiados, 350 toneladas de rejeitos radioativos de nível intermediário e 450 toneladas de rejeitos radioativos de baixa radiação (Carajileskov & Moreira, 2008), entretanto não emite gases perigosos nem outros materiais poluentes. O tratamento e gerenciamento dos requisitos radioativos de níveis baixos e intermediários são realizados de forma economicamente viável, com baixa complexidade e necessidade de pouca sofisticação tecnológica. Esses rejeitos são compactados para redução de volume e armazenados em recipientes herméticos.

Observa-se que, nas últimas décadas, o setor tem buscado atuar de maneira responsável em relação à preservação ambiental e à segurança das comunidades próximas às suas instalações. Além disso, o setor demonstra uma preocupação ética evidente, evitando comprometer as condições de vida das gerações futuras e buscando soluções satisfatórias para o gerenciamento de resíduos radioativos de longa vida média.

#### 4. CONCLUSÃO

O ensaio teórico, foi procurado formas de evidenciar a importância da ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais no desenvolvimento do programa nuclear brasileiro, a fim de nortear e compreender a situação atual da energia nuclear.

De acordo com o PNE (2050), o Brasil é um país bastante promissor para a ampliação da energia nuclear, pois, conta com numerosas reservas de urânio, além de ter exímios recursos tecnológicos para toda a produção do ciclo do combustível nuclear. Entretanto, o mapa energético brasileiro apresenta um leque de matrizes, o qual gera uma dispersão dos investimentos governamentais, dificultando assim o solavanco energético nuclear.

Além do baixo orçamento para a realização de investimentos na energia nuclear, a falta de adesão social corrobora para a não continuidade dessa energia, pois foi presenciado acidentes nucleares em diversos países do mundo. Portanto é necessário que o Brasil invista em estratégias diferenciadas para o setor da energia nuclear, além de conscientizar a população sobre o seu uso, seus benefícios e os possíveis imprevistos que possam acontecer eventualmente. Dessa forma, o misticismo sobre o uso dessa energia será atenuado e corrobora para o desencadeamento da energia nuclear, uma vez que a tendência global é explorar cada vez mais essa matriz energética.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Agência Senado. **Senado aprova representante do Brasil na Agência Internacional de Energia Atômica**. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/07/04/senado-aprova-representante-do-brasil-na-agencia-internacional-de-energia-atmica>> Acesso em: 1 de outubro de 2023.

- [2] BRASIL. **Decreto nº 9.600, de 5 de dezembro de 2018**. Decreto nº 9.600, de 5 de dezembro de 2018.
- [3] BRASIL. Plano Nacional de Energia - 2050. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PlanoNacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 22 de novembro de 2023.
- [4] BARROS, P. S.; DE MOURA PEREIRA, A. P. O programa nuclear brasileiro. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4092/1/BEPI\\_n3\\_programa.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4092/1/BEPI_n3_programa.pdf). Acesso em: 22 de novembro de 2023.
- [5] COUTO, Eliane Ferreira et al. PRECONCEITO COM AS USINAS NUCLEARES. **Anais da Mostra de Iniciação Científica do Instituto Federal Catarinense Campus Concórdia-ISSN 2317-8671**, vol. 13, nº. 1, p. 34-34, 2023.
- [6] CORREIA, Paulo de Barros. Origem dos terremotos no Nordeste. **ComCiência**, nº. 117, p. 0-0, 2010.
- [7] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Relatório final do PNE 2050**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao227/topico563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 5 de outubro de 2023.
- [8] FERREIRA, T. S. H.; LIRA, V. H. Enriquecimento de animosidades: o início da política nuclear brasileira. **Carta Internacional**, [S. l.], vol. 11, nº. 3, p. 77-98, 2016.
- [9] GOLDEMBERG, J. **O Futuro da Energia Nuclear**. Revista USP, [S. l.], nº. 91, p. 6-15, 2011.
- [10] INB **inaugura cascata de enriquecimento isotópico de urânio e conclui primeira etapa de usina**. Disponível em: <https://www.inb.gov.br/Detalhe/Conteudo/inb-inaugura-cascata-de-enriquecimento-de-uranio-isotopico-e-conclui-primeira-et/Origem/395>. Acesso em: 5 de outubro de 2023.
- [11] MARRECO, Juliana. **Discussões sobre a retomada do programa nuclear brasileiro**. 2019.

# Capítulo 5

## *Desenvolvimento e perspectivas dos parques tecnológicos no Brasil: desafios estruturais, incentivos financeiros e governança integrada*

*Caueh Alex dos Santos Maciel<sup>1</sup>*

*João Daniel Barbosa Nascimento dos Santos<sup>2</sup>*

*Luciana Gouveia Machado<sup>3</sup>*

*Maria Jeangela Paula Ferreira<sup>4</sup>*

*Thalita Henrique Ferreira Rodrigues<sup>5</sup>*

*Vanessa Freitas de Sousa<sup>6</sup>*

*Eduardo Murilo Pinto Taborda<sup>7</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>8</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>9</sup>*

**Resumo:** Os parques tecnológicos são considerados empreendimentos que desenvolvem organizações de atividades inovadoras. O presente artigo tem o objetivo de analisar o desenvolvimento de políticas públicas destinadas à construção de Parques Tecnológicos no Brasil. A metodologia foi utilizada através de pesquisas em bases científicas no período 2006 a 2023. Os resultados mostram que existe um crescimento de empresas que estão inseridas neste ambiente inovador, apesar dos desafios encontrados para o desenvolvimento que compreende os recursos estruturais, regionais, sociais, econômicos, geográficos e financeiros. Contudo, nota-se que estes ambientes promovem o surgimento, aperfeiçoamento e comercialização de produtos e/ou serviços inovadores.

**Palavras-chave:** parques tecnológicos; políticas públicas; investimento.

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>5</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>6</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>8</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>9</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

As primeiras discussões sobre a necessidade de criação de Parques Tecnológicos, surgem na Universidade de Stanford, nos Estados Unidos, em resposta à crise econômica que exigia uma nova reindustrialização baseada no apoio à inovação nas empresas da década de 1950. Neste período, o contexto pós-guerra resultou em altas taxas de desemprego, demandando transformações significativas na esfera socioeconômica (Cruz *et al.*, 2022).

As universidades se tornam um caminho para geração de novos valores econômicos, através da permutação de conhecimentos e tecnologias para a sociedade. Assim, podemos compreender Parque Tecnológico, como: ambientes de inovação que reúnem empreendimentos voltados à promoção da ciência, tecnologia e inovação, por meio da aproximação de universidades, empresas e governo .

No entanto, a edificação de parques tecnológicos depara-se com inúmeros desafios, que vão desde a escolha do local até a captação de investimentos. Entretanto, é imperativo a existência desses parques para promover o avanço tecnológico.

Contudo, o Brasil tem dedicado consideráveis esforços na implementação de políticas públicas, visando superar as lacunas de investimento e permitir o desenvolvimento tecnológico por meio desses centros. Desta forma, temos por objetivo investigar a chegada dos parques tecnológicos no Brasil, bem como entender as políticas públicas criadas para seu fomento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, as primeiras discussões sobre Parques Tecnológicos surgem a partir da década de 80, com a intenção de beneficiar produtos em determinadas regiões e por consequência toda a sociedade em seu entorno. O governo apoiou os processos de aprendizagem e deu incentivos às empresas, de forma a contribuir com o setor privado para o desenvolvimento de tecnologias (Tonelli *et al.*, 2015).

Em 1984, no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, surge o Programa de Apoio aos Parques Tecnológicos com o objetivo de criar e transferir ciência e tecnologia com o setor empresarial. Em 1987, nasce a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), que viabilizou diversos estudos sobre os parques no país.

A Emenda Constitucional Nº85, de 26 de fevereiro de 2015, no Capítulo IV da Ciência, tecnologia e inovação, passa a vigorar nos seguintes artigos:

“Art. 219. Parágrafo único - O Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas, bem como nos demais entes, públicos ou privados, a constituição e a manutenção de parques e polos tecnológicos e de demais ambientes promotores da inovação, a atuação dos inventores independentes e a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia”.

Predominantemente observa-se que, no Brasil, o maior apoio à construção e desenvolvimento dos Parques Tecnológicos, ocorreu através de recursos públicos dos governos estaduais e das agências como o CNPq e a Finep. O planejamento e a implantação dos parques tecnológicos brasileiros ocorreram em virtude de fatores como políticas

públicas, iniciativas da academia, evolução de incubadoras, vocação industrial e oportunidades de mercado (Abreu et al, 2016).

Assim, observa-se que:

Os Parques Tecnológicos são instituições que se localizam na fronteira de dois mundos distintos, pois pretendem disponibilizar espaços que abrigam simultaneamente empresas de bases tecnológicas e inovadoras, reguladas pela lógica de mercado; e instituições de fomento, pesquisa, ciência e tecnologia que possuem políticas relacionadas à educação e produção do conhecimento científico. São experiências distintas, com culturas e hábitos diferentes que irão conviver no mesmo espaço de desenvolvimento, mas principalmente deverão estabelecer um ambiente de integração e cooperação. Vencer este paradigma de conflitos entre o acadêmico e o empresarial é o primeiro desafio para a implantação de Parques Tecnológicos (Zammar et al, 2010).

Ainda com o objetivo de potencializar as parcerias do ambiente acadêmico e do setor produtivo dos Parques, vale lembrar que em 2004 através da Lei nº10.973, regulamentada pelo Decreto nº 5.563/2005, a Lei da Inovação cria os Núcleos de Inovação Tecnológica - NITs, observando que:

A decisão em se formar os NITs ocorre a partir da constatação do governo de que muitas pesquisas tecnológicas não chegavam ao setor produtivo. Diante disto o governo passa a colaborar com institutos de pesquisa e universidades para proporcionar treinamento especializado ao núcleo e provê-lo dos recursos necessários ao seu funcionamento (Melo, 2014).

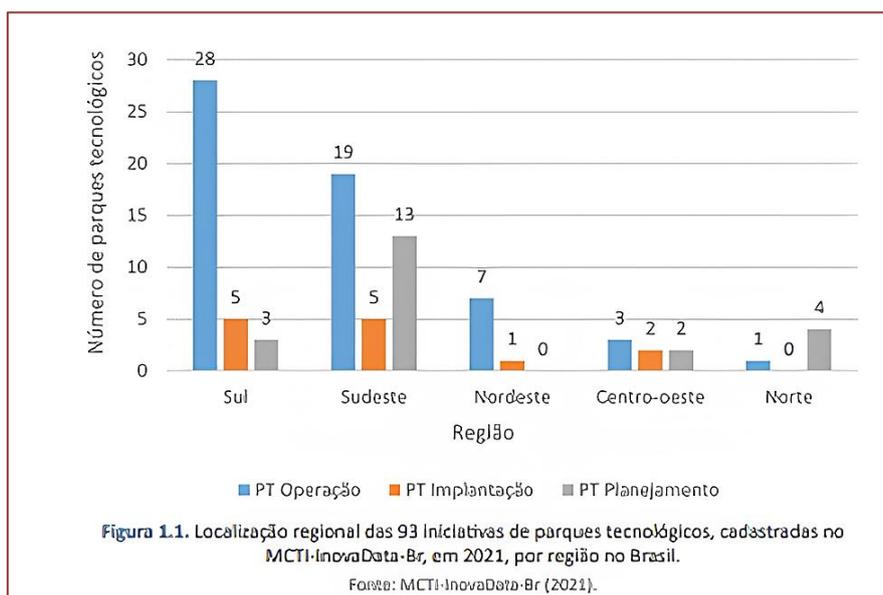
Neste cenário os NITs assumem a responsabilidade de representar a universidade nas negociações de transferência de tecnologia. Pois entendessee que:

Segundo o International Association of Science Parks and Areas of Innovation (IASP) (2017), um Parque Tecnológico é um complexo administrado por profissionais de diversas áreas, cujo objetivo é aumentar a competitividade e cultura de inovação da comunidade no qual o mesmo está inserido. Estimulando a criação de empresas spin-off, startups, incubadoras, transferência de conhecimento entre instituições de ensino e pesquisa, com infraestrutura de alta qualidade (Maioli et al, 2023).

As transformações diante dos novos cenários em relação a novas políticas públicas e os ciclos econômicos beneficiaram o entendimento da importância da presença de Parques Tecnológicos no país, consolidando e estruturando um ambiente inovador e colaborativo que beneficia toda a população em seu entorno.

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação - MCTIC, com o objetivo de monitorar quantitativa e qualitativamente os Parques Tecnológicos, lança a plataforma MCTI-InovaData Br, permitindo o acompanhamento em tempo real dos Parques (Fig.1).

**Figura 1:** Localização regional das 93 iniciativas de parques tecnológicos, cadastradas no MCTI-InovaData-Br, em 2021, por região dos Brasil



Fonte: MCTI-InovaData-Br (2021).

## 2.1. MAPEAMENTO CIENTÍFICO

Os parques tecnológicos são considerados ambientes onde acontecem a propagação de produtos que são comercializados no mercado que tem como finalidade a promoção de emprego, proporcionar a criação e o fortalecimento de novas startups no mercado de base tecnológica; divulgação da cultura e o empreendedorismo como também a transferência de tecnologia de conhecimento e de tecnologia entre os stakeholders que encontram inseridos no percurso de inovação (Löfsten; Lindelöf, 2002; Vedovelo; Judice; Maculan, 2006).

Os dados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação - MCTIC até o ano de 2021, apontam o crescimento contínuo de áreas como a Tecnologia da Informação, Biotecnologia, Economia Criativa e Agronegócio, comprovando a abertura de novas formas de empreendedorismo de base tecnológica.

Esses ambientes são empreendimentos promotores da cultura da inovação, competitividade e aumento da capacitação empresarial, cujo objetivo é auxiliar a produção de riqueza de uma região, com a finalidade de proporcionar a forma mais eficaz de sobreviver no mundo atual dos negócios (Correia, 2010).

A estratégia de utilização de Parques Tecnológicos para fomento da ciência, inovação e tecnologia no seio da sociedade, se traduz assim como importante ferramenta social, política e econômica, com alcance regional, nacional e até internacional. Uma vez que ela pode influenciar o desenvolvimento sustentável, em qualquer agrupamento social, pois parte de estudos e experimentos científicos práticos.

Assim, o incentivo para criação de novos parques tecnológicos é um importante meio para o desenvolvimento tecnológico, social e econômico, pois estimula o diferencial mercadológico, e promove a competitividade em todos os âmbitos produtivos.

## 2.2. VANTAGENS COMPARATIVAS

Os Parques Tecnológicos, em todo o mundo, estabelecem parcerias entre empresas, governo e universidades, para o estímulo ao desenvolvimento econômico através da pesquisa e tecnologia.

Apesar das diferentes especialidades em relação aos tipos de parcerias que os Parques adotam em todo o mundo, observa-se que 55%, até os dados de 2013, eram de propriedade pública.

Dessa forma, é preciso que o país desenvolva políticas públicas e privadas para alcançar equilíbrio na economia como um todo, e os governos regionais e locais devem desempenhar papel primordial, de tal modo que se tornem facilitadores da criação dessas instituições no país (Correia et al., 2012, apud Cruz et al., 2022).

Portanto, fica evidente que o governo desempenha um papel crucial para o avanço dos Parques Tecnológicos no Brasil e no mundo, pois atua como um agente facilitador na promoção de colaboração e parcerias entre as instituições de ensino e empresas privadas.

Os parques tecnológicos precisam existir de forma eficiente, pois eles são os principais responsáveis para o desenvolvimento econômico e tecnológico, dessa forma, quando existe um investimento de boa qualidade é possível fazer diversas pesquisas científicas de modo que seja possível realizar algo inovador.

## 2.3. DESAFIOS A INOVAÇÃO

Apesar de todo empenho e políticas desenvolvidas para criação de Parques Tecnológicos no Brasil, ainda há muitos desafios estruturais para que de fato, ele possa desempenhar o seu papel como instituição social e economicamente transformadora.

Observa-se a necessidade no Brasil de implementar políticas públicas que garantam a execução orçamentária indispensável para a segura implementação dos Parques Tecnológicos, permitindo que desempenhem efetivamente seu papel estratégico na economia. Outro desafio ainda presente é que:

Percebe-se que no caso brasileiro, os projetos de parques se distribuem de forma diferenciada. Cerca de 40% estão localizados em cidades grandes (com mais de 500 mil habitantes), repetindo a experiência internacional. A participação das cidades de porte médio (entre 100 e 500 mil habitantes) é também expressiva, atingindo outros 40% (Oliveira, 2019).

Desta forma, nota-se ainda uma problemática geográfica relacionada ao acesso de pequenas cidades aos Parques Tecnológicos, por fatores de localização que inviabilizam sua instalação em lugares que não possuam atividades ligadas ao ensino superior. Outros

pontos que também apresentam desafios para o desenvolvimento dos parques são em relação à infraestrutura e recursos financeiros.

Além da localização, financiamento e infraestrutura como desafios enfrentadas pelo Brasil para a implementação de Parques Tecnológicos podemos mencionar também:

Segundo Bellavista e Sanz (2009), em pesquisa realizada pela Iasp em 2007 com uma amostra de 77 de seus 268 membros, foram elencados cinco fatores críticos de sucesso para um parque tecnológico. A saber: imagem/prestígio do parque, localização, ligação com universidades e institutos de pesquisa, suporte institucional e demanda local. [...]Outros pontos citados como fatores que afetam o desempenho e a competitividade dos parques são: a qualidade geral das empresas residentes, o número e a qualidade dos serviços oferecidos e a diferenciação da região do parque em relação às adjacentes (Abreu et al, 2016).

Dessa maneira, é possível notar que diversos elementos podem influenciar o progresso dos Parques, incluindo fatores de competitividade relacionados à qualidade das empresas associadas a eles. Diante deste cenário, onde as presenças de vários sujeitos se interligam para garantir a eficácia dos trabalhos desenvolvidos no parque, não podemos deixar de citar fatores de governança como pontos críticos que merecem também cuidado e atenção.

Diante dos desafios apresentados, em um ambiente em comum onde há atuação de vários atores como é o caso de habitats de inovação exige-se uma estrutura de governança que estabeleça critérios comuns a todos os envolvidos de forma democrática e colaborativa (Gonçalves, 2023).

A superação de tais problemáticas para a busca da consolidação eficaz de Parques em todo o território brasileiro ainda é um grande desafio à inovação, pois a grande diversidade de dinâmicas, talentos e demandas do mercado, dentro do país dificulta o acesso e seu desenvolvimento de forma igualitária.

## **2.4. INCENTIVOS FINANCEIROS**

Os incentivos financeiros para os parques tecnológicos, ocorrem por meio dos programas governamentais de transferência de recursos orçamentários como o Plano Plurianual – PPA, a Lei de Diretrizes Orçamentárias – LDO e a Lei Orçamentária Anual - LOA. Os parques deverão obedecer a diretrizes para terem acesso aos recursos. Outra fonte de investimento financeiro possível aos parques são os investimentos através de parcerias internacionais:

A natureza jurídica do Parque interfere diretamente na ação, nas propostas e projetos. Parques que estão vinculados ao governo devem utilizar a Lei Federal nº 13.243/2016, de 11 de janeiro de 2016 (governo Federal, Estadual e Municipal) e o Decreto Federal nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018 (apenas para o governo Federal) para esta estratégia (Nogueira, 2020).

Assim, é necessário que os Parques criem estratégias de captação de recursos financeiros que viabilizem seu desenvolvimento, apesar dos desafios estruturais e regionais que possam afetar seu desempenho.

A necessidade de desenvolver um documento federativo abrangente que guie toda a comunidade, independentemente de seu caráter acadêmico ou não, no acesso a informações essenciais para a concepção de parques tecnológicos. Esse documento deve proporcionar uma visão abrangente das oportunidades que o governo já dispõe como estímulo ao desenvolvimento tecnológico.

Além disso, sua estrutura pode incluir diretrizes que incentivem os interessados a refletirem sobre a viabilidade da instalação do parque em sua região, considerando a estrutura social e econômica circundante. Esse documento pode ser concebido de maneira a guiar passo a passo, desde a pesquisa de viabilidade até o planejamento estratégico e a execução para a implementação do parque. Também é possível prever orientações sobre a necessidade de uma equipe qualificada em funções específicas para garantir sua eficaz execução.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante da complexidade inerente aos desafios estruturais, regionais, sociais, econômicos, geográficos e financeiros, é vital compreender que a implementação eficiente de parques desempenha um papel crucial no estímulo ao crescimento socioeconômico em suas proximidades.

A capacidade de enfrentar esses desafios requer uma abordagem proativa e estratégica na concepção e gestão desses empreendimentos. Assim, no âmbito dos parques tecnológicos do futuro, torna-se imperativo adotar uma abordagem metódica e integrada, utilizando um documento federativo único como guia.

Ao antecipar os desafios e conceber métodos eficazes de angariação de recursos, os parques tecnológicos poderiam garantir não apenas sua sobrevivência, mas também o florescimento contínuo. Essa abordagem estratégica contribuiria não apenas para a viabilidade inicial, mas também para a sustentabilidade a longo prazo, promovendo a inovação, a geração de empregos e o desenvolvimento econômico nas regiões circunvizinhas.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, Isabela Brod Lemos de et al. Parques tecnológicos: panorama brasileiro e o desafio de seu financiamento. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 45, p. 99-154, jun. 2016.
- [2] CORREIA, Ana Maria Magalhães. **Potencialidades e limites para o desenvolvimento econômico e inovativo local: uma análise comparativa em parques tecnológicos da região nordeste**. 2010. 279f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- [3] GONÇALVES, Luana de Freitas; MORÉ, Rafael Pereira Ocampo. Governança Colaborativa para o fortalecimento da interação da Universidade e Parques Tecnológicos. **XXI Colóquio Internacional de Gestão Universitária**, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/243935>. Acesso em 02 de novembro de 2023.
- [4] LÖFSTEN, Hans; LINDELÖF, Peter. Science Parks and the growth of new technology-based firms—academic-industry links, innovation and markets. **Research policy**, vol. 31, n° 6, p. 859-876, 2002.
- [5] MAIOLI, S. F. V.; SILVA, L. C. S. **O Processo de Implementação do Parque Tecnológico Internacional na região fronteira do Brasil e Paraguay**. P2P e INOVAÇÃO, Rio de Janeiro, vol. 9, n° 2, p. 293-311, 2023.
- [6] MELO, Rita de Cássia Nonato. **Parques tecnológicos do estado de São Paulo: incentivo ao desenvolvimento da Inovação**. 252 f. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2014.
- [7] NOGUEIRA, Zizete Falcão. **Guia de captação de recursos para parques tecnológicos**. 2020. 61 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2020.
- [8] OLIVEIRA, Patrícia Simões de. **A política de desenvolvimento da biotecnologia no Brasil e o papel estratégico dos parques tecnológicos para o progresso da bioindústria**. 591f. 2009. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

# Capítulo 6

## *Ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais no desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro*

*Edson Oliveira da Cruz<sup>1</sup>*

*Gustavo do Nascimento Silva<sup>2</sup>*

*Caio Cesar Fernandes de Almeida<sup>3</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>4</sup>*

*Felipe Macedo Zumba<sup>5</sup>*

**Resumo:** Este artigo discute a crescente importância do espaço sideral para a defesa e segurança dos Estados, especialmente após a Corrida Espacial durante a Guerra Fria. Destaca-se o interesse do Brasil no espaço, exemplificado pelo desenvolvimento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). O estudo apresenta uma visão geral do programa espacial brasileiro, desde sua origem na década de 1960 até sua transição para uma iniciativa internacional, enfrentando desafios como barreiras tecnológicas e financeiras. A colaboração internacional é destacada como um aspecto crucial, trazendo benefícios como o desenvolvimento de satélites conjuntos. O artigo também enfatiza a importância de investimentos em tecnologias-chave, modernização logística e educação para o futuro do programa espacial brasileiro. Parcerias público-privadas e colaborações internacionais são identificadas como elementos essenciais para posicionar o Brasil como um participante relevante na exploração espacial global.

**Palavras-chave:** Espaço sideral; Programa espacial; Colaboração internacional; Tecnologias-chave.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>5</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A importância crescente do espaço sideral no contexto global, especialmente após o advento da Corrida Espacial durante a Guerra Fria após a produção de tecnologias de alta complexidade durante esse período, ampliou significativamente as possibilidades de atuação dos atores internacionais no espaço. Atualmente, a posse de artefatos no espaço sideral desempenha um papel crucial na defesa, segurança e capacidade de persuasão de um Estado (Roberta apud Berto, 2023).

Pode-se observar que os Estados que desenvolvem atividades no espaço exterior têm adquirido grau elevado de segurança e dissuasão perante o sistema global, e o impacto militar e de segurança dessas atividades espaciais pode ser visto como um dos resultados dessa investida aeroespacial (Cepik, 2015).

De acordo com a literatura especializada, a órbita geoestacionária se destaca como um ponto de grande importância estratégica na proximidade da Terra. Esta posição oferece uma cobertura extensiva para o mapeamento da superfície terrestre, permanecendo constante sobre um ponto específico que segue a rotação do planeta. Nesse sentido, o Satélite brasileiro chamado Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) é um exemplo que está sob essa órbita.

O espaço sideral costumava ser visto como uma extensão do espaço aéreo terrestre. Isso levou ao desenvolvimento de teorias limitadas e relativamente recentes sobre o espaço, com falta de consenso. Muitas vezes, teorias geopolíticas são aplicadas ao domínio aeroespacial, incorporando elementos como poder aéreo, marítimo e terrestre (Machado, 2011).

É possível notar que o uso civil do espaço abrange diversas finalidades, desde a expansão do acesso à internet em áreas remotas até a monitorização meteorológica.

Dessa forma, para elucidar o posicionamento do Brasil na hierarquia de poder no sistema internacional, alguns autores podem fornecer esclarecimentos valiosos nesse contexto.

Diante disso, segundo Barry Buzan, de princípio pode-se dizer sobre as Potências, que elas são, em grande parte, pelo que lhes é atribuído, não só a si próprias, mas pelo que os demais Estados vão atribuir a si. Portanto, não são só os meios materiais que determinam suas condições como potências, mas sim, como o Estado “A” é visto pelos demais Estados que compõem o sistema.

Outros estudiosos que abordam o tema das potências regionais incluem Robert Stewart-Ingersoll e Derick Frazier. Eles argumentam que para avaliar se um Estado é uma potência regional, é crucial examinar a estrutura do sistema regional, as relações de poder internas e a influência que o Estado exerce. Além disso, é importante considerar o comportamento demonstrado pelos aspirantes a potências (Ingersoll; Frazier, 2012).

Tanto o Mercosul quanto a União de Nações Sul-Americanas (Unasul) exemplificam os significativos empenhos liderados pelo Brasil na busca pela integração regional, com uma ênfase clara no fortalecimento da autonomia e na redução da dependência externa como objetivos principais (Portales *et al.*, 2014).

Dessa forma, com o intuito de compreender o ambiente internacional em que o Brasil e os demais países sul-americanos estão inseridos quando o assunto é política espacial.

Segundo André (2006), desde os anos 30, havia um lento progresso na construção e pesquisa aeronáutica e somente durante o regime militar (1964-1985) que o campo aeroespacial recebeu mais atenção por parte do governo, levando ao surgimento e fortalecimento de várias instituições como o CTA, o ITA, o INPE, a Embraer, programas como Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), Veículo Lançador de Satélites (VLS) e o satélite de sensoriamento remoto CBERS (cooperação Brasil-China).

Tecnologias sensíveis, conforme definido por Waldimir Longo e William Moreira (2009), são aquelas que um país ou grupo de países decide restringir o acesso por um período determinado, geralmente por motivos de segurança. Essas tecnologias resultam em produtos que têm sensibilidade e/ou uso em contextos militares e civis.

Os Estados enfrentam diversas restrições tecnológicas impostas por aqueles que detêm o domínio, o que limita sua capacidade de liderança na produção de material espacial. De acordo com Waldimir Longo e William Moreira (2009), "desde o final da Segunda Guerra Mundial, os países líderes no desenvolvimento científico e tecnológico têm restringido o acesso de terceiros a tecnologias e produtos que consideram sensíveis" (Longo; Moreira, 2009, p.74). Como resultado, os Estados que não possuem essas tecnologias sensíveis acabam ficando dependentes daqueles que as detêm.

O Brasil precisa adquirir expertise em áreas como imageamento, sistemas de posicionamento global, comunicações seguras, veículos lançadores e controle do espaço aéreo sobre seu território e águas jurisdicionadas para alcançar a independência tecnológica indispensável à sua soberania. Essa necessidade, assim como os desdobramentos estratégicos associados, está delineada no Cenário de Defesa brasileiro para o período de 2020 a 2039 (Brasil, 2017).

A pesquisa tem como objetivo analisar as capacidades do Brasil no âmbito do poder espacial, especialmente em superar as barreiras tecnológicas impostas por potências regionais. Para estender o papel internacional do Brasil nesse contexto, é essencial considerar alguns conceitos que esclareceram a proposta da pesquisa.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No embasamento teórico, destaca-se como a literatura respalda os conceitos deste estudo, incluindo arranjos produtivos, vantagem competitiva, o Modelo do Diamante de Porter e cadeias globais de suprimentos, bem como a atuação de clusters comparáveis.

O autor visa traçar a evolução cronológica do conceito de cluster até sua análise, considerando o atual estágio de desenvolvimento da indústria brasileira. O propósito é facilitar a posterior comparação desse cluster com outros semelhantes.

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1. ARRANJOS PRODUTIVOS E O CLUSTER AEROESPACIAL BRASILEIRO**

A ideia central de Arranjos Produtivos (AP) parte do pressuposto de que, ao buscar um desempenho competitivo aprimorado, as empresas devem direcionar sua competitividade para as interações entre empresas, outras instituições e o mercado, em vez de se concentrarem exclusivamente na empresa individual e em seus recursos e estratégias.

O Cluster Aeroespacial Brasileiro, ao longo de seus 15 anos de existência, tem constantemente buscado consolidar a cadeia produtiva aeroespacial e de defesa no Brasil, mantendo uma sólida interface internacional. Através da união das empresas do setor em uma extensa rede de colaboração, o Cluster promove a competitividade tanto no mercado local quanto global, fortalecendo os negócios de todas as dimensões (Nunes, 2021).

O mesmo relata que o setor aeroespacial não pode ser discutido sem abordar a pandemia de Covid-19. Inesperada e impactante em todos os setores econômicos, o coronavírus exerceu uma influência decisiva no setor aeroespacial. De acordo com dados da consultoria Bain & Company, os efeitos da pandemia devem persistir em todo o segmento até 2023.

O Cluster desempenha um papel crucial na minimização desses impactos por meio de ações coletivas e coordenadas, envolvendo toda a cadeia, instituições públicas e privadas, e governos.

Pesquisas indicam que os Arranjos Produtivos, ao capitalizarem as sinergias resultantes de sua integração, têm fortalecido as chances de sobrevivência e expansão desses empreendimentos, tornando-se uma fonte significativa de vantagens competitivas sustentáveis.

A participação ativa nesses APs tem ajudado empresas, especialmente as de pequeno e médio porte (MPMEs), a superar barreiras conhecidas ao crescimento, aprimorar eficiência na produção e expandir a comercialização de seus produtos em mercados nacionais e internacionais (Lastres, 2004).

Diante do crescente interesse, identificou-se a necessidade de aprofundar a compreensão desse modelo de organização industrial e de como ele pode impulsionar a competitividade das empresas.

No Brasil, a maioria das importações de bens tecnológicos destina-se ao consumo interno, diferentemente de países com uma significativa participação de retorno, nos quais as importações são empregadas para agregar valor às exportações (Callegari, 2016).

Apesar dos fatores macroeconômicos em nosso país, existem desafios logísticos que precisam ser superados para alcançar resultados favoráveis para o cluster brasileiro.

### **3.2. OS PROGRAMAS ESPACIAIS DO BRASIL**

O desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro teve início na década de 1960. Em termos institucionais, o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE) foi estabelecido em 1961, com o objetivo de coordenar as atividades do setor, vinculado ao Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq (Cepik, 2015).

O mesmo diz que a coordenação das atividades espaciais é realizada por meio do Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais (SINDAE), estabelecido por decreto em julho de 1996. Esse sistema designa a AEB como órgão central e responsável pela coordenação geral.

A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), instaurada pelo Decreto n.º 1.332 em 8 de dezembro de 1994, definiu metas e diretrizes para programas e projetos nacionais na área espacial. O Programa Nacional de Atividades

Espaciais (PNAE) é o principal instrumento de planejamento e programação em períodos decenais, sendo a AEB responsável por suas atualizações (Cepik, 2015).

Segundo Cepik, Conforme a Política Espacial Brasileira, o desenvolvimento e expansão do Programa Espacial dependem de parcerias nacionais estabelecidas com ministérios, secretarias e agências, que podem financiar projetos de interesse nacional. O financiamento para ações de incentivo à ciência, tecnologia e inovação provém do Fundo Espacial, criado nos anos 2000, bem como de recursos de fomento e linhas de crédito regulares do CNPq, Finep e fundações.

### **3.3. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: UM PANORAMA**

O programa espacial brasileiro começou na década de 1960 com a fundação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Centro Técnico Aeroespacial (CTA).

Inicialmente, o Brasil dependia de parcerias internacionais, como os Estados Unidos, para avançar no setor espacial. Esta dependência refletiu-se na utilização de foguetes e de tecnologia estrangeira para lançar satélites e desenvolver pesquisas espaciais.

No entanto, ao longo das décadas o país assistiu a uma transição notável de um programa espacial essencialmente doméstico para uma iniciativa mais internacional. Esta mudança fundamental deve-se a uma série de fatores, incluindo a crescente importância das atividades espaciais no cenário mundial.

Após um período inicial, a partir de 1961, dedicado à formação de cientistas em ciências espaciais e à implantação de uma infraestrutura física na forma de institutos de pesquisa e centros de lançamento, como o da Barreira do Inferno, em Natal/RN, o primeiro esboço de um programa espacial é delineado, em 1979, na Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Previa-se a construção de dois satélites de coleta de dados e dois de observação da Terra.” (Carvalho, 2011).

O texto "Space Activities in Brazil: From a National to an International Effort" destaca que a internacionalização do programa espacial brasileiro foi impulsionada por várias motivações:

**Acesso a recursos e tecnologias avançadas:** Para competir efetivamente no espaço, o Brasil reconheceu a importância de acessar tecnologias, conhecimentos e recursos que eram inacessíveis internamente. A cooperação internacional permitiu ao país adquirir know-how e expertise no desenvolvimento de satélites e tecnologia espacial.

**Parcerias estratégicas:** A formação de parcerias estratégicas com outros países, como a China, permitiu ao Brasil expandir suas capacidades de lançamento, reduzindo a dependência de tecnologia estrangeira e garantindo uma base sólida para suas atividades espaciais.

**Oportunidades de cooperação científica:** A internacionalização do programa espacial também possibilitou uma colaboração mais estreita em pesquisas científicas com outros países. Isso impulsionou o avanço das ciências espaciais no Brasil.

### 3.4. DESAFIOS ENFRENTADOS

A transição do programa espacial brasileiro para uma iniciativa internacional não foi isenta de desafios. A cooperação internacional no espaço envolveu a necessidade de superar diversas barreiras, incluindo:

- a) Barreiras tecnológicas: O desenvolvimento de satélites e lançadores espaciais requer conhecimentos avançados em engenharia e tecnologia. O Brasil precisou investir significativamente em pesquisa e desenvolvimento para atingir padrões globais.
- b) Barreiras financeiras: As atividades espaciais são caras. O investimento substancial em infraestrutura e pesquisa foi necessário para acompanhar a evolução do programa.
- c) Barreiras burocráticas: A cooperação internacional em atividades espaciais envolve complexas negociações, acordos e regulamentações. Superar barreiras burocráticas exigiu uma abordagem estratégica e compromisso.

Por um lado, o caráter dual (civil-militar) do foguete lançador afastou a parceria internacional, o que acarretou inúmeros atrasos no projeto. Por outro, ainda que lento por falta e descompasso nos investimentos de recursos, o avanço do desenvolvimento do primeiro satélite apontava para a necessidade de se dissociarem as datas de lançamento de satélites com as de desenvolvimento dos foguetes (Carvalho, 2011).

### 3.5. BENEFÍCIOS DA COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

A internacionalização do programa espacial brasileiro trouxe benefícios significativos para o país:

- a) Desenvolvimento de satélites conjuntos: O Brasil, em parceria com outros países, desenvolveu satélites notáveis, como o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS).

Esses projetos conjuntos não apenas aumentaram as capacidades tecnológicas do Brasil, mas também abriram portas para a exploração de novas aplicações e mercados no espaço.

- b) Cooperação científica: A cooperação internacional permitiu ao Brasil contribuir com pesquisas espaciais de ponta e fazer parte de missões científicas de relevância global.

No setor espacial, em geral, as oportunidades encontram-se tanto no fornecimento de informações e serviços quanto no fornecimento de plataformas espaciais, equipamentos para satélites, estações terrenas e centros de controle, satélites completos, equipamentos para mercado de consumo (receptores GPS, TV e rádio digital, etc.) e serviços de lançamento (Carvalho, 2011).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa Espacial Brasileiro, fica claro que o país está em um momento crucial para definir seu papel no cenário aeroespacial global. A colaboração intensiva entre governo, setor privado e instituições acadêmicas surge como um pilar fundamental para impulsionar a inovação e fortalecer a posição do Brasil como um ator relevante internacionalmente.

Parcerias público-privadas bem estruturadas têm o potencial de dinamizar o desenvolvimento tecnológico, promovendo sustentabilidade e viabilidade econômica das iniciativas aeroespaciais. A ampliação das colaborações internacionais, especialmente com países de expertise complementar, representa uma estratégia inteligente para acelerar o desenvolvimento espacial.

A definição de metas claras, investimentos concentrados em tecnologias-chave e a modernização logística, incluindo centros de lançamento eficientes, são cruciais para a conquista da independência tecnológica e superação de obstáculos operacionais.

A educação desempenha um papel central. Investir em programas educacionais desde as etapas iniciais é um passo crucial para formar uma nova geração de profissionais capacitados, essenciais para o crescimento contínuo do setor.

Assim, as perspectivas para o futuro do programa espacial brasileiro apontam para uma visão estratégica, ações colaborativas e investimentos direcionados, colocando o Brasil em uma trajetória de destaque na exploração espacial global. O futuro está diante de nós, pronto para ser desbravado com determinação e cooperação.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, Israel de Oliveira; FRANCO, Luiz Gustavo Aversa. **Desnacionalização da Indústria de Defesa no Brasil: Implicações em aspectos de autonomia científico-tecnológica e soluções a partir da experiência internacional**. 2016.
- [2] BERTO, Vanessa Redel Dal. **A América do Sul frente às barreiras Tecnológicas: O papel do Brasil no Desenvolvimento de um programa Espacial Regional e Autônomo**. 138f. Tese de Doutorado. Universidade Nova Lisboa, 2023.
- [3] BRITTO, J. **Arranjos produtivos locais: perfil das concentrações de atividades econômicas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2004.
- [4] BUZAN, Barry; WAEVER, Ole. **Regions and Powers: The Structure of International Security**. 2013. Disponível em: <https://ir101.co.uk/wp-content/uploads/2018/11/BuzanWaever-2003-Regions-and-Powers-TheStructure-of-International-Security.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2023.
- [5] CEPIK, Marco. **Espaço e Relações Internacionais**. 2015. Disponível em: [https://professor.ufrgs.br/marcocepik/files/cepik\\_et\\_al\\_2015curso\\_espaço\\_ri\\_caderno\\_estudos.pdf](https://professor.ufrgs.br/marcocepik/files/cepik_et_al_2015curso_espaço_ri_caderno_estudos.pdf). Acesso em: 03 de outubro de 2023.
- [6] CEPIK, M.; MACHADO, F. O Comando do Espaço na Grande Estratégia Chinesa: Implicações para a Ordem Internacional Contemporânea. **Carta Internacional**, vol. 6, n.º.2, p. 112-131, 2011.
- [7] DE OLIVEIRA MATOS, Patrícia. Geopolítica e programa espacial brasileiro: da busca pela autonomia ao acordo de salvaguardas tecnológicas. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, vol 13, n.º. 25, 2021.
- [8] DURÃO, Otavio Santos Cupertino; CEBALLOS, Décio Castilho. Desafios Estratégicos Do Programa Espacial Brasileiro. **Desafios Do Programa Espacial Brasileiro**, p. 41-58, 2011.

- [9] HARADA, Marcio Akira. Análise do impacto da certificação no processo de transferência de tecnologia: estudo de caso da certificação no veículo suborbital vsb-30 para o programa espacial brasileiro. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola Nacional de Administração Pública (Enap), 2019.
- [10] HOBHOM, S. **Small and Medium-Sized Enterprises in Economic Development. The UNIDO Experience, 2013.** Disponível em: <http://www.sesric.org/files/article/157.pdf>. Acesso em: 17 de novembro de 2023.
- [11] INGERSOLL, Robert Stewart; FRAZIER, Derrick. Regional Powers and Security Orders: A Theoretical Framework. **Routledge**. London, 2012.
- [12] MACHADO, Felipe da Silva. **O comando do espaço na grande estratégia chinesa: teoria, projetos e análises de capacidades atuais. 2011.** Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/40274/000826885.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 3 de outubro de 2023.
- [13] NUNES, Marcelo. CLUSTER AEROESPACIAL BRASILEIRO-15 ANOS DE HISTÓRIA. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, vol. 1, nº 4, p. 1-6, 2021.
- [14] PORTALES, Carlos; SANAHUJA, José; TUSSIE, Diana et al. **El hemisfério en transformación: Regionalismo, multilateralismo y políticas exteriores en un entorno cambiante. 2014.** Disponível em: <http://www.cries.org/wp-content/uploads/2014/06/PP-39-web.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2023.
- [15] Programa Nacional de Atividades Espaciais : PNAE : 2022-2031. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/politicaorganizacoes-programa-e-projetos/programa-nacional-de-atividades-espaciais>. Acesso em: 03 de outubro de 2023.
- [16] PORTER, M. E. et al. Aerospace Cluster in the Toulouse Region. **Harvard Business School**. Boston, 2013.
- [17] SCATOLIN, Vivian. **O Brasil em busca do domínio da tecnologia aeroespacial.** Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/13408>. Acesso em 03 de outubro de 2023.

# Capítulo 7

## *Apoio a arranjos produtivos locais articulados com institutos e centros vocacionais tecnológicos*

*Rafael Cristian Mauricio de Oliveira Fernandes<sup>1</sup>*

*Allan Crystyan Santana do Nascimento<sup>2</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>3</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>4</sup>*

**Resumo:** Os arranjos produtivos locais (APLs) e sua conexão com institutos e centros tecnológicos contribuem para a promoção do desenvolvimento econômico e a inovação. Destaca-se a colaboração entre empresas, especialmente as pequenas e médias empresas (PMEs), dentro dos APLs para aumentar a competitividade. O documento também discute a importância da integração entre aprendizado e trabalho. Além disso, enfatiza-se a necessidade de políticas e investimentos para fortalecer a conexão entre academia e mercado de trabalho, bem como a importância da formação de recursos humanos qualificados. O documento também menciona a importância da inovação e da pesquisa científica para o desenvolvimento econômico e destaca a necessidade de recursos regulares para garantir a continuidade dessas atividades. Contudo, o documento aborda a importância da colaboração, da integração entre aprendizado e trabalho, da formação de recursos humanos qualificados e da inovação para promover o desenvolvimento econômico e a competitividade.

**Palavras-chave:** Arranjos produtivos locais; Institutos e centros tecnológicos; Inovação; Desenvolvimento econômico; Colaboração.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio

<sup>3</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

No processo contemporâneo de reconstrução produtiva global, conforme evidenciado por diversos estudos empíricos realizados nos últimos anos, visualiza-se a criação de várias formas de colaboração entre empresas. O resultado desta ação, tem sido visualizado através da externalização de atividades por grandes empresas, e um fortalecimento da participação das micro e pequenas empresas (MPEs) em aglomerações produtivas (Naretto *et al*, 2004).

Os estudos realizados por meios processos baseados em experiências vivenciadas pelas organizações, tem proporcionado uma integração mútua entre as empresas, desta forma, viabilizado várias oportunidades de produtos e serviços como também formalização dos seus negócios.

No Brasil, entende-se que as políticas de apoio a arranjos produtivos locais têm sido imprescindíveis para a condução da discussão do processo industrial nacional. No entanto, esse processo remete ao final do século XIX e nesse período, a produção manufatureira tinha uma relevância especial em setores caracterizados por tecnologia incipiente, como alimentação, bebidas e vestuário (Xavier, 2020).

Ainda, segundo o autor, após a primeira guerra mundial muitos setores foram impulsionados, porém, ainda de pequeno porte tecnológico. Dessa forma, tratando-se do desenvolvimento da indústria brasileira, principalmente após a segunda guerra mundial, observa-se um aumento significativo das atividades econômicas no país devido à política de substituição de importações.

O cenário tornou-se evidência na criação de uma estrutura institucional de apoio e incentivo, que como princípio a fundação de Centro Brasileiro de Assistência Gerencial à Pequena e Média Empresa (SEBRAE) na década de 70, que posteriormente evoluiu para o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE em 1990 (Silva; Botelho, 2017).

O processo de CT&I é, na verdade, muito mais complexo e não linear, onde elementos de pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento tecnológico frequentemente se entrelaçam e influenciam uns aos outros de maneira imprevisível. Nesse cenário, a inovação desempenha um papel fundamental, pois muitas vezes resulta da combinação criativa de conhecimentos e técnicas de várias disciplinas, rompendo com a ideia tradicional de progressão linear. Portanto, reconhecer a não linearidade e a importância da inovação no campo da CT&I é essencial para compreender e promover o avanço das sociedades modernas, onde a interconexão de ideias e disciplinas desempenha um papel crucial no desenvolvimento tecnológico e na resolução de desafios complexos.

Atualmente, no primeiro quadrimestre de 2022 foi registrado a abertura de 1.3 milhão de empresas no país, segundo o boletim do Mapa das Empresas, referente a este período. O documento foi publicado pela Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade do Ministério da Economia (SEPEC/ME). Além disso, segundo a mesma ferramenta, as micro e pequenas empresas representam 99% do total das empresas brasileiras, e elas são responsáveis por 62% dos empregos e por 27% do Produto Interno Bruto (PIB) (De Souza, 2023).

A inovação não apenas impulsiona o crescimento econômico, mas também reconfigura a maneira como abordamos a pesquisa e o desenvolvimento, enfatizando a importância da aplicação prática do conhecimento desde o início do processo. Isso é

particularmente relevante para países como o Brasil, que buscam fortalecer sua capacidade inovadora e impulsionar o desenvolvimento econômico.

Pensando nisso, os países com Ciência, tecnologia e inovação consolidados, possuíam no início de suas transformações produtivas um nível educacional, a fim de consolidar a ciência, um mercado consumidor, para gerar demanda e a integração regional com o objetivo de consolidar a cultura comercial, diferente do cenário brasileiro na época (Vagas, 2001).

Neste sentido, os Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) possuem um papel fundamental de sustentar o arranjo produtivo daquela região onde o instituto se encontra, conforme discutido por Veugelers em 2016.

O autor afirma que os ICTs têm sido objetos de debates públicos e políticos de grande relevância, especialmente quando se consideram os impactos que ultrapassam a mera prestação de ensino superior à próxima geração. Com isso, a transferência do conhecimento das universidades para as empresas desempenha uma grande relevância no estímulo ao crescimento econômico ao passar do tempo.

Contudo, é inegável que o conhecimento desempenha um papel central no impulsionamento das economias contemporâneas, especialmente considerando o cenário atual, em que a inovação se torna praticamente uma necessidade para a manutenção da competitividade.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS:**

O novo paradigma industrial emergente, marcado pela flexibilidade das empresas, impulsionou uma nova configuração geográfica da população em escala global, originando os novos espaços produtivos e ampliando a relevância do território na dinâmica do desenvolvimento.

Em decorrência disso, o uso de tecnologias flexíveis permitiu às empresas produzirem uma variedade de produtos com rapidez e eficiência, e graças a essa flexibilidade as empresas reduziram seus custos e aumentaram sua competitividade levando assim a este novo cenário produtivo (Costa, 2010).

Nesse contexto, tornou-se evidente que a presença de alguns fatores que, exercem influência direta na competição entre as empresas e, por conseguinte, no desenvolvimento local. Assim, notou-se que indicadores econômicos, políticos, institucionais e estruturais específicos de cada localidade poderiam acarretar mudanças no setor empresarial.

Neste contexto, tornou-se importante ressaltar que a partir deste momento teve relevância um território para o desenvolvimento econômico e social.

As novas características compartilhadas por esses novos espaços produtivos, são: a aglomerações de pequenas e médias empresas, o estabelecimento de relações de cooperação- competição entre firmas, a utilização de tecnologias de informação e comunicação, a habilidade para modular a produção em resposta às variações no volume de demanda e a elevada capacidade inovadora (Costa, 2010).

No entanto, quando verificamos as características mencionadas nos novos espaços produtivos nota-se que existe uma relação entre diversas variáveis mencionadas que contribuem para o avanço e desenvolvimento das organizações.

Ainda, de acordo com o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), os APLs são definidos como fenômenos ligados às economias de aglomeração, envolvendo a proximidade física de empresas fortemente interconectadas por fluxos de bens e serviços. Sendo assim, a concentração geográfica nesses APLs proporciona benefícios mútuos e operações locais na organização e coordenação das empresas, pois apenas a reunião de empresas não é suficiente para alcançar ganhos coletivos (Santos; Guarneri, 2000).

Portanto, as redes de cooperação e o fluxo de informações entre empresas, colaboradores e outros atores locais relacionados ao processo produtivo como instituições de ensino e pesquisa e governos locais, são os principais fatores que explicam a propensão dos arranjos produtivos para a inovação.

## **2.2. INSTITUTOS E CENTROS VOCACIONAIS TECNOLÓGICOS**

As instituições e centros vocacionais tecnológicos são fundamentais para esse processo. Haja vista, que elas desempenham um papel crucial no ecossistema de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Ademais, as instituições de ciência e tecnologia (ICTs), engloba universidades, laboratórios, institutos de pesquisa e outras entidades cujo objetivo profissional é impulsionar o progresso científico e tecnológico, gerando inovações (BO, 2017).

As ICTs têm responsabilidades que incluem a condução de pesquisas avançadas, a formação e consolidação de recursos humanos qualificados, a transferência de tecnologia e sua implementação no setor produtivo. No qual, um dos papéis determinantes das ICTs é mencionada a colaboração com grandes empresas e outras instituições para desenvolver soluções inovadoras, visando beneficiar a sociedade como um todo.

Além disso, a inovação frequentemente emerge das interações estabelecidas entre instituições muitas vezes dentro do contexto do modelo da Tríplice Hélice. Esse modelo, por sua vez, serve como base para integração de três principais atores: o Estado, as Empresas e as Instituições de Ciência e Tecnologia (Etkowitz; Leydesdorff, 2000).

Em paralelo, as empresas ao desempenhar um papel crucial no processo de integração, e ao fazê-lo, também gera benefícios a si própria como por exemplo, o aumento de valores dos seus produtos, graças à inovação.

Nesse contexto, a abordagem da Tríplice Hélice reconhece a universidade não apenas como uma entidade fornecedora de ensino superior e pesquisa, mas também como uma instituição que desempenha um papel crucial, comparável ao da indústria e do governo, na geração de novas indústrias e empresas (Etkowitz; Zhou, 2017).

Por fim, essa colaboração estratégica visa otimizar o potencial de inovação do país, promovendo a interconexão e a sinergia entre os arranjos produtivos locais, resultando em um sistema mais integrado e eficiente. Com isso, é fundamental que conheçamos os arranjos produtivos locais no Brasil.

### 2.3. ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS NO BRASIL

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços do Brasil, menciona que os arranjos produtivos Locais (APLS) são grupos de empresas e empreendimento localizados em um mesmo local e que têm especialização produtiva, algum tipo de governança e se relacionam, interagem, cooperam e aprendem entre si e com outros atores locais, como governo, associações empresariais e principalmente instituições de ensino e pesquisa.

Os APLs, segundo essa política pública, se referem a concentrações de empresas, geralmente de pequeno porte e do mesmo setor, que interagem entre si e com os outros atores públicos e privados por meio de uma estrutura de governança comum (Fuini, 2013).

Assim, em virtude de sua relevância para a economia de qualquer país foi os arranjos produtivos locais, o governo federal brasileiro em 2004, oficializou como uma política pública descentralizada para o desenvolvimento econômico e o estímulo à competitividade das PMEs.

Por fim, essa abordagem foi integrada aos planos plurianuais do governo federal (2004-2007/2008-2011) e, atualmente, sua implementação depende de corporações estaduais subnacionais. Neste paradigma, foram criados os Núcleos Estaduais, com o objetivo de facilitar a comunicação entre as instituições que apoiam os arranjos produtivos em nível local e o programa APL. Ainda, segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, esses núcleos foram criados em cada uma das 27 unidades da federação para envolver as instituições estaduais e incentivar o envolvimento das lideranças dos arranjos nos processos de desenvolvimento, bem como nas articulações institucionais e empreendedoras.

Dessa forma, os Núcleos Estaduais são responsáveis por trabalhar com as governanças dos APLs, estabelecer uma lógica de planejamento para o desenvolvimento desses espaços de produção, compartilhar soluções estaduais e interagir com instituições de nível federal para atender às demandas dos APLs.

Ademais, a fim de identificar e estabelecer novas diretrizes para o Programa, o Ministério da Economia esta atualização da lista de APL em todos os estados do Brasil no ano de 2021.

Neste contexto, a abordagem dos Arranjos Produtivos Locais (APLS) considera a produção da inovação como processos sistêmicos que surgem da combinação de vários atores e competências. Como resultado, os planos são uma ferramenta analítica que ajuda a entender o desenvolvimento econômico e podem ser usados para apoiá-lo (Matos; Andreatta, 2015).

Portanto, tanto no Brasil como no mundo, os arranjos refletem o compartilhamento de uma mesma base social, cultural, política, institucional e econômica em um determinado espaço geográfico e estão intrinsecamente ligados às trajetórias históricas da construção de identidades e vínculos territoriais.

Contudo, o cenário nacional e internacional dos APLs, encontram-se em atividade em todo território mundial, visando a manutenção e desenvolvimento contínuo das produções locais. Tais produções concentram-se nos recursos naturais dos locais instaurados, ou seja, possibilitando uma vasta demanda de produtos de acordo com o que é fornecido pelo ambiente local.

## 2.4. CORRELAÇÕES ENTRE OS ARRANJOS PRODUTIVOS E OS ICTS

Os arranjos produtivos (APLs) estão em constante processo de inovação e mudanças estruturais para melhorar o desempenho das empresas. Para isso, é imprescindível que haja uma relação direta com estudos e pesquisas que fundamentam esse processo. Parte dos APLs já possui essa relação com os Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs), que facilitam o acesso a novas tecnologias e a inovação nas relações mercadológicas.

Segundo Botelho, Carrijo e Kamasaki (2007), as pequenas empresas (PEs) vêm participando ativamente do processo de inovação tecnológica nas últimas décadas, as quais apresentam características promissoras no cenário nacional brasileiro. O mesmo aborda a importância das aglomerações de empresas, tal qual é um movimento fundamental para a promoção de atividades inovativas, processo possibilitado por relações diretas com institutos de ensino e pesquisa.

O APL situado em Santa Rita do Sapucaí, dispõe da garantia da atualização e qualificação de sua mão de obra, graças às parcerias diretas com as instituições de ensino e pesquisa, movimento que é realizado através do uso conjunto dos laboratórios e estudos compartilhados entre as partes. Tal ligação possibilita questões como o nascimento de novas empresas através de incubadoras situadas nas instituições de apoio.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O papel dos arranjos produtivos locais (APLs), a partir do comportamento das micro e pequenas empresas (MPEs) dentro do cenário global foi abordado nesta pesquisa. Na qual apresenta o cenário global que contempla os arranjos produtivos locais.

Diante disso, foi analisada suas relações com os Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) e como eles contribuem para evolução e crescimento dos mesmos. Além disso, foram abordados os quesitos políticos que influem diretamente nos arranjos e como eles estão correlacionados nos planos da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) para formular recomendações visando o período de 2024 a 2030.

Os conceitos de aglomerações industriais não são novos para o homem, mas é claro o quão os Arranjos Produtivos estão ganhando destaque no setor industrial. A aglomeração de pequenas e médias empresas, voltada de aspectos que contam com a cooperação, competição, troca de informações e novas tecnologias tornaram-se essenciais para o crescimento delas no cenário mundial mercadológico.

Tendo em vista um cenário que tem como principal ferramenta as novas tecnologias e a inovação, a atuação da pesquisa é de extrema importância para manutenção desses aspectos, os quais as Instituições de Ciência e Tecnologia.

(ICTs) possuem um papel fundamental nesse caminho, baseados na estrutura da Tríplice Hélice. Tal estrutura destaca as universidades como essenciais na criação de indústrias, enquanto a colaboração entre empresas e Instituições de Ciência e Tecnologia impulsiona o desenvolvimento econômico por meio do fluxo de conhecimento e tecnologia, gerando benefícios mútuos.

Por fim, essa interação é fundamental para o alinhamento com as prioridades nacionais estabelecidas pela ENCTI, garantindo que os esforços de ciência, tecnologia e inovação estejam direcionados para as áreas cruciais para o desenvolvimento do país.

## REFERÊNCIAS

- [1] BOTELHO, Marisa dos Reis Azevedo; CARRIJO, Michelle de Castro; KAMASAKI, Gilsa Yumi. Inovações, Pequenas Empresas e Interações com Instituições de Ensino/Pesquisa em Arranjos Produtivos Locais de Setores de Tecnologia Avançada. **Revista Brasileira de Inovação**, vol. 6, 2 ed., Rio de Janeiro, 2009.
- [2] COSTA, E. J. M. da. **Arranjos produtivos locais, políticas públicas e desenvolvimento regional**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2010.
- [3] ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, Amsterdam, vol. 29, n.º. 2, p. 109-123, February 2000.
- [4] ETZKOWITZ, H.; MELLO J.M.C. The Rise of a Triple Helix Culture - Innovation in Brazilian Economic and Social Development, International **Journal of Technology Management and Sustainable Development**, n.º.2, vol.3, p.159- 171, 2004.
- [5] FUINI, Lucas Labigalini. A governança em arranjos produtivos locais: tópicos para uma discussão sobre o desenvolvimento em escala. In: **VI Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**. Disponível em: <https://www.unisc.br/site/sidr/2013/Textos/45.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2023.
- [6] FUINI, Lucas Labigalini. Compreendendo a governança territorial e suas possibilidades: Arranjos Produtivos Locais (APL) e circuitos turísticos. **Interações**, vol. 13, n.º. 1, jan./jun. 2012
- [7] MATOS, M; ANDREATTA, A. C. **Rotas de Integração Nacional- Sumário Executivo**. Rio de Janeiro, 2015.
- [8] MIRALLES, Caio; MORETTO, Luis; SCHMITT, Valentina Gomes Haensel. Gestão de marcas e arranjos produtivos: A marca “Vinho do Porto”. **Comportamento Organizacional e Gestão**, Brasil, vol. 14, 1 ed, p. 85-95, 2008.
- [9] NARETTO, Nilton; DOS REIS BOTELHO, Marisa; MENDONÇA, Maurício. A trajetória das políticas públicas para pequenas e médias empresas no brasil: do apoio individual ao apoio a empresas articuladas em arranjos produtivos locais. **Planejamento e políticas públicas | ppp | n.º. 27 | jun./dez. 2004**
- [10] PUGA, Fernando Pimentel. **Alternativas de apoio a MPMEs localizadas em arranjos produtivos locais**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2003. 30 p.
- [11] SANTOS, Angela Maria Medeiros Martins; GUARNERI, Lucimar da Silva. **Características gerais do apoio a arranjos produtivos locais**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.º 12, p. 195-203, set. 2000.
- [12] SILVA, M. D; BOTELHO, M. R. A. **Inovação em pequenas e médias empresas: uma comparação entre Brasil e países europeus selecionados**. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação, Anais. Setembro 2017 vol. 4 n.º. 2, 2017.
- [13] VEUGELERS, Reinhilde. The embodiment of knowledge: Universities as engines of-growth. **Oxford Review of Economic Policy**, vol. 32, n. 4, p. 615-631, 2016.

# Capítulo 8

## *Atração e fixação de recursos humanos qualificados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, a fim de reverter a perda de talentos nacionais*

*Arthur de Sousa Campos<sup>1</sup>*

*Pablo Gabriel Rodrigues do Nascimento<sup>2</sup>*

*Thiago Bruno Lopes da Silva<sup>3</sup>*

*Felipe Macedo Zumba<sup>4</sup>*

**Resumo:** A atração e fixação de recursos humanos qualificados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) é um desafio crucial para muitos países que buscam impulsionar seu desenvolvimento econômico e tecnológico. A perda de talentos nacionais para o exterior é uma preocupação constante, uma vez que esses profissionais qualificados muitas vezes buscam melhores oportunidades de pesquisa, remuneração e qualidade de vida em outros países. Para reverter essa perda e fortalecer a capacidade de inovação interna, é essencial implementar estratégias eficazes de atração e retenção de talentos. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo, fazer a contextualização de pesquisas nacionais e internacionais sobre a “fuga de cérebros”.

**Palavras-chave:** Talentos nacionais, Atração e Retenção.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio

<sup>3</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A fuga de cérebros é um fenômeno mundial que ocorre prioritariamente por meio da saída de profissionais extremamente qualificados de países menos desenvolvidos em busca de melhores condições de emprego e renda. As causas da fuga de cérebros estão atreladas a condições insatisfatórias em termos de mercado de trabalho e de qualidade de vida. Essa saída é direcionada para países desenvolvidos e industrializados, que possuem um mercado de trabalho mais valorizado e consolidado.

A fuga de cérebros produz diversos efeitos danosos em uma economia. Logo, são necessárias medidas governamentais que possibilitem a valorização do mercado de trabalho local, como forma de garantir emprego e renda para profissionais bem qualificados.

Ao longo das últimas décadas, a fuga de cérebros tem sido amplamente documentada, revelando padrões claros de êxodo de talentos de países em desenvolvimento ou instáveis politicamente em direção a economias mais estáveis e desenvolvidas. O Brasil, como muitos outros países em situações análogas, tem experimentado uma saída expressiva de profissionais altamente qualificados para nações industrializadas, um movimento impulsionado por múltiplos fatores, incluindo instabilidade econômica e política interna.

Esse fenômeno, no entanto, não pode ser entendido apenas como uma migração de mão de obra qualificada em busca de melhores oportunidades econômicas. Vai além disso, manifestando-se como um complexo e multifacetado conjunto de fatores interligados, que abrangem desde as condições do mercado de trabalho até questões de qualidade de vida e perspectivas de crescimento profissional.

A migração de talentos altamente especializados para países mais desenvolvidos está associada a uma série de implicações multifacetadas. Por um lado, os países receptores se beneficiam da chegada desses profissionais, obtendo um influxo de conhecimento, expertise e inovação que impulsiona seus setores de pesquisa, ciência e economia. Por outro lado, as nações de origem enfrentam uma perda substancial de capital intelectual, essencial para o crescimento, a inovação e a competitividade em escala nacional e global.

Nesse contexto, é crucial compreender não apenas os motivos individuais que impulsionam os profissionais qualificados a buscarem oportunidades no exterior, mas também as dinâmicas socioeconômicas e políticas que permeiam esse processo. A crise econômica e política, como observada no Brasil nos últimos anos, tem desempenhado um papel preponderante no aumento dessa migração, resultando em impactos significativos nos setores de pesquisa, saúde, educação e tecnologia.

Como a migração de cérebros se torna cada vez mais dominante nas migrações internacionais, os países desenvolvidos são os que propiciam maiores rendimentos aos profissionais qualificados. Assim, as diferenças dos níveis de desenvolvimento entre os países influenciam as migrações e aumenta a diferença no nível de desenvolvimento entre o país de origem e o país de destino, bem como entre as regiões e estados de um mesmo país.

Cabe salientar que outros autores, discutidos com mais detalhes na próxima seção deste trabalho, analisaram diversos cenários de migração. Entretanto, este estudo busca contribuir com o preenchimento de lacunas existentes, no contexto das migrações

internas e de relativa desconcentração da atividade econômica e geração de postos de trabalho em áreas menos desenvolvidas.

Assim, este artigo propõe uma análise aprofundada dos diferentes aspectos relacionados à fuga de cérebros, explorando não apenas as causas e consequências desse fenômeno, mas também buscando identificar estratégias e políticas que possam mitigar seus efeitos negativos nas economias de origem.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A área de estudo deste trabalho abrange todo o território nacional. A principal fonte de dados são os microdados das amostras dos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010, levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). E o recorte temporal compreende as décadas de 70, 90, 2000 e 2010. A escolha desse período são as datas das devidas publicações dos artigos nacionais pesquisados. Portanto, será possível analisar as tendências da migração interestadual qualificada durante períodos consecutivos.

## 3. REFERENCIAL TEÓRICO

A primeira pesquisa que trata da problemática da migração qualificada no Brasil foi realizada no início dos anos 1970, com o patrocínio do Instituto de Treinamento e Pesquisa das Nações Unidas (UNITAR). Ela era uma pesquisa internacional, cujo principal objetivo era estudar o impacto do estudo universitário de indivíduos de países subdesenvolvidos em países desenvolvidos, e avaliar as probabilidades de retornarem para os seus países de origem ou de permanecerem no exterior (Schwartzman, 1972, 1978).

Essa pesquisa supracitada foi realizada entre 1970 e 1971 intitulada “Projeto Retorno” realizada pelo Instituto Brasileiro de Relações Internacionais, em cooperação com o Departamento de Pesquisas da Escola Brasileira de Administração Pública da Fundação Getúlio Vargas. A parte central do projeto consistiu na aplicação de um extenso questionário a uma amostra representativa de cerca de 600 profissionais brasileiros com cursos superiores de longa e média duração no exterior. Através deste questionário, o projeto se integrou a uma série de estudos sobre educação no exterior realizados em todo o mundo por iniciativa do Instituto de Treinamento e Pesquisa das Nações Unidas (UNITAR).

Como principais resultados, na América Latina, o Brasil é o país que mais receberá seus estudantes de volta. Ademais, a grande maioria dos brasileiros que foram estudar no exterior tinham bolsas de estudo, possuíam vínculo empregatício no Brasil, com isso, apenas 5% permaneceram no exterior depois de terminarem os seus estudos (Morais; Nunes, 2020 apud Schwartzman, 1972, 1978).

Na região latino-americana, o retorno dos estudantes ao Brasil se destaca como o principal resultado. Além disso, a maioria dos brasileiros que buscou educação no exterior possuía bolsas de estudo e mantinha vínculos empregatícios no Brasil. Nesse contexto, apenas uma parcela reduzida, correspondente a 5%, optou por permanecer no exterior após concluir seus estudos (Morais; Nunes, 2020 apud Schwartzman, 1972, 1978).

Nessa mesma pesquisa, os fatores que atraíram os brasileiros para o exterior foram as melhores condições profissionais disponíveis (bibliotecas, equipamentos, etc.), e como

os fatores para o retorno estão os psicológicos e familiares. Além disso, os brasileiros ao retornarem após os seus estudos no exterior, dirigiam-se aos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. A conclusão foi que nos anos 1970 não existia “brain drain” no Brasil (Morais; Nunes, 2020 apud Schwartzman, 1972, 1978).

Na mesma pesquisa, identificou-se que elementos como melhores condições profissionais, englobando recursos como bibliotecas e equipamentos, exerceram influência significativa na decisão dos brasileiros de buscar estudos no exterior. Por outro lado, os motivos que predominaram no processo de retorno foram de natureza psicológica e familiar. Adicionalmente, observou-se que, ao regressarem ao Brasil após concluir seus estudos internacionais, os brasileiros optavam principalmente pelos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. A conclusão apontada foi que, durante os anos 1970, não se evidenciava um fenômeno de “brain drain” no Brasil (Schwartzman, 1972, 1978).

Visto que a bibliografia nacional sobre o assunto era escassa e, no segmento de pesquisadores, registrava apenas duas pesquisas abrangentes sobre o tema, ambas realizadas nos anos 70, foram aplicados 2.769 questionários a grupos de pesquisa, entre 1993 e 1999. O trabalho visava estimar a intensidade, origem, destino e motivações gerais de pesquisadores brasileiros nos anos 90. Os perfis dos pesquisadores estudados eram formados ou em formação, cujo motivo do afastamento foi a realização de doutorado (Guimarães, 2002).

Por meio desse estudo, foi constatado que houve uma perda de 5,3 pesquisadores doutores em cada 100 novos colocados no mercado. Entre os maiores destinos estavam as regiões Sudeste e Sul, dado as melhores condições de trabalho e/ou salários. O mesmo autor, reforça que para outras regiões, a migração foi de 780 pesquisadores, as escolhas foram por estados como Santa Catarina e o Paraná, mesmo estes não possuindo tradição científica.

Através dos microdados do Censo Demográfico de 1991 e 2000, também se verificou que o processo de migração interestadual dos indivíduos qualificados, considerados pelos autores somente aqueles com mestrado e doutorado, que a renda, qualidade de vida e o número de pós-graduações das regiões são variáveis importantes no processo de atração dos indivíduos qualificados (Sabbadini; Azzoni, 2006).

Em 2007, foi realizada uma análise empírica para saber as principais características de uma cidade para atrair ou não os migrantes qualificados e concluiu que o dinamismo do mercado de trabalho, os menores níveis de violência, desigualdade social, a proximidade com o litoral e as variações climáticas se destacam (Da Mata, 2007).

Através dos dados do Censo Demográfico de 1991 e 2000, constatou-se que as regiões Sudeste e Sul, representado pelo estado de São Paulo, recebem a maior quantidade de migrantes qualificados, principalmente do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul (Bezerra; Silveira Neto, 2008).

Com relação às regiões Norte e Centro-Oeste, elas enviaram uma menor quantidade de migrantes qualificados. O Nordeste é um caso especial, não existe fuga de capital humano qualificado, como motivo está a já escassa mão de obra qualificada, que é segura com vantajosos incentivos para permanecerem em seu estado de origem.

Em um estudo específico sobre os migrantes qualificados da indústria entre os municípios do estado de São Paulo, entre os anos de 1999 e 2002, concluiu-se que a capital paulista continua sendo o mais importante receptor e emissor de migrantes qualificados, nos setores de maior intensidade tecnológica. Muitos trabalhadores ao migrar para outros

municípios ou mudar de setor, buscam aqueles com o mesmo nível tecnológico do anterior ou saem de um nível tecnológico intensivo para um não intensivo, no entanto, não é verificado o movimento contrário devido ao conhecimento tecnológico entre os indivíduos. A maior parte desses migrantes deixaram as metrópoles e procuram cidades de médio ou pequeno porte, em busca de melhor qualidade de vida, devido a fatores como aglomerações, custo de vida, congestionamentos, entre outros (Gonçalves; Freguglia, 2012).

A partir dos microdados da Rais-Migra, e ao considerar indivíduos com curso superior completo que mudaram das microrregiões brasileiras nos anos de 1999, 2000 e 2001, constataram que entre os atrativos para a migração de trabalhadores mais qualificados estão a localidade, oportunidade de emprego, renda per capita e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). Contudo, a inovação tecnológica não seria um motivo para a migração dos profissionais, pois no Brasil a inovação é uma variável negativa para a migração, devido a concentração nas regiões mais desenvolvidas, que demonstraram fatores de repulsão de trabalhadores (Gonçalves; Freguglia, 2012).

Utilizando os fluxos migratórios captados nos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010, e selecionando duas microrregiões de cada macrorregião brasileira, as que mais perderam população de alta escolaridade e as que mais ganharam, percebeu-se que na região Norte, a microrregião de Belém é considerada a que possui as maiores saídas e Porto Nacional (TO) apresenta significativa atração de indivíduos qualificados. Para a região Nordeste, João Pessoa (PB) se sobressaiu com o maior saldo migratório e Ilhéus-Itabuna (BA) destacou-se por ter a maior evasão de indivíduos com alta escolaridade. No Sudeste, o destaque foi a microrregião de Belo Horizonte (MG) que apresentou característica de absorção de pessoas com nível escolar superior, e com relação a São Paulo (SP), o mesmo é considerado como distribuidor, isto é, doador, e o Rio de Janeiro (RJ) também apresenta evasões de mão de obra qualificada para o Brasil. Na região Sul, Florianópolis (SC) mostrou-se como concentradora, e Santa Maria (RS), aparece com o terceiro saldo de emigração de pessoas com alta escolaridade, ficando atrás somente de São Paulo e Rio de Janeiro. E, finalmente, Brasília (DF) se destaca por ser a microrregião que mais recebe migrantes com o ensino superior completo ou em formação (Serrano, 2013).

A partir da PNAD de 2001, 2006 e 2011, apontou que os migrantes qualificados são do sexo masculino, branco, solteiro, jovem e com salários elevados. Concluiu que para o estado do Espírito Santo, as evidências com o modelo logit estimado para o ano de 2011, demonstrou que o mesmo está tornando-se um pólo de atração de mão de obra qualificada, sendo que os principais estados que mais atraem profissionais qualificados são os estados de São Paulo e o Distrito Federal. Para o estado do Paraná, Scheneider e Henrique (2015), através da avaliação dos microdados do Censo Demográfico 2010, concluíram que 60 mil pessoas com ensino superior se deslocaram dentro do estado, e as microrregiões de Curitiba e Paranaguá possuem os maiores números de profissionais com alta qualificação (Campos, 2014).

Ainda segundo os dados, 38.300 mil pessoas migraram de outras regiões do Brasil para o Paraná, em contrapartida, 43.900 mil pessoas com ensino superior no Paraná realizaram o movimento reverso, gerando um saldo negativo de 5.000 pessoas, constatando que existe fuga de cérebros no Paraná. A saber, as regiões com maior concentração de indivíduos com alta qualificação dispõem de maiores taxas de crescimento de produtividade, redução da desigualdade da renda e aumento na qualidade de vida, o que incentiva o desenvolvimento econômico.

Em um estudo recente sobre migração de cérebros nos municípios do Brasil, foram escritos em dois ensaios, o primeiro sobre o impacto da produtividade do trabalho e o segundo os efeitos sobre a acumulação do capital humano, sendo essa abordagem realizada por meio do Censo Demográfico de 2010. Os resultados demonstraram que a taxa de emigração qualificada tem relação inversa com a variação no estoque de capital humano, a causa pode estar relacionada ao acesso à educação no Brasil. Constataram que os municípios de pequeno porte, Aliança do Tocantins, Viçosa e Damolândia apresentam as maiores perdas de capital humano, já os maiores ganhadores foram representados por quatro capitais: Vitória, Aracaju, Palmas e São Paulo. Portanto, os municípios menores são os menos beneficiados com a migração de mão de obra qualificada (Torres, 2016).

Com relação a migração qualificada, tanto nos estudos internacionais quanto nos nacionais, constatou-se que os migrantes procuram localidades com melhores níveis salariais, maiores oportunidades de trabalho e melhor qualidade de vida. Diante disso, este trabalho procura sanar a lacuna de estudos no Brasil que, em geral, abordam essa temática a partir do fluxo regional e metropolitano e, com isso, mensurar a migração qualificada a partir do fluxo interestadual e detalhar as especificidades dessa dinâmica, dado a grande heterogeneidade brasileira segundo Unidade da Federação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Corroborando com os resultados expostos, justificou-se que a migração é um fenômeno importante para a distribuição espacial da população pelo território brasileiro, especialmente de indivíduos qualificados. Lembrando que no Brasil, ainda existe carência de indivíduos com nível superior, além de estarem mal distribuídos pelas Unidades da Federação (Serrano, 2013). Em nível regional, no intervalo de 1986 até 1991, a região Centro-Oeste obteve uma entrada de 37.777 migrantes (15,80%) e saída de 27.348 emigrantes (11,44%), apresentando o maior saldo migratório positivo (10.429) entre as regiões do país. A região Norte é a segunda que mais atrai migrantes qualificados, mas com valores menos significativos, ao configurar com um saldo positivo de 972 pessoas. Por outro lado, o Sudeste apresentou o maior saldo negativo (-7.528), o Nordeste o segundo maior saldo negativo (-3.026), e o Sul obteve o menor saldo negativo (-847).

As características regionais e os aspectos individuais têm influência decisiva sobre os determinantes da migração. Isto porque, em geral, o migrante decide mudar do local de residência em busca de uma melhor posição no mercado de trabalho, maiores rendimentos, como também lugares com melhor qualidade de vida e melhores oportunidades educacionais. Esta dinâmica tem efeitos sobre a vida dos indivíduos qualificados e sobre as regiões/estados que atraem esse tipo de mão de obra (Golgher; Rosa; Araújo Júnior, 2005).

Já no período de 1995/2000, as regiões Centro-Oeste (16.471), Norte (4.427), Sul (1.594), e Nordeste (1.248) alcançaram saldos migratórios positivos, com somente o Sudeste mantendo negativo e aumentando expressivamente (-23.740), devido a entrada de 113.906 imigrantes (37,93%) e a saída de 137.646 emigrantes (45,84%) (Sabaddini; Azzoni, 2006).

Esses movimentos não têm, relativamente às populações estaduais de pós-graduados, como maiores beneficiários os estados do Sudeste, o que sugere um sentido desconcentrador dessa migração. Esse resultado coincide com um período no qual indústrias do Sul e do Sudeste buscaram resolver problemas de deseconomias de

aglomeração nos grandes centros, saindo de espaços saturados para baixar custos de produção em outras regiões. Empresas intensivas em mão-de-obra, como as indústrias têxteis e de calçados, deslocaram-se para o Norte e notadamente o Nordeste, aproveitando os salários mais baixos, menos sindicalização, aproximação geográfica com o mercado internacional (Europa e Ásia), proximidade com fontes de matéria-prima, além da política de 'guerra fiscal'.

Quanto ao último quinquênio em estudo (2005/2010), somente o Centro-Oeste (25.537) e a região Norte (9.440) obtiveram saldo migratório positivo na atração de profissionais qualificados, mantendo a tendência constatada no interregno 1986/1991. Por outro lado, mais uma vez, o Sudeste demonstrou o maior saldo migratório negativo (-25.678 indivíduos), mesmo sendo a região que apresenta o maior fluxo migratório, com a chegada de 181.213 imigrantes (37,25%), mas saem 206.891 emigrantes (42,53%). Já a região Sul, teve um saldo negativo de -6.559 pessoas. Com relação ao Nordeste, o saldo passou a ser negativo em -2.740 pessoas qualificadas. Entretanto, quando comparado às regiões que apresentam saldo negativo, o Nordeste têm os menores valores.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo foi analisar a migração qualificada entre as 26 Unidades da Federação e o Distrito Federal que compõe o território brasileiro, procurando saber o posicionamento de cada estado na atração ou perda, bem como se o local/UF de origem e de destino segue ou não uma tendência ao longo dos três quinquênios analisados.

Como resultado constatou-se aumento expressivo no volume de migrantes interestaduais qualificados no país, entre 2000 e 2010, resultado da relativa desconcentração da atividade econômica, oportunidades de empregos formais em região menos desenvolvida do país, investimentos em educação superior e ensino técnico profissionalizante, além da interiorização do ensino.

Ademais, durante os três quinquênios analisados, a maioria dos migrantes qualificados se dirigem preferencialmente para a região Centro-Oeste, notadamente o Distrito Federal, principal área de atração do Brasil. Por outro lado, as regiões Sudeste e Sul tipificam como as que mais perdem migrantes qualificados, especialmente os estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Por sua vez, o Nordeste apresentou-se como uma região que passou por constantes mudanças no saldo migratório de indivíduos qualificados, de área perdedora (1986/1991), a receptora (1995/2000), tornando-se novamente perdedora (2005/2010), mas com um volume não tão intenso quando comparado ao período de 1986/1991.

Quanto ao Índice de Eficácia Migratória, este confirma os resultados encontrados para o Centro-Oeste, particularmente o Distrito Federal, como o principal polo de retenção e atração de pessoas qualificadas no Brasil. Assim como os resultados obtidos para o Sudeste e Sul, que tipificam como áreas de perda de migrantes qualificados, como também os encontrados para o Nordeste, que se posiciona como região de rotatividade de migrantes qualificados.

Portanto, conclui-se que o capital humano e mão-de-obra qualificada que decide migrar, em geral, busca localidades que ofereçam atrativos como trabalho, salário, infraestrutura e qualidade de vida. Isto porque, verificou-se aumento no número de migrantes qualificados pelo país, resultado da relativa desconcentração dos postos de

trabalho ou oportunidade de empregos em Universidades ou exigência de educação superior em outras áreas/estados do Brasil.

Por último, futuros estudos devem investigar a migração interestadual qualificada para as cidades médias, a fim de verificar se os ganhos ou perdas de migrantes qualificados são significativos, dado que tais áreas/espaços/localidades apresentam características sociais, econômicas, demográficas e educacionais distintas dos estados e grandes metrópoles.

## REFERÊNCIAS

- [1] BEZERRA, Fernanda Mendes; Neto, Raul da Mota Silveira. **Existe “Fuga de Cérebros” no Brasil? Evidências a Partir dos Censos Demográficos de 1991 e 2000.** Revista Economia, 2008.
- [2] DA MATA, Daniel et al (2007). **Quais características das cidades determinam a atração de migrantes qualificados?**. Texto para Discussão IPEA, n. 1305.
- [3] GUIMARÃES, Reinaldo. **Diáspora: Um Estudo Exploratório sobre o Deslocamento Geográfico de Pesquisadores Brasileiros na Década de 90.** Revista de Ciências Sociais, Rio de Janeiro, vol. 45, n.º.4, p. 705-750, 2002.
- [4] GOLGHER, André Braz; ROSA, Carlos Henrique; ARAÚJO JÚNIOR, Ari Francisco de. **The determinants of migration in Brazil.** Texto para discussão nº 268. Belo Horizonte: UFMG/ CEDEPLAR, 2005.
- [5] GONÇALVES, Eduardo RIBEIRO, Danielle Reis de Souza; FREGUGLIA, Ricardo da Silva. **Migração de mão de obra qualificada e inovação: um estudo para as microrregiões brasileiras.** In: XL Encontro Nacional de Economia, Porto de Galinhas (PE), 2012.
- [6] MORAIS, Luanna Pereira de; NUNES, Silvana Queiroz. **Distribuição espacial da migração interestadual qualificada no Brasil.** Revista Sociedade e Território, Natal. Vol. 32, N. 2, p. 126-149 Jul./Dez. de 2020/ISSN:2177-8396.
- [7] TORRES, Marina Monteiro. **Migração de cérebros e acumulação de capital dos municípios brasileiros.** 2016. 104f. Dissertação (Mestrado em economia) – UFPB, João Pessoa
- [8] SABBADINI, Ricardo; AZZONI, Carlos Roberto. **Migração interestadual de pessoal altamente educado: evidências sobre a fuga de cérebros.** Encontro Nacional de Economia, v. 34, n. 5, 2006.
- [9] SERRANO, Agnes de França et al. **A migração como fator de distribuição de pessoas com alta escolaridade no território brasileiro.** Brasil em desenvolvimento 2013: estado, planejamento e políticas públicas, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); editores: Rogério Boueri, Marco Aurélio Costa. - Brasília: IPEA, Cap. 21, p. 633, 2013.
- [10] SCHWARTZMAN, Simon et al. **Projeto Retorno: avaliação do impacto do treinamento no exterior de pessoal qualificado.** Relatório Final da Pesquisa, Rio de Janeiro, 1972.

# Capítulo 9

## *Parcerias público-privadas no desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação através de projetos inovadores*

*Suellen Rayssa Barbosa Ferraz<sup>1</sup>*

*Bianca Oliveira de Sousa<sup>2</sup>*

*Pedro Isaac Figueiredo de Lima<sup>3</sup>*

*Bruno Manso Dumaresq Madureira<sup>4</sup>*

*Emanuelly Lima da Silva<sup>5</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>6</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>7</sup>*

**Resumo:** O artigo discute a relevância de parcerias público-privadas na promoção da ciência, tecnologia, inovação e empreendedorismo, com o objetivo principal de expandir e modernizar a construção de projetos inovadores e destacando estratégias eficazes para impulsionar a pesquisa e desenvolvimento de soluções inovadoras.

**Palavras-chave:** Ciência; Inovação; Tecnologia; Empreendedorismo.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## **1. INTRODUÇÃO**

A colaboração entre instituições de ciência, tecnologia e inovação com empresas desempenha um papel fundamental para fomentar a pesquisa, transformando conhecimento técnico e científico em soluções comerciais.

Ambientes como os parques tecnológicos têm o principal papel de promover esse tipo de atividade que são vitais para estimular a inovação e desenvolvimento. Inicialmente criados de maneira desordenada e espontânea, mas devido ao seu papel crucial passaram a ser planejados e estruturados (Manella, 2009).

Ao longo do tempo seu papel nas faculdades e empresas é com o principal objetivo de desenvolvimento tecnológico para fins de um melhor bem-estar social e um avanço da qualidade de vida como um todo. Para tal, há a participação do órgão educacional como fonte de criatividade por meio de seus estudantes para tornar real tais avanços.

Neste contexto, exploraremos como os parques tecnológicos estão inseridos em projetos inovadores em colaboração com instituições de ciência, tecnologia e inovação com empresas, destacando sua trajetória, vantagens e suas colaborações.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **2.1. TRAJETÓRIA HISTÓRICA DO PAÍS**

No final da década de 1980, o ParqTech na cidade de São Carlos (SP) e PaqTcPB em Campina Grande (PB) foram os primeiros parques tecnológicos. Os parques tiveram inspiração no Programa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), tendo como um de seus vieses justamente trazer tais ideias para o Brasil.

Primordialmente, a ideia dos polos não havia sido recebida de maneira satisfatória. Não havia políticas que manifestassem assistência ou escora a esse modelo de atividade de empreendimento, e ausência de formalização desses projetos, além da relutância de parte do meio acadêmico participante. Contudo, após a utilização do método evolucionista presente na obra "Evolutionary theory of economic change", escrita em 1982 por Richard R. Nelson e Sidney Winter, grandes entusiastas da cultura da inovação e suas difusões, bem como as transformações do mercado neste cenário, a "imagem" negativa foi diminuindo e as melhorias foram se destacando, atraindo uma melhor digestão que esses polos, ou parques, tecnológicos propunham.

Portanto, a ideia base dos parques é propor "Região de Inovação" visando dias atuais e futuramente. E o Brasil destaca-se como ambiente favorável para a admissão cada vez mais de parques tecnológicos.

### **2.2. MAPEAMENTO CIENTÍFICO**

De acordo com o estudo comparativo feito por Aline Figlioli, no qual abordou as diferentes formas de financiar parques tecnológicos, medindo a sua eficácia com resultados obtidos do impulso à ciência e tecnologia, ficou evidente a importância de parcerias entre instituições públicas e privadas para possibilitar o desenvolvimento dos parques (Figlioli; Porto, 2012).

O Tecnopuc, localizado em Porto Alegre, RS, é um desses ambientes que promovem o estímulo à pesquisa e inovação, sendo financiado em uma parceria público-privada, promove todos os anos uma Maratona de Inovação onde são apresentados projetos inovadores para melhorar o mundo, um desses projetos é o “Meu mundo azul”, apresentado em 2021, que promove o diagnóstico de autismo conectando pacientes e médicos especialistas na área, oferecendo uma rede de apoio sólida aos pacientes.

Dito isso, é notória a relevância dos parques tecnológicos em diversos âmbitos, desde a área de inovação até a política, passando pela escolaridade do ensino fundamental ao superior, tendo assim o embasamento de inúmeros estudiosos e especialistas no assunto.

### **2.3. POLÍTICAS PÚBLICAS NO CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL**

Em 28 de outubro de 2020, o Decreto nº 10.534 desempenhou um papel crucial ao tornar oficial a Política Nacional de Inovação, solidificando sua estrutura de governança por meio da criação da Câmara de Inovação.

Este importante decreto surgiu como fruto de um processo colaborativo abrangente, que incluiu a participação de diversos setores, entrevistas e uma consulta pública realizada no final de 2019. Ele estabelece os alicerces para a construção dos demais componentes da política, como a Estratégia e os Planos de Ação, além de estabelecer as diretrizes essenciais para seu monitoramento e avaliação.

As políticas de inovação e as leis de incentivo desempenham um papel crucial na estimulação do desenvolvimento econômico e tecnológico de uma nação. Elas são concebidas com a finalidade de encorajar empresas, instituições de pesquisa e empreendedores a investir em iniciativas inovadoras.

O Brasil tem demonstrado progressos notáveis no que diz respeito às leis de incentivo à inovação e tecnologia nas últimas décadas. No entanto, ao compará-lo com países desenvolvidos, ainda existem desafios a serem enfrentados, como o investimento insuficiente, infraestrutura limitada, regulamentações, e necessidade de educação voltada à pesquisa.

No cenário internacional, por exemplo, uma notável legislação que promove a inovação e o avanço tecnológico é a Lei de Incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento da França, conhecida como *Crédit d'Impôt Recherche* (CIR).

Essa abordagem concede às empresas francesas a possibilidade de receber benefícios fiscais, que podem ser direcionados para financiar suas iniciativas de pesquisa e desenvolvimento. O CIR desempenha um papel crucial como uma das principais estratégias de fomento à inovação na França, tendo como alvo o fortalecimento da competitividade e da capacidade inovadora das empresas dentro do país, estimulando, assim, o progresso tecnológico e a promoção da inovação em solo.

No Brasil, podemos citar as seguintes leis que representam avanços a legislação no ramo da tecnologia e desenvolvimento inovador:

Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004

“Art. 1º Esta Lei estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País.”

Lei Nº 13.243, de 11 DE Janeiro DE 2016

“Art. 1º Esta Lei dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.”

“Art. 2º A Lei nº 10.973 passa a vigorar com as seguintes alterações:

- promoção das atividades científicas e tecnológicas como estratégicas para o desenvolvimento econômico e social;
- promoção e continuidade dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, assegurados os recursos humanos, econômicos e financeiros para tal finalidade;
- promoção da cooperação e interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas;
- estímulo à atividade de inovação nas Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação (ICTs) e nas empresas, inclusive para a atração, a constituição e a instalação de centros de pesquisa, desenvolvimento e inovação e de parques e polos tecnológicos no País;

XIV - apoio, incentivo e integração dos inventores independentes às atividades das ICTs e ao sistema produtivo.”

“Art. 2º...

III - Criador: pessoa física que seja inventora, obtentora ou autora de criação;

IV- Parque tecnológico: complexo planejado de desenvolvimento empresarial e tecnológico, promotor da cultura de inovação, da competitividade industrial, da capacitação empresarial e da promoção de sinergias em atividades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de inovação, entre empresas e uma ou mais ICTs, com ou sem vínculo entre si;

V- Polo tecnológico: ambiente industrial e tecnológico caracterizado pela presença dominante de micro, pequenas e médias empresas com áreas correlatas de atuação em determinado espaço geográfico, com vínculos operacionais com ICT, recursos humanos, laboratórios e equipamentos organizados e com predisposição ao intercâmbio entre os entes envolvidos para consolidação, marketing e comercialização de novas tecnologias;”

Em geral, o Brasil vem avançando no campo das leis de estímulo à inovação e tecnologia, embora enfrente desafios notáveis para alcançar o nível de nações desenvolvidas. Superar esses obstáculos requer um comprometimento constante com investimentos em pesquisa e desenvolvimento, aprimoramento da infraestrutura, simplificação da burocracia e investimento na capacitação de uma mão de obra altamente qualificada. À medida que o país continua a fortalecer seu ecossistema de inovação, tem o potencial de se tornar um concorrente mais robusto no cenário global de inovação e tecnologia.

## 2.4. VANTAGENS COMPARATIVAS

Ao longo de sua trajetória, nota-se que os polos não tiveram uma boa recepção, dificultando investimentos futuros para expandir e modernizar os parques tecnológicos. É evidente nos dias atuais a preocupação com a falta de investimentos de empresas para financiar ideias inovadoras, apesar dos parques serem locais de conhecimento e suporte para empresas em crescimento, e contribuírem para o desenvolvimento de startups, além de ter um papel na difusão de empreendedorismo, conhecimento e desenvolvimento econômico nas regiões que estão localizadas.

Neste contexto, a plataforma MCTI InovaData-BR juntamente com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), fez um levantamento de dados que mostra a evolução dos parques tecnológicos no país. Esse levantamento obteve que nos últimos 10 anos a operação de parques tecnológicos no Brasil saltou de 20 para 55, tendo uma alta de 175%. Vale ressaltar que os parques tecnológicos no nosso país operam a menos de 10 anos, ou seja, são novos.

Como foi mencionado, contribuem para o desenvolvimento na difusão de empreendedorismo, conhecimento e desenvolvimento econômico. Tendo como exemplo, o Parque Científico e Tecnológico Augusto Severo (PAX) localizado na região da Grande Natal, especificamente Macaíba, futuramente terá centros de pesquisa, capacitação, laboratórios, incubadora tecnológica e observatórios.

Vale ressaltar que o Brasil é um dos 7 países que obtêm o maior número de parques tecnológicos, ficando apenas atrás dos Estados Unidos, Japão e China.

## 2.5. RELEVÂNCIA PARA O TEMA

Os trabalhos citados fornecem diferentes perspectivas sobre a temática apresentada. Trabalhos como o de João Steiner, Bruna Manella e Ricardo Furtado abordam a importância dos parques tecnológicos como fontes de inovação para ciência e tecnologia e o papel fundamental que empresas e instituições privadas e públicas têm na construção e desenvolvimento de ambientes de inovação. Os trabalhos como os de Edmundo Anjos e Nelson Pretto analisam o papel de políticas públicas de um estado empreendedor em aliança com empresas privadas, detalhando a história, impasses e impacto de diferentes projetos ao longo do tempo.

Já no artigo feito por Dennys Leite Maia em conjunto com Marcília Chagas Barreto abordam a temática visando um âmbito escolar e suas sub - questões, fornecendo pontos de vista abrangentes e conectivos. Antonio C. Manfredini explica em seu trabalho sobre como os reflexos de pequenos passos tecnológicos saltaram exponencialmente o desenvolvimento de indústrias e todo o conceito de organização e investimentos. Maria Hoffmann cita em seu artigo a definição, importância e reflexo de um parque tecnológico no ambiente no qual é inserido, bem como fatos e dados para enfatizar suas falas.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parques tecnológicos são fundamentais para impulsionar a inovação e o desenvolvimento econômico. Eles desenvolvem um ambiente colaborativo, reunindo empresas, universidades e centros de pesquisa, estimulando o surgimento de ideias inovadoras.

Esses locais não apenas apoiam o crescimento, mas também geram empregos qualificados e promovem avanços em várias áreas. Ao engrenar a interação entre diferentes agentes, os parques tecnológicos catalisam a transformação do conhecimento em produtos e serviços que beneficiam a sociedade e fortalecem a competitividade.

O crescimento e avanço dos parques tecnológicos representam um marco crucial no panorama da inovação e do desenvolvimento econômico. O constante investimento e aprimoramento desses centros tecnológicos são essenciais para impulsionar ainda mais a inovação e conduzir a sociedade em direção a um futuro mais próspero e sustentável.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANJOS, Edmundo Belarmino Ribeiro dos. **Estado empreendedor e o regime jurídico-administrativo das parcerias público-privadas em ciência, tecnologia e inovação**. 193p. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2017.
- [2] **Conheça os projetos que foram destaque na Maratona de Inovação 2021**. Disponível em: <https://tecnopuc.pucrs.br/conheca-os-projetos-que-foram-destaque-na-maratona-de-inovacao-2021/>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.
- [3] FIGLIOLI, Aline; PORTO, Geciane Silveira. Financiamento de parques tecnológicos: um estudo comparativo de casos brasileiros, portugueses e espanhóis. **Revista de Administração**, v. 47, n.º 2, p. 290-306, 2012.
- [4] FURTADO, Ricardo. **Parques tecnológicos: relações entre território e inovação e os desafios das políticas e práticas territoriais na criação de valor compartilhado**. 143f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.
- [5] HOFFMANN, Maria G (2021). **Parques tecnológicos transformam o ecossistema das cidades por meio da inovação**. Disponível em: <https://anprotec.org.br/site/2021/06/parques-tecnologicos-transformam-o-ecossistema-das-cidades-por-meio-da-inovacao/>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [6] **Levantamento faz retrato da evolução de parques tecnológicos no país**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/09/levantamento-fazretrato-da-evolucao-de-parques-tecnologicos-no-pais>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.
- [7] MANELLA, Bruna Fontoura Pieri. **Fatores de atratividade de empresas inovadoras para parques tecnológicos**. 186f. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2009.
- [8] MAIA, D. L; BARRETO, M. C. Tecnologias digitais na educação: uma análise das políticas públicas brasileiras. **Educação, Formação & Tecnologias**, vol. 5, n.º1, p. 47-61, 2012.
- [9] MCTI. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações**. Política de Inovação. Disponível em: <https://inovacao.mcti.gov.br/politica/>. Acesso em: 03 de novembro de 2023.
- [10] PRETTO, Nelson. Educação e inovação tecnológica: um olhar sobre as políticas públicas brasileiras. **Revista Brasileira de Educação**, Unochapecó, ano 5, n.º 11, p. 75-85, 2003.
- [11] MANFREDINI, Antonio Carlos. Tecnologia de informação: Competitividade e políticas públicas. **Revista de Administração de Empresas**, vol. 36, n.º 2, p. 34-43, 1996.
- [12] Parque Tecnológico Augusto Severo é inaugurado em Macaíba. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2022/12/26/parque-tecnologicoaugusto-severo-e-inaugurado-em-macaiba.ghtml>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.
- [13] STEINER, João E.; CASSIM, Marisa Barbar; ROBAZZI, Antonio Carlos. Parques tecnológicos: ambientes de inovação. **Revista IEA**. USP. São Paulo, 2008.

# Capítulo 10

## *A defesa e difusão da ciência, a fim de superar preconceitos que neguem os seus métodos e valores*

*Alana Crystina Pessoa Lima<sup>1</sup>*

*Francisca Leticia de Oliveira Mendes<sup>2</sup>*

*Italo Andrade Vicente<sup>3</sup>*

*Jussenyson Djeyson Fernandes de Amorim<sup>4</sup>*

*Maria Luiza Melo Silva<sup>5</sup>*

*Horácio Betcel Guimarães<sup>6</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>7</sup>*

**Resumo:** Neste estudo sobre a ciência no Brasil, foram identificados desafios abrangentes, desde a escassez de recursos até questões estruturais e sociais. O objetivo foi analisar o panorama nacional, utilizando dados institucionais. Destacou-se a insuficiência de financiamento, a precariedade da infraestrutura e a falta de oportunidades para pesquisadores. Além disso, foram abordados preconceitos em relação à ciência.

**Palavras-chave:** Ciência; Brasil; Financiamento; Infraestrutura; Preconceitos.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Mestrando em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade Integradas dos Tapajós.

<sup>7</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A ciência, tecnologia e inovação desempenham papel fundamental em programas estratégicos nacionais, conforme a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O objetivo é fortalecer as capacidades de pesquisa e inovação para impulsionar o desenvolvimento econômico e social, gerando riqueza, emprego e oportunidades.

O livro de Carlos Augusto de Proença Rosa destaca que o desenvolvimento tecnológico e científico teve origem em países desenvolvidos, inicialmente impulsionado por esforços militares durante guerras. Atualmente, essa aplicação se expande para fins civis, refletindo em significativos investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

No contexto brasileiro, desde 1870, observa-se uma expansão da ciência, embora sem políticas direcionadas. A criação de instituições como a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) e o Instituto Butantan, em resposta a emergências sanitárias, exemplifica o modelo de avanço científico no país.

Essas instituições, inicialmente voltadas para conter surtos de doenças, evoluíram para se tornarem centros de produção contínua de conhecimento científico e soluções tecnológicas na área de saúde. Esse enfoque é visto como essencial para superar atrasos socioeconômicos, incluindo o cultivo de talentos científicos e tecnológicos de alta qualidade.

O movimento de defesa e difusão da ciência surge como resposta a preconceitos, desempenhando papel crucial no desenvolvimento de tecnologias inovadoras no Brasil, em setores como medicina, tecnologia da informação, energia sustentável e agricultura.

Os aspectos fundamentais da política científica e tecnológica brasileira incluem a criação de um ambiente propício à inovação, a implementação de políticas industriais de longo alcance e o fortalecimento de organizações de pesquisa. O Brasil possui grande potencial para desenvolver tecnologias inovadoras, sendo a ciência e a tecnologia essenciais para seu crescimento e desenvolvimento.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1. MAPEAMENTO CIENTÍFICO

O mapeamento científico desempenha um papel fundamental na compreensão das dinâmicas e tendências que envolvem temas complexos e multifacetados, como a interseção entre crescimento econômico, ciência e superação de preconceitos. Neste contexto, explorou-se a relevância e a evolução do tema "Perspectiva de crescimento e desenvolvimento econômico brasileiro em relação à defesa e difusão da ciência, a fim de superar preconceitos que neguem os seus métodos e valores."

Esta área de pesquisa abrange uma vasta gama de disciplinas, desde a economia até a sociologia, passando pela educação e política pública. É uma questão de crescente interesse global, que busca entender como o conhecimento científico e tecnológico pode impulsionar o desenvolvimento econômico e social, enquanto enfrenta desafios relacionados à aceitação e compreensão da ciência pela sociedade.

## 2.2. VANTAGENS COMPARATIVAS

O propósito das importações é importante para o desenvolvimento da pesquisa científica para que possamos acompanhar a evolução de outros países que muitas vezes não possuem legislação incentivadora no campo da ciência e promover isenções fiscais como o Brasil, o que possibilita a obtenção de custos menores, no entanto, estes países fizeram enormes avanços na medicina, na tecnologia e na investigação espacial, como os Estados Unidos durante a administração de Donald Trump, o que levantou dúvidas sobre as viagens humanas à Lua ou que não há verdade no aquecimento global. Porém, com o apoio e financiamento de empresas privadas, a pesquisa continua a desenvolver estudos e descobertas importantes (Nóbrega, 2018).

Ainda de acordo com Nóbrega (2018), O campo científico no Brasil tem apresentado tendência de crescimento acelerado nas últimas duas décadas. Em comparação, o número de pesquisadores científicos no país dobrou desde a década de 1990. Desse jeito, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) estabelece um contraste para o time de pesquisa, embora o governo federal forneça incentivos, como financiamento ou bolsas de estudo.

A classificação do Brasil no Índice Global de Inovação subiu cinco posições do ano passado para este ano, ocupando a 57ª posição entre 132 países. Apesar do progresso, o país ainda está 10 posições atrás de onde estava na pesquisa de 2011 (Vitorio, 2021).

Entre os países da América Latina e do Caribe, o Brasil ocupa o quarto lugar, atrás de Chile, México e Costa Rica. Entre os países do BRICS (grupo dos emergentes), o Brasil ocupa o penúltimo lugar, à frente apenas da África do Sul, na 61ª posição geral. A China ocupa o 12º lugar, a Rússia o 45º e a Índia o 46º (Gazzconecta, 2020).

Segundo GazzConecta (2020), o Brasil é o país sul-americano que mais exporta serviços de tecnologia de informação e comunicação, gerando receitas de US\$2 bilhões naquele ano. As informações são do estudo Insight Report 2020 realizado pela Assespro-Paraná em parceria com o Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná. Na região da América do Sul, o Brasil ocupa o primeiro lugar com 43% das exportações, seguido pela Argentina com 33%.

## 2.3. DEFESA E DIFUSÃO DA CIÊNCIA

A defesa e difusão da ciência fornece uma base sólida para a compreensão e comunicação de conhecimentos científicos. Ele se refere ao conjunto de conceitos, teorias e abordagens que os cientistas usam para enquadrar suas pesquisas, interpretar resultados e compartilhar suas descobertas com a comunidade acadêmica e o público em geral. O referencial teórico é um elemento essencial para a propagação da ciência de várias maneiras, seja na interpretação dos resultados, na defesa da ciência e até mesmo gerando uma comunicação eficaz.

A ciência é um dos pilares da sociedade moderna, impulsionando o progresso e melhorando a qualidade de vida. No entanto, a ciência muitas vezes enfrenta desafios e resistência, com preconceitos que negam seus métodos e valores. Neste contexto, o referencial teórico desempenha um papel crucial na defesa e difusão da ciência, fornecendo a base intelectual necessária para explicar, justificar e promover o conhecimento científico.

Na prática, apesar da necessidade de o desenvolvimento científico e tecnológico interno ter se tornado hoje um consenso, os obstáculos encontrados para sua implementação no seio da sociedade brasileira ainda são enormes e concentram-se principalmente na falta de reconhecimento social e na ausência de uma demanda social.

Nos últimos 20 anos, a expansão da internet no Brasil tem impactado significativamente o acesso à informação, especialmente na área de Ciência e Tecnologia (C&T). Atualmente, 66% da população brasileira possui acesso à internet, sendo o país um dos mais entusiasmados no uso de redes sociais e aplicativos de celular. Embora a TV ainda seja a principal fonte de informações em C&T, a internet tem ganhado espaço, especialmente entre os jovens.

A cibercultura influencia a divulgação científica, integrando o conhecimento científico às experiências culturais e facilitando o diálogo entre pesquisa e público. A comunicação é crucial, pois a ciência sem divulgação tem pouco impacto. Na cibercultura, cientistas podem atuar como difusores de seus trabalhos, reinventando as relações entre produção, difusão e divulgação. Ao compartilhar processos e resultados, a divulgação científica promove uma compreensão mais profunda da ciência, inspira futuras gerações de cientistas e torna a ciência mais acessível e tangível.

### **2.3.1. OS DESAFIOS DA PESQUISA CIENTÍFICA NO BRASIL**

O desempenho das funções de coordenação e direção central é limitado, exigindo organismos centrais para estudos, avaliação da ação executiva, coordenação entre ministérios e agências governamentais, e consultoria na formulação de políticas de desenvolvimento científico e tecnológico.

A modernização tecnológica de uma economia está ligada à abertura para mercados externos, gerando autoalimentação com a introdução do progresso tecnológico na indústria e impulsionando a expansão das exportações. À medida que as exportações aumentam, a política de importações se liberaliza, intensificando a pressão competitiva e incentivando a modernização e tecnificação.

Superar os obstáculos iniciais é crucial para integrar o país às correntes mundiais de comércio e tecnologia, respondendo de forma positiva aos estímulos do mercado global. O trecho faz referência ao artigo de Nuno Fidelino de Figueiredo sobre as condições e fatores para uma política nacional de desenvolvimento tecnológico, destacando a importância da inovação, exportações e enfrentamento da concorrência global.

Segundo Hércules Pereira Neves, coordenador científico do Instituto de Inovação e Incorporação Tecnológica Ciências Médicas, enfatiza que a ciência no Brasil vive um paradoxo. Ao mesmo tempo em que é essencial não só para a vida, mas para o desenvolvimento e inovação do país, em plena pandemia de COVID-19, momento em que os cientistas comprovaram que são fundamentais e insubstituíveis, ciência e cientistas foram os mais desvalorizados, atacados e até prejudicados.

### **2.3.2. A INTERNET E A CULTURA CIENTÍFICA NO BRASIL: DIFUSÃO DA CIÊNCIA**

Nos dias de hoje a difusão da ciência se faz por meio da internet que é atualmente um suporte de divulgação muito importante. O crescente número de sites sobre o tema é

primordial para a produção, veiculação e consumo das notícias. Altera de forma exponencial todo o dinamismo e velocidade da produção e circulação da informação.

Observa-se, assim, a importância da informação e discussão sobre ciência, pois esta deve estar para a sociedade como algo que pode mais ser pensado não apenas em termos de transmissão do conhecimento científico dos especialistas para os leigos; ao contrário, seu objetivo deve ser trabalhar para que todos os membros da sociedade passem a ter uma melhor compreensão, não só dos resultados de pesquisa científica, mas da própria natureza da atividade científica (Lévy-Leblond, 2006). Bueno (1984) estabelece que: “A divulgação científica, muitas vezes denominada popularização da ciência, tem sido reduzida à veiculação da ciência e tecnologia pela imprensa. Isto é, faz-se coincidir o amplo conceito de divulgação científica com um segmento representativo do chamado Jornalismo Científico.”

É fundamental ressaltar a importância da afirmação de Jurdant (2006) de que a ciência precisa ser submetida às exigências reflexivas da fala, a fim de existir efetivamente na cultura. A divulgação científica, por sua vez, surge como uma resposta a essa necessidade percebida. Ela desempenha um papel fundamental na democratização do conhecimento científico, servindo como um veículo para tornar a ciência acessível ao público em geral.

### **2.3.3. PROBLEMÁTICAS NA BUSCA POR UMA CONSOLIDAÇÃO DA DEFESA E DIFUSÃO DA CIÊNCIA**

No Brasil, a consolidação eficaz da defesa e difusão da ciência enfrenta desafios significativos. Um dos principais problemas é a falta de investimento adequado em pesquisa e educação científica, que prejudica a capacidade de produzir conhecimento de qualidade e competir globalmente. Além disso, a disseminação de informações imprecisas e pseudocientíficas nas redes sociais e meios de comunicação muitas vezes mina a confiança na ciência.

Superar preconceitos que negam os métodos e valores científicos requer a promoção da alfabetização científica, a transparência na pesquisa, a divulgação eficaz de resultados e o fortalecimento das instituições de pesquisa e ensino no país. Um dos principais fatores que implicam na difusão é que o Brasil enfrenta uma séria falta de investimento em ciência e pesquisa. Isso dificulta a realização de pesquisa de ponta e a formação de pesquisadores qualificados.

A ciência produzida no Brasil muitas vezes não é disseminada de maneira eficaz. Isso leva a uma falta de conhecimento e de entendimento sobre a importância da ciência por parte da população em geral e com isso muitos pesquisadores brasileiros enfrentam dificuldades para publicar seus trabalhos em revistas científicas internacionais de alto impacto, o que é crucial para a difusão da ciência.

Contudo, o país tem enfrentado um aumento no negacionismo científico, que é a rejeição de conhecimentos científicos consagrados, como a teoria da evolução e o aquecimento global, este fenômeno é potencialmente perigoso, pois mina a confiança na ciência e pode levar a decisões políticas e sociais mal-informadas, contribuindo para a disseminação de preconceitos e de concepções errôneas sobre a ciência.

Por fim, dentre várias problemáticas que prejudicam a difusão e defesa no Brasil o que também se problematiza é a falta de infraestrutura adequada para a realização de

pesquisas científicas é outro obstáculo significativo no Brasil. Muitos laboratórios e instituições de pesquisa enfrentam dificuldades devido à escassez de equipamentos e instalações adequadas, assim consolidando a escassez de novos cientistas que é um processo demorado e caro, pois a falta de investimento e de políticas de incentivo à ciência no Brasil resulta em uma escassez de cientistas, o que prejudica o avanço da ciência no país.

#### **2.3.4. DEFESA E DIFUSÃO DA CIÊNCIA, A FIM DE SUPERAR PRECONCEITOS QUE NEGUEM OS SEUS MÉTODOS E VALORES**

A ciência, como pilar fundamental para o progresso social, econômico e ambiental, desempenha um papel crucial no desenvolvimento de nações. Neste contexto, o Brasil se depara com desafios complexos que impactam diretamente o avanço científico no país. Esta análise visa não apenas destacar a escassez de recursos, questões estruturais, falta de oportunidades e preconceitos enfrentados pela comunidade científica, mas também fornece uma visão sobre soluções promissoras.

Observar o orçamento destinado à ciência no Brasil em 2022, representando apenas 1,2% do PIB, evidencia uma disparidade notável quando comparado a países desenvolvidos, como Estados Unidos, Alemanha e Japão. Esta discrepância destaca a urgência de revisar as políticas de financiamento para garantir a competitividade e relevância da pesquisa científica brasileira (Carlos; Silva, 2023).

Oliveira (2021), destacou que os orçamentos científicos sofrem com recursos cada vez mais escassos, relacionados a bloqueios e emergências que prejudicam a execução do planejamento universitário. Esta política de constantes cortes orçamentais têm trazido dificuldades e desafios sem precedentes, incluindo a manutenção e melhoria da qualidade acadêmica.

Nesse período, os gastos discricionários nos orçamentos científicos das universidades federais diminuíram 37% em relação a 2010, ajustados pela inflação. Portanto, o orçamento do MEC para o ensino superior de 2010 soma atualmente R\$ 7,1 bilhões em valores atualizados. Em 2021, o valor foi de R\$ 4,5 bilhões. Houve também queda em relação a 2020, na ocasião em que foi de R\$ 5,5 bilhões (Oliveira, 2021).

O presidente do Sindicato Nacional dos Administradores Públicos de Ciência e Tecnologia, alertou que o orçamento de ciência e tecnologia para 2022 seria o menor da última década. O Desenvolvimento Científico, atingindo seu ápice em 2014 com mais de R\$ 8,5 bilhões, sofreu uma significativa queda em 2015, alcançando pouco mais de R\$ 2 bilhões e 100 milhões, (Noia e Alfano, 2021).

A estabilidade se manteve até 2019, seguida por outra redução em 2021. Em 2022, houve uma recuperação, embora com uma ligeira diminuição em 2023. A Administração Geral, em contraste, apresentou uma trajetória mais linear, com variações mínimas ao longo dos anos, manifestando uma leve queda a partir de 2022.

O interesse do poder público desempenha um papel crucial na promoção e fortalecimento da ciência em uma sociedade. Em um cenário nacional, a forma como o governo direciona seus recursos, desenvolve políticas e prioriza a ciência reflete diretamente na construção de uma cultura científica e na superação de preconceitos em relação aos métodos e valores científicos. A compreensão e apoio do poder público são fundamentais para criar um ambiente propício à pesquisa e inovação.

No âmbito dos maiores favorecidos, a presença do Banco do Brasil S.A. sugere uma estratégia de parceria entre o setor financeiro e o poder público, indicando a relevância de instituições bancárias no apoio à pesquisa e inovação. A Financiadora de Estudos e Projetos, como principal beneficiária, destaca-se como uma ferramenta estratégica do governo para estimular a inovação.

### **3. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES**

Visando aprofundar a análise sobre o financiamento para a ciência no Brasil, oferecendo reflexões sobre desafios enfrentados e apresentando recomendações práticas para lidar com as lacunas identificadas. A falta de financiamento para a ciência é um desafio persistente. De acordo com o relatório *Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: Indicadores Básicos 2022*, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, o orçamento destinado à ciência e à pesquisa no Brasil foi de R\$ 17,1 bilhões em 2022, o que representa 1,2% do PIB, o que dificulta o desenvolvimento de pesquisas científicas de qualidade, que podem levar a novos produtos, tecnologias e soluções para problemas sociais e ambientais.

As instituições de pesquisa brasileiras enfrentam problemas de infraestrutura, como falta de laboratórios e equipamentos adequados. Essa falta de infraestrutura dificulta o desenvolvimento de pesquisas científicas de alta qualidade e pode levar a perdas de produtividade e de competitividade.

Os pesquisadores brasileiros enfrentam dificuldades para encontrar oportunidades de emprego para suas pesquisas. Ainda existem preconceitos em relação aos métodos e valores científicos, o que dificulta a divulgação da ciência para a sociedade e a compreensão da importância da pesquisa científica.

### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise revela a complexidade do cenário enfrentado pela ciência no Brasil. Desde a escassez de recursos até questões estruturais e sociais, os desafios são variados e demandam ações conjuntas e eficazes. A constatação da queda significativa nos investimentos em ciência, exemplificada pelos cortes orçamentários no Ministério da Educação, evidencia uma realidade alarmante. A falta de recursos não apenas impacta a qualidade das pesquisas, mas compromete diretamente a capacidade das instituições de proporcionarem uma formação acadêmica robusta.

O cenário desfavorável, somado à falta de infraestrutura adequada, pode resultar em perdas significativas em produtividade e competitividade. O preconceito em relação à ciência surge como um desafio igualmente crucial. A resistência a métodos e valores científicos impede não apenas a disseminação do conhecimento, mas também prejudica a compreensão da importância da pesquisa científica na resolução de problemas sociais e ambientais.

Nesse contexto, as recomendações apresentadas buscam traçar caminhos para reverter esse quadro desafiador. O fortalecimento da infraestrutura científica, a promoção da mobilidade acadêmica e a disseminação da educação científica são alicerces para uma transformação efetiva.

A ciência, contudo, não deve ser encarada como uma responsabilidade exclusiva do governo. O engajamento da sociedade civil é fundamental, seja por meio de doações,

voluntariado ou apoio ativo à divulgação científica. A comunidade científica, por sua vez, desempenha um papel crucial ao unir esforços na divulgação da ciência e no combate aos preconceitos. Em suma, a defesa e difusão da ciência no Brasil não é apenas uma necessidade, mas uma urgência.

## REFERÊNCIAS

- [1] GAZZ, Conecta. **Brasil é país da América do Sul que mais exporta serviços de tecnologia. São Paulo.** Disponível em: <https://gazzconecta.com.br/gazz-conecta/brasil-e-pais-da-america-do-sul-que-mais-exporta-servicos-de-tecnologia/>. Acesso em: 14 de março de 2020.
- [2] FIGUEIREDO, N. F. DE. Condições e fatores determinantes para uma política nacional de desenvolvimento tecnológico. **RAE**, vol. 14, n.º 3, p. 23–51, 1974.
- [3] LIMA, N. T., SÁ, D. M. de; CASAZZA, I. F.; BRITO, C. A. G. de. As ciências na formação do Brasil entre 1822 e 2022: história e reflexões sobre o futuro. **Estudos Avançados**, vol.36, n.º105, 211–233, 2022.
- [4] LEITE, R. A. O. Difusão da ciência moderna em instituições de ciência e tecnologia um estudo de caso - o Museu Paraense Emílio Goeldi. [s.l.] Belém, Pa: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993.
- [5] MELO, Vander de Freitas; LIMA, Marcelo Ricardo de; LIMA, Valmiqui Costa. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio.** 130f. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.
- [6] MONTEIRO, L. **Os desafios da pesquisa científica no Brasil.** Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/ciencia/2022/01/23/interna\\_ciencia,1339495/osdesafios-da-pesquisa-cientifica-no-brasil.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/ciencia/2022/01/23/interna_ciencia,1339495/osdesafios-da-pesquisa-cientifica-no-brasil.shtml)>. Acesso em: 11 dezembro de 2023.
- [7] NOIA, Julia; ALFANO, Bruno. **CNPq tem o menor orçamento do século 21, corta bolsas e afeta pesquisas em meio à pandemia.** São Paulo, 31 maio 2021. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/educacao/cnpq-tem-menor-orcamento-do-seculo-21corta-bolsas-afeta-pesquisas-em-meio-pandemia-25038771>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.
- [8] NÓBREGA, Gilmara de Lima. **Importação para o desenvolvimento de pesquisas científicas nas Universidades Federais: Um estudo de caso na assessoria de comércio exterior da UFPB.** 2018. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração Pública, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2018.
- [9] OLIVEIRA, Elida. **Ciência e tecnologia acabaram': em 11 anos, orçamento do MEC para as universidades federais cai 37%. G1, 2021.** Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2021/05/12/ciencia-e-tecnologia-acabaram-em-11-anos-orcamento-do-mec-para-as-universidades-federais-cai-37percent.ghtml>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [10] VITORIO, Tamires. **CNN - Brasil sobe em ranking de inovação, mas continua com desempenho ruim, diz CNI. São Paulo, 20/09/2021.** Disponível em <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/brasil-sobe-5-posicoes-em-ranking-de-inovacao-mas-continua-com-desempenho-ruim/>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.

# Capítulo 11

## *Ampliação da autonomia tecnológica na Defesa Nacional: desafios e perspectivas*

*Levy Mardson da Silva Gonzaga<sup>1</sup>*

*Arthur de Sousa Campos<sup>2</sup>*

*Leonardo Pessoa Cavalcanti<sup>3</sup>*

*Pedro Lucas Abrantes Sarmiento<sup>4</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>5</sup>*

*Orivaldo Vieira de Santana Junior<sup>6</sup>*

**Resumo:** A busca pela autonomia tecnológica na defesa nacional é crucial diante dos desafios complexos e dinâmicos. Este estudo analisa a Estratégia Nacional de Defesa, destacando a necessidade de integração entre instituições militares e civis em programas de pós-graduação. A distinção entre Segurança e Defesa é esclarecida, enfatizando a ação efetiva para garantir a soberania. A tecnologia eletrônica, incluindo robótica, automação, sistemas integrados e cibernética, é central, sendo alinhada à Capacidade Nacional de Defesa. O referencial teórico destaca a autonomia como instrumento de poder internacional. A robustez da base industrial de defesa é crucial, demandando investimentos em pesquisa e desenvolvimento, bem como em uma força de trabalho especializada. Análises de políticas públicas revelam desafios financeiros e de transferência de tecnologia. A necessidade de adaptação constante, inovação e cooperação internacional é ressaltada para fortalecer as capacidades tecnológicas na defesa nacional.

**Palavras chaves:** Autonomia Tecnológica; Defesa Nacional; Base Industrial de Defesa; Políticas Públicas; Cooperação Internacional.

---

<sup>1</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>6</sup> Doutor e Mestre em Ciência da Computação pelo CIN/UFPE, Bacharel em Ciência da Computação pelo DCC/UFBA. Docente da Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN

## 1. INTRODUÇÃO

Os desafios cada vez mais complexos e dinâmicos tornaram urgente a discussão da expansão da autonomia nacional e das tecnologias de defesa. Os países hoje procuram formas de desenvolver tecnologias avançadas para a sua segurança e soberania, tendo em vista, principalmente, que o grau de independência tecnológica no setor da defesa de uma nação é crucial para a sua capacidade de se defender eficazmente contra ameaças internas e externas.

A Estratégia Nacional de Defesa (END) postula que haja uma maior integração entre as instituições científicas e tecnológicas, tanto militares quanto civis (BRASIL, 2008). Porém, notadamente, poucas instituições de ensino superior no país, têm programas de pós-graduação *stricto sensu* que abarcam os estudos sobre Defesa, dentre os quais a maior parte, civil, é oriunda das áreas de Relações Internacionais e Ciência Política (GONÇALVES, 2023).

Para Cunha e Mignon (2019), os termos Segurança e Defesa são frequentemente confundidos, mas apresentam definições distintas. Segundo a Política Nacional de Defesa (PND), Segurança é definida como a condição que permite ao país preservar sua soberania, integridade territorial e interesses nacionais, assegurando aos cidadãos o exercício de seus direitos e deveres constitucionais. Refere-se à sensação de liberdade, ausente de riscos, pressões e ameaças. Já a Defesa Nacional compreende o conjunto de medidas e ações, predominantemente militares, para proteger o território, soberania e interesses nacionais contra ameaças externas. Enquanto a Segurança é mais abrangente, Defesa implica em ações concretas para garantir a segurança do país.

Segundo Eduardo (2018), A Política Nacional de Defesa – PND (BRASIL, 2016), atualizada em 2016, é o documento de mais alto nível do planejamento de ações destinadas à Defesa Nacional, coordenadas pelo Ministério da Defesa (MD), sendo baseada nos princípios e objetivos nacionais fundamentais previstos na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 – CF88 (BRASIL, 1988). Eduardo (2018) afirma que a PND busca harmonizar as iniciativas de todas as expressões do Poder Nacional intervenientes com o tema Defesa Nacional, visando melhor aproveitar as potencialidades e as capacidades do país.

De acordo com Amarante (2012), a tecnologia de base eletrônica está transformando o cenário da guerra e influenciando as operações militares, com destaque para quatro formas emergentes de combate: Robótica, Automatização, Sistêmica e Cibernética. Estas, ainda incipientes, já são empregadas em guerras contemporâneas e representam o futuro dos meios militares, focando em substituir funções humanas por máquinas, automatizar processos tecnológicos, integrar sistemas de guerra de forma automatizada e realizar operações cibernéticas. Além disso, a Capacidade Nacional de Defesa (CND) é fortalecida através da coordenação entre aeronáutica, Planejamento Nacional de Defesa (PND), Estratégia Nacional de Defesa (END) e documentos setoriais do Ministério da Defesa, promovendo alinhamento de objetivos, cooperação estratégica, transparência e minimização de riscos nas ações de defesa nacional.

Explorando a importância da expansão das capacidades tecnológicas relacionadas com a defesa, este artigo investiga políticas, alianças internacionais e estratégias para o desenvolvimento tecnológico para salvaguardar a autossuficiência e a segurança de uma nação.

A autonomia na tecnologia de defesa é uma busca crucial que apresenta vários obstáculos. Esta peça visa oferecer pontos de vista e compreensão às pessoas que desejam abordar esta questão urgente, que é essencial para a segurança e prosperidade dos nossos países.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A segurança e a soberania nacional são preocupações primordiais para qualquer nação. Na busca por assegurar sua independência na área de defesa, muitos países se esforçam para ampliar suas capacidades tecnológicas nacionais, reduzindo a dependência de tecnologia e equipamentos estrangeiros. Ao analisar a relação entre política, economia, segurança internacional e desenvolvimento industrial, este estudo busca fornecer insights valiosos sobre como os Estados podem fortalecer suas posições estratégicas e garantir a proteção de seus interesses nacionais. Para tanto, examinaremos as contribuições de diversos autores e teóricos que se dedicaram a entender essa questão complexa e multidisciplinar.

A autonomia na defesa nacional refere-se à capacidade de um país de garantir sua segurança e soberania sem depender excessivamente de tecnologia, equipamentos e conhecimento estrangeiros. A construção e manutenção das capacidades tecnológicas nacionais são essenciais para alcançar essa autonomia. Autores como Biddle (2004) e Barry R. Posen (1984) argumentam que a busca pela autonomia na defesa pode influenciar a formulação de políticas de segurança e estratégias militares.

A transferência de tecnologia entre países desempenha um papel crítico na ampliação das capacidades tecnológicas nacionais. A dependência excessiva de tecnologia estrangeira pode enfraquecer a autonomia de um país na defesa. As teorias de dependência tecnológica, como a proposta por Susan Strange (1996), enfatizam os desafios que as nações enfrentam quando adquirem tecnologia militar de fontes estrangeiras.

Segundo Kenneth Waltz (1979), argumenta que o sistema internacional é caracterizado por uma anarquia inerente, onde os Estados buscam garantir sua própria segurança. Nesse ambiente, a busca por autonomia tecnológica é vista como um meio de fortalecer a posição de um Estado no sistema internacional, tornando-o menos dependente de atores externos em questões cruciais de defesa. A capacidade de desenvolver tecnologias avançadas internamente não apenas fortalece a posição de um Estado, mas também lhe confere uma maior capacidade de negociação e influência nas relações internacionais.

John Mearsheimer (2001), argumenta que os Estados estão sempre em busca de maximizar seu poder relativo e que a segurança é um objetivo primordial. Na busca por autonomia tecnológica na defesa, os Estados podem adotar estratégias ofensivas para adquirir e desenvolver tecnologias que aumentem seu poder militar. Isso pode resultar em competição e conflitos de interesses entre Estados, especialmente quando se trata de tecnologias críticas para a segurança nacional.

A capacidade de um país desenvolver tecnologias avançadas na defesa está, de fato, intrinsecamente relacionada à sua base industrial. Uma indústria de defesa robusta desempenha um papel fundamental na pesquisa, desenvolvimento, produção e manutenção de equipamentos e tecnologias militares. Para expandir essa discussão, é crucial considerar a complexa interação entre a base industrial, a economia e o

desenvolvimento de capacidades tecnológicas nacionais na defesa. Uma base industrial de defesa eficaz requer um investimento substancial, os governos muitas vezes direcionam recursos significativos para apoiar este setor, incluindo financiamento para pesquisa e desenvolvimento (P&D) de tecnologias avançadas. Esses investimentos são essenciais para estimular a inovação e o progresso tecnológico, que são vitais na busca pela autonomia na defesa.

Além disso, o desenvolvimento de uma infraestrutura industrial sólida é crucial para a defesa nacional. Isso engloba a criação de instalações de pesquisa, laboratórios, centros de produção e uma rede de logística e transporte eficiente. Tal infraestrutura não apenas facilita o avanço tecnológico interno, mas também apoia a manutenção e modernização das capacidades existentes ao longo do tempo. Além disso, a qualidade da força de trabalho é essencial, requerendo profissionais altamente qualificados em diversas disciplinas, como engenheiros, cientistas e técnicos. Investimentos na formação, capacitação e retenção desses profissionais são fundamentais para o sucesso da indústria de defesa.

Nesse contexto, a obra de Richard Lipsey e Paul Krugman (1987) sobre economia industrial fornece uma perspectiva valiosa. Esses autores exploram os princípios econômicos subjacentes ao desenvolvimento industrial e à criação de capacidades tecnológicas em várias áreas, incluindo a indústria de defesa. Suas análises podem ajudar a entender como os investimentos governamentais, à inovação e a dinâmica da força de trabalho interagem para fortalecer a base industrial de defesa de um país.

Em todo o mundo, a busca por autonomia tecnológica na defesa tem levado países a implementar políticas públicas específicas. No Brasil, o Ministério da Defesa enfatiza o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para fortalecer a base tecnológica nacional. Essas políticas visam fomentar a inovação e a pesquisa aplicada, reduzindo a dependência de tecnologia estrangeira. Além disso, a diplomacia desempenha um papel crucial nesse processo, facilitando o acesso a tecnologias e recursos por meio de parcerias e relações internacionais. Negociações estratégicas e acordos de compartilhamento de tecnologia fortalecem as capacidades nacionais e promovem a estabilidade global.

Além disso, políticas de aquisição estratégica têm sido adotadas em muitos países, priorizando a compra de tecnologia e equipamentos nacionais sempre que possível. Essas políticas visam a impulsionar a indústria de defesa local e reduzir a vulnerabilidade decorrente da dependência de importações (Smith, 2018). A aquisição estratégica de tecnologia é um componente crucial para fortalecer a base industrial de defesa e promover a autonomia tecnológica.

A cooperação internacional também desempenha um papel fundamental nas políticas de defesa de muitos países. Acordos de compartilhamento de tecnologia e parcerias em projetos de pesquisa conjunta são exemplos de medidas adotadas para ampliar as capacidades tecnológicas nacionais (Jones, 2020). A colaboração com organizações internacionais e outros Estados pode proporcionar acesso a conhecimentos e recursos que, de outra forma, seriam difíceis de adquirir.

A formação de recursos humanos qualificados é uma peça-chave nas políticas de defesa. A criação de programas educacionais e de treinamento especializados, muitas vezes em colaboração com instituições acadêmicas, ajuda a garantir a disponibilidade de profissionais altamente qualificados no campo da tecnologia de defesa (Johnson, 2019). A formação de uma força de trabalho especializada é essencial para o desenvolvimento e manutenção das capacidades tecnológicas nacionais na área de defesa.

Outro aspecto importante é o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis na área de defesa. A busca por autonomia não deve comprometer o meio ambiente. É imperativo adotar práticas de desenvolvimento e produção que minimizem o impacto ambiental. Além disso, a consideração da sustentabilidade contribui para uma maior aceitação pública e apoio a projetos de defesa.

Finalmente, as políticas de segurança cibernética desempenham um papel fundamental na proteção dos sistemas de defesa. Com a crescente interconectividade e a importância cada vez maior da cibersegurança, as estratégias de defesa agora incluem medidas específicas para salvaguardar sistemas críticos de informações e infraestrutura tecnológica (Brown, 2020). A segurança cibernética é uma preocupação central na era digital, e a busca pela autonomia na defesa depende de uma estratégia robusta nesse campo. Garantir a integridade das capacidades nacionais requer a proteção eficaz dos sistemas cruciais e a capacidade de detectar e neutralizar ameaças cibernéticas em tempo real.

Ao analisar essas políticas adotadas no Brasil e em outros países, é possível identificar estratégias bem-sucedidas e lições aprendidas que podem informar as abordagens futuras para a ampliação da autonomia tecnológica na área de defesa (Johnson, 2021). As políticas públicas desempenham um papel crucial na promoção do desenvolvimento de capacidades tecnológicas nacionais na defesa e na busca por segurança e autonomia.

Em um cenário global de constante mudança, a capacidade de se adaptar e inovar é essencial para a ampliação da autonomia na defesa. A análise de ameaças em evolução, a avaliação de tecnologias emergentes e a formação de estratégias ágeis são fundamentais para manter a vantagem tecnológica. A autonomia na defesa não é um objetivo estático, mas um compromisso contínuo com o fortalecimento das capacidades nacionais em um mundo em constante transformação.

Em suma, o Brasil se depara com desafios multifacetados. Primeiramente, questões de financiamento e investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologias de defesa representam um obstáculo considerável, uma vez que os recursos financeiros disponíveis frequentemente se mostram limitados, afetando diretamente a capacidade do país de desenvolver internamente tecnologias avançadas na área de defesa.

Além disso, a histórica dependência de importações de equipamentos militares e tecnologias de defesa levanta preocupações críticas relacionadas à soberania e à segurança nacional. Em momentos de tensões internacionais, essa dependência pode se revelar uma vulnerabilidade significativa.

A coordenação entre diversas instituições governamentais, como o Ministério da Defesa, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e as Forças Armadas, é essencial, mas muitas vezes é dificultada por questões burocráticas e desafios de compartilhamento de recursos. Além disso, a transferência de tecnologia de parceiros estrangeiros para o Brasil em projetos de defesa pode ser complexa, sujeita a restrições e envolver altos custos, demandando soluções eficazes. O desenvolvimento e a manutenção de uma força de trabalho altamente qualificada em áreas relacionadas à tecnologia e inovação são fatores críticos para o sucesso nesse empreendimento.

Por fim, a formação de parcerias público-privadas (PPPs) para o desenvolvimento de tecnologias de defesa levanta questões regulatórias, de compartilhamento de custos e de propriedade intelectual que requerem atenção e resolução cuidadosas.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais na defesa nacional foi um tema de extrema relevância para a segurança e soberania do Brasil. A análise detalhada do cenário nacional, com base em dados reais do IBGE, IPEA e outras fontes, revela a importância estratégica desse tema.

De acordo com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, a ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais na defesa nacional foi um dos eixos para fortalecer o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Além disso, a Política Nacional de Defesa estabelece como um dos objetivos a promoção da autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa, refletindo a importância estratégica atribuída a esse aspecto.

Segundo Zague (2012), conforme o Ministério da Defesa (2008, p.5) a primeira versão da Estratégia Nacional de Defesa propôs ações estratégicas de médio e longo prazo com o objetivo de “[...] modernizar a estrutura nacional de defesa, atuando em três eixos estruturantes: reorganização das Forças Armadas, reestruturação da indústria brasileira de material de defesa e política de composição dos efetivos das Forças Armadas”.

A necessidade de autonomia tecnológica também foi destacada pelo Ministro da Defesa, que defendeu a independência tecnológica das Forças Armadas como necessária para ampliar as capacidades da defesa nacional. Essa autonomia tecnológica é crucial para garantir a soberania do país e reduzir vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas, como nas áreas da saúde, energia, alimentos, minerais e sistemas de informação e comunicação. De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), a Política Nacional de Defesa (PND) estabelece como um dos Objetivos Nacionais de Defesa (ONDs) "promover a autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa". Além disso, a Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações destaca a "ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais na defesa nacional" como um dos objetivos.

É fundamental investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), alocando recursos significativos para estimular a inovação e o surgimento de novas capacidades. Além disso, estabelecer parcerias estratégicas com instituições de pesquisa, universidades e empresas privadas pode promover colaborações valiosas em projetos de desenvolvimento tecnológico. Incentivos fiscais são ferramentas eficazes para motivar empresas a investirem em tecnologias avançadas de defesa, enquanto a capacitação de recursos humanos por meio de programas educacionais e treinamentos especializados é crucial para desenvolver uma mão de obra qualificada.

A implementação de políticas industriais específicas para o setor de defesa reduz a dependência de importações, promovendo a produção local. Paralelamente, a atenção à cibersegurança é essencial, com o desenvolvimento e implementação de estratégias abrangentes para proteger as infraestruturas críticas contra ameaças digitais. Além das sugestões anteriores, é recomendável incentivar a inovação por meio de políticas específicas, premiando empresas e instituições que desenvolvem tecnologias inovadoras. A formação de clusters tecnológicos e a promoção de padrões de interoperabilidade também são estratégias relevantes.

O uso de tecnologias avançadas, como monitoramento por satélite, drones e inteligência artificial, pode fortalecer a capacidade de coleta e análise de informações

estratégicas. O desenvolvimento de capacidades de resiliência cibernética é crucial para garantir a segurança dos sistemas de defesa contra-ataques digitais.

Colaboração internacional em pesquisa e desenvolvimento, investimento em educação em ciências e tecnologia desde as fases iniciais e a integração de fontes de energia renovável nos sistemas de defesa também desempenham papéis importantes. Além disso, a implementação de sistemas de manutenção preditiva e o uso de treinamento virtual avançado são estratégias complementares.

Ao diversificar as abordagens e combinar diferentes estratégias, é possível criar um ambiente propício para o fortalecimento das capacidades tecnológicas na defesa nacional. Essas medidas, quando implementadas de forma integrada, contribuem para uma defesa robusta e autônoma.

Considerando esses aspectos, a criação de políticas públicas eficazes para a ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas na defesa nacional deve priorizar o fortalecimento do desenvolvimento científico e tecnológico, a promoção de parcerias estratégicas e a difusão de tecnologias inovadoras. Isso inclui a alocação de recursos financeiros para pesquisa e inovação, o estímulo à cooperação entre instituições acadêmicas e o setor produtivo, e a promoção de parcerias estratégicas com outros países. Além disso, a difusão massiva da conectividade e capacitação digital, o desenvolvimento de tecnologias sociais e assistivas, e o apoio a arranjos produtivos locais são aspectos relevantes a serem considerados.

Outra solução relevante é o fortalecimento da indústria de defesa, que contribui para uma das prioridades atuais do governo, a recuperação da economia. Atualmente, o setor representa 4,7% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando uma ordem de 2,9 milhões de empregos. O evento reúne fabricantes do setor da indústria militar e de segurança e tem como objetivo a exposição de produtos, soluções e tecnologias do segmento, bem como uma agenda de palestras para abordar questões relacionadas à Defesa e segurança no Brasil e no mundo.

A Política Nacional de Defesa (PND) estabelece como um dos Objetivos Nacionais de Defesa (ONDs) "promover a autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa". Além disso, a Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações destaca a "ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais na defesa nacional" como um dos objetivos.

Temos também, para promover a ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais na defesa, sugere-se explorar inovações como o desenvolvimento de tecnologias quânticas para segurança cibernética, investir em redes de sensores autônomos para uma coleta de dados eficaz, utilizar inteligência artificial avançada na análise de ameaças, implementar plataformas de simulação para treinamento militar adaptável, pesquisar eletromagnetismo controlado para propósitos estratégicos, integrar tecnologias híbridas de energia para autonomia operacional, explorar o uso de blockchain para segurança de dados em sistemas de defesa, investir em nanotecnologia para materiais mais leves e resistentes, incorporar robótica avançada em operações diversas e promover programas educacionais em ciência de dados aplicada à defesa nacional. Essas abordagens visam aproveitar tecnologias emergentes e estratégias inovadoras para fortalecer as capacidades tecnológicas, garantindo uma resposta eficaz aos desafios contemporâneos na área de defesa.

Podemos ainda, para potencializar a ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas na defesa nacional, é crucial explorar soluções avançadas e estratégias inovadoras. Isso inclui a integração de sistemas autônomos de combate, como veículos aéreos não tripulados com capacidades de decisão autônoma baseadas em inteligência artificial, proporcionando uma resposta rápida e adaptativa em situações de conflito.

Além disso, a implementação de sistemas de guerra eletrônica de última geração, como dispositivos de interferência de comunicação e técnicas avançadas de contramedidas eletrônicas, pode desempenhar um papel significativo na neutralização de ameaças adversárias.

Para fortalecer a resiliência cibernética, é fundamental desenvolver redes de comunicação militares altamente seguras, com protocolos de criptografia de última geração e sistemas de detecção de intrusão baseados em aprendizado de máquina. A utilização de técnicas de ofuscação de dados também pode contribuir para a proteção eficaz contra ataques cibernéticos sofisticados.

A nanotecnologia aplicada à medicina militar pode revolucionar os cuidados de saúde em ambientes operacionais, permitindo a criação de dispositivos médicos ultraportáteis e sistemas de diagnóstico precoces, aumentando a eficiência dos serviços de saúde para as forças armadas.

Além disso, o desenvolvimento de sistemas de propulsão avançados, como motores a jato de próxima geração e tecnologias de propulsão hipersônica, pode proporcionar mobilidade estratégica excepcional, permitindo respostas rápidas em diferentes teatros de operações.

Explorar o potencial da computação quântica na resolução de problemas complexos, como a quebra de códigos de criptografia adversária, pode conferir uma vantagem significativa em termos de segurança de informações sensíveis.

Considerando o crescente papel da inteligência artificial, o desenvolvimento de sistemas autônomos de tomada de decisões éticas e transparentes, que estejam alinhados com princípios legais e morais, pode assegurar o uso responsável dessas tecnologias nas operações de defesa.

Por fim, a criação de centros de inovação colaborativa, envolvendo setores governamentais, privados e acadêmicos, pode promover um ecossistema dinâmico que favorece a rápida adoção e implementação de tecnologias emergentes na defesa nacional.

Essas propostas abrangem uma gama diversificada de áreas tecnológicas, demonstrando um compromisso com a vanguarda da inovação e o avanço das capacidades tecnológicas na defesa nacional.

Em conclusão, a ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas na defesa nacional é um desafio estratégico que requer uma abordagem abrangente, integrando aspectos orçamentários, interesses públicos e incentivos ao desenvolvimento tecnológico. A criação de políticas públicas eficazes nesse sentido é fundamental para garantir a segurança e soberania do país.

## REFERÊNCIAS

- [1] AMARANTE, **Texto para Discussão (TD) 1758: A Base Industrial de Defesa brasileira**. Disponível em [https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1758.pdf](https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1758.pdf) Acesso em 10 de outubro de 2023.
- [2] BIDDLE, Stephen. **Military Power: Explaining Victory and Defeat in Modern Battle**. Princeton University Press: 2004.
- [3] BRASIL. **Decreto n. 6.703, de 18 de dezembro**. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa. Brasília. 2008.
- [4] BRASIL, Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa**. Brasília, DF: MD, 2012<sup>a</sup>.
- [5] BRASIL, Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa (PND)**. 2016b.
- [6] BRASIL, Ministério da Defesa. **Portaria nº 1.597/GC3 - Concepção Estratégica Força Aérea 100. 2018**. Disponível em: [https://www.fab.mil.br/DCA%2011-45\\_Concepcao\\_Estrategica\\_Forca\\_Aerea\\_100.pdf](https://www.fab.mil.br/DCA%2011-45_Concepcao_Estrategica_Forca_Aerea_100.pdf). Acesso em: 11 de outubro de 2023.
- [7] BROWN, C. Cybersecurity in Defense: Challenges and Strategies. **Defense Technology Review**, vol. 8, nº2, p 112-128, 2020.
- [8] CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Portaria MCTI nº 6.998, de 10.05.2023**. Disponível em: [https://www.cgее.org.br/documents/10195/19950898/Portaria\\_MCTI\\_n\\_6.998.pdf/](https://www.cgее.org.br/documents/10195/19950898/Portaria_MCTI_n_6.998.pdf/). Acesso em 11 de outubro de 2023.
- [9] CARDIM, Maria Eduarda. Braga Netto defende independência tecnológica das forças armadas em evento. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/politica/2021/11/4965392-braga-netto-defende-independencia-tecnologica-das-forcas-armadas-em-evento.html>. Acesso em: 19 de novembro de 2023.
- [10] CUNHA, R. S. P.; MIGON, E. X. F. G. As ciências militares e a configuração dos estudos de defesa como área do conhecimento científico. Coleção Meira Mattos: **revista das ciências militares**, v. 13, nº.46, 2019.
- [11] GONÇALVES, Estudos na defesa nacional: Bases epistemológicas e interdisciplinares. **Humanidade & Inovação**. Vol. 9 nº24, 2022.
- [12] Johnson, A. Education and Training in Defense Technology. **Defense Technology Journal**, vol. 1, nº1, p 45-58, 2019.
- [13] JONES, R. International Collaboration in Defense Technology Development. **Journal of Defense Studies**, vol 24, nº3, p 158-175, 2020.
- [14] LIPSEY, Richard; KRUGMAN, Paul. **An Introduction to Positive Economics**. Londres: Weidenfeld e Nicolson, 1987.
- [15] MEARSHEIMER, John. **The Tragedy of Great Power Politics**, 2001.
- [16] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. Portaria MCTI nº 6.998, de 10.05.2023. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria\\_MCTI\\_n\\_6998\\_de\\_10052023.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria_MCTI_n_6998_de_10052023.html). Acesso em : 19 de novembro de 2023.
- [17] MINISTÉRIO DA DEFESA. **Estratégia Nacional de Defesa 2021**. Brasília, DF, Brasil, 2021.
- [18] SOUZA, Fábio Renan Azevedo de. Observatório Militar da Praia Vermelha. A nova era de competição geopolítica e os desafios para a Política Nacional de Defesa do Brasil. Disponível em: <https://ompv.eceme.eb.mil.br/geopolitica-e-defesa/geopolitica-e-capacidades-nacionais-de-defesa/593-nova-era-competicao-geopolitica-desafios-politica-nacional-defesa-brasil>. Acesso em : 19 de novembro de 2023.
- [19] POSEN, Barry R. **The Sources of Military Doctrine: France, Britain, and Germany Between the World Wars**. Cornell University Press, 1984.
- [20] SMITH, J. **Strategic Defense Procurement: Prioritizing National Capability Development**. Oxford University Press, 2018.

[21] STRANGE, Susan. **The Retreat of the State: The Diffusion of Power in the World Economy**, 1996.

[22] WALTZ, Kenneth Neal. **Theory of International Politics, Boston**. Massachusetts: McGraw-Hill: 1979.

[23] ZAGUE, Augusto JOSE. **Autonomia estratégica e colaboração internacional na produção de armamentos: a perspectiva Brasileira**. Disponível em:  
[https://www.enabed2022.abedef.org/resources/anais/19/enabed2022/1659025041\\_ARQUIVO\\_83a6c0098c0a9ea121c41fc00595f4ac.pdf](https://www.enabed2022.abedef.org/resources/anais/19/enabed2022/1659025041_ARQUIVO_83a6c0098c0a9ea121c41fc00595f4ac.pdf). Acesso em : 19 de novembro de 2023.

# Capítulo 12

## *Redução das vulnerabilidades, em cadeias produtivas estratégicas, como nas áreas da saúde, energia, alimentos, minerais e sistemas de informação e comunicação*

*Aline Ribeiro da Silva<sup>1</sup>*

*Evelly Gabrielle do Bonfim Pereira<sup>2</sup>*

*Emily Cabral dos Santos Pinto<sup>3</sup>*

*Fernanda Geovanna de Oliveira Gonçalves<sup>4</sup>*

*Jussier Bezerra Tibúrcio<sup>5</sup>*

*Eduardo Murilo Pinto Taborda<sup>6</sup>*

*Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins<sup>7</sup>*

**Resumo:** A redução de vulnerabilidades em cadeias de produção estratégicas, como saúde, energia, alimentos, minerais, sistemas de informação e comunicação. Sugere diversificar fornecedores, fortalecer cadeias de produção locais e desenvolver tecnologias de produção resilientes. Enfatiza políticas públicas integradas e eficazes alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável. Destaca a necessidade de diversificar fornecedores para reduzir a dependência de matérias primas importadas e fortalecer as cadeias de produção locais. Aborda o desperdício de alimentos e seu impacto nas emissões globais de gases de efeito estufa. No setor de saúde, destaca as interrupções nas cadeias de abastecimento hospitalar e a importância da gestão eficaz da cadeia de suprimentos. Discute os desafios e oportunidades da transição para uma bioeconomia, economia circular e Indústria 4.0 na indústria agrícola e de alimentos.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade; Cadeias produtivas; Indústria; Matéria prima; Economia.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>7</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Graduada em enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

As cadeias produtivas estratégicas, são aquelas que desempenham um papel fundamental para o desenvolvimento econômico e social de um país. Elas são responsáveis pela produção de bens e serviços essenciais para a população, como medicamentos, alimentos, energia e tecnologia (Morais; Lopes, 2022).

No entanto, essas cadeias também são vulneráveis a uma série de riscos, como desastres naturais, crises econômicas e pandemias. Esses riscos podem causar disrupções na produção, levando a escassez de produtos e serviços, aumento de preços e até mesmo perda de vidas.

Uma série de fatores foram identificados que contribuem para a vulnerabilidade das cadeias produtivas estratégicas, incluindo a dependência de matérias-primas importadas, a estrutura concentrada e a organização em escala global. Os autores também apontaram uma série de medidas que podem ser adotadas para reduzir essas vulnerabilidades, como a diversificação da base de fornecedores, o fortalecimento de cadeias produtivas locais e o desenvolvimento de tecnologias de produção resilientes (Morais; Lopes, 2022).

A citação apresentada acima aborda os fatores que contribuem para a vulnerabilidade das cadeias produtivas estratégicas. Esses fatores são relevantes para o tema da redução das vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas, pois permitem identificar as causas desse problema e, a partir disso, desenvolver medidas para resolvê-lo.

Uma série de fatores que contribuem para a vulnerabilidade das cadeias produtivas estratégicas, incluindo a dependência de matérias-primas importadas, a estrutura concentrada e a organização em escala global. Os autores também apontaram uma série de medidas que podem ser adotadas para reduzir essas vulnerabilidades, como a diversificação da base de fornecedores, o fortalecimento de cadeias produtivas locais e o desenvolvimento de tecnologias de produção resilientes (Morais; Lopes, 2022).

Para reduzir a vulnerabilidade dessas cadeias, é importante diversificar a base de fornecedores, de modo a reduzir a dependência de matérias-primas importadas de um único país ou região. Além disso, é importante fortalecer as cadeias produtivas locais, de modo a aumentar a capacidade de produção nacional.

Outra medida importante para reduzir a vulnerabilidade das cadeias produtivas estratégicas é o desenvolvimento de tecnologias de produção resilientes. Essas tecnologias são capazes de resistir a uma variedade de riscos, como desastres naturais, crises econômicas e pandemias.

As políticas públicas voltadas para a redução de vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas no Brasil. Os autores identificaram que essas políticas são fragmentadas e ineficientes, e que não estão alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável (Barbieri; Freitas, 2021).

Os autores apontam que é necessário um esforço conjunto do governo, empresas e sociedade civil para reduzir as vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas. Eles sugerem que as políticas públicas devem ser mais integradas e eficazes, e que devem estar alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

Entretanto, as políticas públicas também devem ser alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável, de modo a garantir que a redução das vulnerabilidades em

cadeias produtivas estratégicas contribua para o desenvolvimento econômico e social de forma sustentável.

A inovação, muitas vezes ligada a mudanças intencionais, envolve a aplicação de estratégias distintas. No setor da saúde, particularmente em cadeias de suprimentos hospitalares, enfrenta-se constantes rupturas devido a variados riscos e vulnerabilidades. Essas rupturas podem ter impactos severos na assistência à saúde, tornando a gestão da cadeia de suprimentos ainda mais complexa. Buscando identificar e analisar as principais vulnerabilidades que geram riscos de ruptura no abastecimento de materiais e medicamentos em um hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Estudos científicos evidenciam que, em razão do modo de produção e consumo da sociedade contemporânea e das atividades antropocêntricas, como a geração de energia, as atividades empreendidas na agroindústria, em especial, no segmento agrícola e da pecuária, nas decorrentes mudanças no uso da terra (desmatamento) e nos sistemas logísticos dos transportes, promove-se a elevação da concentração na atmosfera terrestre dos Gases do Efeito Estufa (GEE), resultando no aquecimento do planeta e nas crises climáticas, ultimamente denominadas de emergências climáticas (Stern, 2006; Nobre *et al.*, 2007; Stocker *et al.*, 2013; Brasil, 2020a; 2020b; Lampis *et al.*, 2020; Onu, 2021).

A crise climática, comunidade científica e partes interessadas acreditam na possível transição de uma economia baseada em combustíveis fósseis, com sua maior parte, em recursos biológicos renováveis. No entendimento de Heijman (2016), a bioeconomia está ganhando cada vez mais espaço, para discussão entre as partes interessadas, como entre os tomadores de decisões dos setores que se utilizam de insumos da produção primária de base biológica.

Mccormick e Kautto (2013) ressaltam que, em resposta aos desafios da sociedade, como mudanças climáticas, escassez de recursos naturais e poluição ambiental, demandam-se transformadoras mudanças rumo a sistemas sustentáveis de produção e consumo.

No entanto, a bioeconomia é compreendida como uma economia de base biológica, representa significativa mudança nos sistemas socioeconômicos, agrícolas, energéticos e técnicos, atendendo aos requisitos de sustentabilidade, caso projetada e implantada de forma inteligente.

A economia circular como um sistema regenerativo, em que a entrada de recursos e saída de resíduos, emissões e energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento de loops de materiais e energia (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

Sob esta perspectiva da economia circular coloca-se como um modelo sociotécnico que propõe que o valor dos recursos extraídos e produzidos seja mantido em circulação, através de cadeias produtivas integradas.

Contudo, as cadeias produtivas estratégicas nas áreas da saúde, energia, alimentos, minerais e sistemas de informação e comunicação, a dependência de matérias-primas importadas é um fator de vulnerabilidade particularmente importante. Isso ocorre porque essas cadeias são responsáveis pela produção de bens e serviços essenciais para a população, e qualquer interrupção na sua produção pode ter consequências graves.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo realizado no artigo “Ferramenta Computacional para gestão da recuperação energética e da pegada de carbono em estações de tratamento de esgoto baseadas em reatores anaeróbios” é uma pesquisa analítica, quantitativa, alicerçada no método hipotético-dedutivo, que utiliza as técnicas: pesquisa bibliográfica, documental e experimental e estudos de caso, estas duas últimas na forma de simulações computacionais de três cenários. Para a consecução da pesquisa a metodologia foi dividida em duas etapas distintas, a citar: desenvolvimento da ferramenta computacional, e simulação comparativa de diferentes cenários (Bianchetti et al., 2023).

Com base em estudos bibliográficos, foram levantadas as principais rotas, atualmente empregadas ou com potencial de aplicação no futuro, para o gerenciamento dos subprodutos sólidos (lodo) e gasosos (biogás, gases dissolvidos e emissões fugitivas) do tratamento anaeróbio por porte da ETE, e foram estabelecidos os parâmetros a serem calculados pelas equações e coeficientes.

Utilizaram como base de consulta trabalhos acadêmicos, normas técnicas, documentos de área, bases de dados, entre outros. Com relação aos trabalhos acadêmicos, à exceção de parâmetros clássicos, foram priorizados trabalhos revisados por pares, obtidos via base de pesquisa do Periódicos Capes e publicados preferencialmente nos últimos cinco anos. Para as normas técnicas, publicações e bancos de dados de entidades especializadas, foram consideradas sempre as versões mais recentes disponíveis (Santos *et al.*, 2023).

As opções de gestão dos subprodutos foram divididas em três cenários com distintas opções de aproveitamento de recursos. Em comum, todos os cenários consideram como tratamento secundário da fase líquida a combinação de reatores UASB com pós-tratamento por lodos ativados (LA), objetivando o atendimento aos padrões brasileiros de qualidade para o lançamento de esgotos em termos de matéria orgânica.

Em outro estudo realizado no artigo “Índices de geração de resíduos sólidos em uma obra portuária” é caracterizado como de natureza aplicada, de abordagem quali-quantitativa e com objetivo exploratório. Com relação aos procedimentos técnicos, foi realizado um estudo bibliográfico, seguido de análise do caso dividido em três fases (Nagalli *et al.*, 2022).

A caracterização da pesquisa pela concepção do problema, definição da unidade caso e a descrição do estudo de caso. Foram identificados também os processos construtivos e as atividades de apoio geradoras de resíduos, passíveis de monitoramento.

Na etapa seguinte, em diagnóstico, consistiu na coleta e levantamento de dados propriamente dita, no qual foram obtidos dados e informações sobre o processo de geração e de gestão dos resíduos. Além da observação e das medições diretas, foram analisados documentos decorrentes do processo de gestão (manifestos de transporte de resíduos, certificados de destino final, licenças ambientais, contratos com fornecedores etc.).

Na realização da terceira etapa, foi realizada a avaliação crítica em que foram consolidados e tratados os dados levantados. Também foi calculado os índices de geração de resíduos, *per capita* e por área, e taxas de reaproveitamento de estacas de concreto centrifugadas e camisas metálicas, úteis aos gestores em processos de planejamento.

De forma similar, a geração média de resíduo perigoso por funcionário foi de 5,33 kg/mês, incluídos os equipamentos de proteção individual (EPIs), as estopas e os panos contaminados com óleo e desmoldantes. Logo, conhecendo-se a densidade aparente média dos EPIs (densidade aparente média do resíduo plástico dessa obra igual = 87 kg/m<sup>3</sup>) e a densidade média de trapos (119 kg/m<sup>3</sup>), a quantidade de caçambas necessárias em uma obra portuária para destinação de resíduos contaminados pode ser calculada com base na quantidade de funcionários mensais. Os valores de densidade aparentemente calculados mostraram-se compatíveis com os disponíveis na literatura (Nagalli; Geraldo Filho; Bach, 2020; Nagalli, 2021).

Em relação aos resíduos de serviços de saúde (RSS), por causa das coletas executadas mensalmente, a bombona de 50 L nunca encheu em sua totalidade. Se, quando o descarte dos RSS foi planejado, a equipe tivesse acesso ao índice de geração de 8,14 g de RSS por funcionário por mês, o transporte e o descarte desse resíduo poderiam ter sido mais bem executados. Percebe-se que poderia ter sido realizada a retirada dos RSS apenas após a bombona cheia, sendo prescindível a coleta mensal.

Em função da quantidade de EPIs gerados ao longo da obra, percebeu-se a não necessidade de utilização de caçambas de 5 m<sup>3</sup> para destinação dos resíduos de EPIs. Poderiam ter sido mobilizadas duas bombonas de 200 L próximas às áreas de entrega do novo EPI, uma destinada aos resíduos contaminados e outra aos materiais recicláveis (plástico). Assim, a separação do resíduo teria ocorrido com maior facilidade e eficiência (Nagalli *et al.*, 2022).

Neste contexto a observação das práticas de gestão de resíduos adotadas, na inspeção da estrutura de coleta seletiva e de armazenamento, documentos aplicáveis e percepção dos autores em relação aos relatos dos colaboradores envolvidos, concluiu-se que o sistema de gerenciamento de resíduos adotado no citado caso se mostrou efetivo. Foram observadas as práticas estabelecidas no projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil precedente. Promoveram-se os treinamentos e as sensibilizações aplicáveis, tendo-se evidenciado a importância do acompanhamento frequente, com ações de fiscalização e de orientação rotineiras.

No artigo *Minerais Estratégicos: desafios globais para o pós-COVID-19* aborda algumas políticas adotadas que é a promoção da pesquisa, exploração e produção de minerais estratégicos, incentivando investimentos e parcerias com empresas nacionais e estrangeiras. Além disso, busca-se a diversificação da matriz mineral e a redução da dependência de importações, visando garantir a segurança e soberania nacional (Giese, 2022).

A busca por uma consolidação mais eficaz do recorte "Redução das Vulnerabilidades em Cadeias Produtivas Estratégicas" no Brasil envolve diversas questões problemáticas. Algumas das principais são:

- Dependência de commodities: O Brasil tem uma economia baseada principalmente na exportação de commodities, como minério de ferro, petróleo e soja. Isso torna o país vulnerável a oscilações nos preços internacionais desses produtos, afetando negativamente a balança comercial e a estabilidade econômica.
- Escassez de investimentos em infraestrutura: A falta de investimentos em infraestrutura é um entrave para a consolidação de cadeias produtivas estratégicas. A falta de portos, estradas e ferrovias eficientes dificulta o

escoamento da produção, aumentando os custos logísticos e comprometendo a competitividade da indústria brasileira.

- Baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento: O Brasil tem investido pouco em pesquisa e desenvolvimento, o que impacta diretamente a inovação e a competitividade das cadeias produtivas estratégicas. A falta de incentivos e recursos dedicados à pesquisa e desenvolvimento tecnológico limita a capacidade de criação de produtos de maior valor agregado.
- Falta de sinergia entre setores produtivos: No Brasil, muitas vezes não há uma articulação eficiente entre os diferentes setores produtivos das cadeias estratégicas. A falta de cooperação entre empresas, governos e instituições de pesquisa dificulta a identificação de oportunidades e ações coordenadas para reduzir as vulnerabilidades e promover o crescimento sustentável das cadeias produtivas.
- Ausência de políticas de longo prazo: A falta de políticas consistentes de longo prazo é um dos principais desafios para a busca por uma consolidação mais eficaz do recorte de redução das vulnerabilidades. As mudanças periódicas de governo e a falta de continuidade nas políticas públicas dificultam a implementação de ações consistentes e duradouras.

Em suma, a consolidação do recorte "Redução das Vulnerabilidades em Cadeias Produtivas Estratégicas" no Brasil enfrenta desafios como a dependência de commodities, a falta de investimentos em infraestrutura e pesquisa e desenvolvimento, a falta de sinergia entre setores produtivos e a ausência de políticas de longo prazo. Superar essas questões problemáticas é fundamental para promover o crescimento e a diversificação da economia brasileira.

No artigo Bioeconomia, Economia Circular e Agroindústria 4.0: Proposições para as transições tecnológicas emergentes aborda alguns exemplos de políticas públicas adotadas no Brasil e em outros países que incluem: Incentivos fiscais e financeiros para empresas e empreendimentos que adotam práticas sustentáveis e tecnologias inovadoras, Estabelecimento de metas e regulamentações ambientais para promover a economia circular e a redução de resíduos, Programas de capacitação e educação para empresas e profissionais se adequarem às transições tecnológicas da bioeconomia e agroindústria 4.0, Promoção de parcerias público-privadas para impulsionar a inovação e a implementação de tecnologias na bioeconomia e na agroindústria, Estímulo à pesquisa e desenvolvimento de novas soluções tecnológicas para a bioeconomia e a economia circular e Criação de políticas de compra pública sustentável, que priorizem produtos e serviços produzidos de forma sustentável e circular (Giese, 2022).

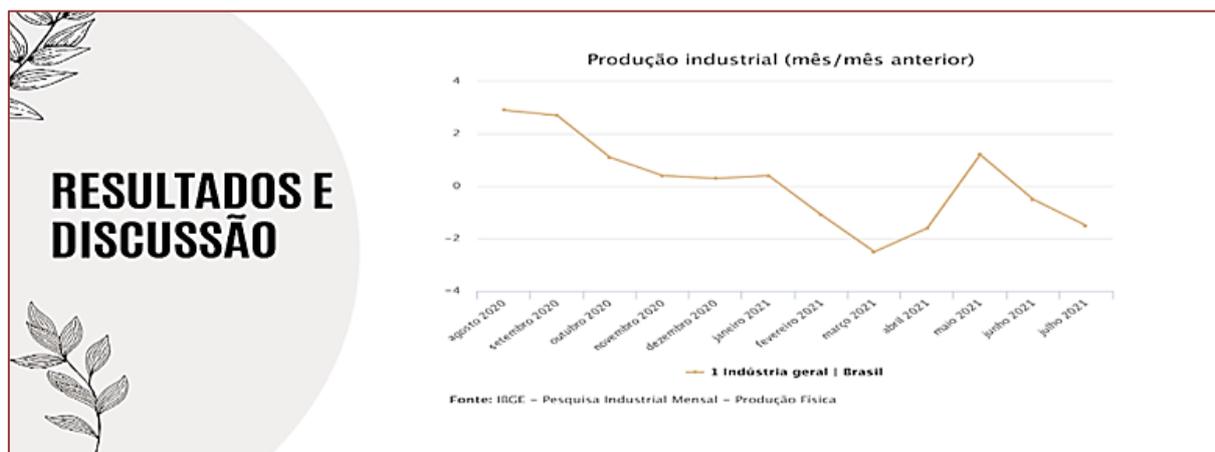
A bioeconomia envolve o uso sustentável de recursos biológicos para produzir alimentos, energia e materiais, enquanto a economia circular tem como objetivo maximizar a eficiência no uso de recursos, reciclando e reutilizando produtos e materiais. Já a agroindústria 4.0 refere-se à aplicação de tecnologias digitais e de automação na agricultura e na indústria de alimentos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pandemia da covid-19 que aconteceu nos anos de 2019-2021 houve uma queda na economia e em outras áreas. A produção industrial apresentou queda de 1,3% na passagem de junho para julho, após retração de 0,2% no mês anterior. Com o resultado, a indústria acumula queda de 1,5% em dois meses, após alta de 1,2% em maio. Segundo os dados da Pesquisa Industrial Mensal (PIM), divulgada pelo IBGE (Fig.1).

No ano, a indústria acumula alta de 11% e, em doze meses, de 7%. Com o resultado de julho, a produção industrial ficou 2,1% abaixo do patamar pré-pandemia, de fevereiro de 2020. O recuo de julho alcançou duas das quatro grandes categorias econômicas e 19 dos 26 ramos pesquisados. “Em linhas gerais, o comportamento de julho não difere muito do que a gente vem observando ao longo deste ano, já que dos sete meses, em cinco houve queda”, explica André Macedo, gerente da pesquisa. Com o avanço da vacinação e a flexibilização das restrições, a produção industrial agora sente os efeitos do encarecimento do custo e do desarranjo de toda cadeia produtiva.

**Figura 1:** Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física



Fonte: IBGE.

A crise da doença por coronavírus 2019 (COVID-19) revelou com que rapidez e amplitude as cadeias de abastecimento mundiais podem ser prejudicadas por fatores externos. Vimos no primeiro semestre de 2020 todos os setores econômicos serem impactados pela pandemia, gerando um cenário de incerteza na economia global, como o setor mineral, e as demandas por metais críticos. As mudanças no comportamento e consumo, ocasionadas pelas políticas de isolamento social, que promoveram o aumento do uso de tecnologias digitais.

O estudo feito pelo IBGE aponta que o ano de 2020 (fig.2) foi marcado pelos efeitos negativos da pandemia sobre a economia e o comércio internacional, causando impactos tanto na oferta quanto na demanda mundial.

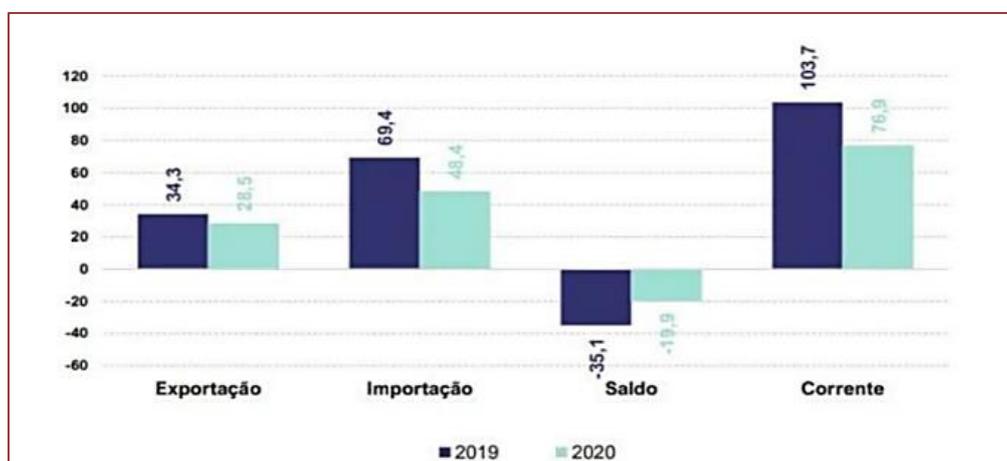
**Figura 2: Variação do valor adicionado bruto (%)**



Fonte: IBGE.

De acordo com os dados apresentados (fig.3), as exportações brasileiras de serviços apresentaram redução de 17% em relação a 2019, caindo de US\$ 34,5 bilhões para US\$ 28,5 bilhões em 2020. As importações brasileiras de serviços apresentaram redução de 30,2%: foram de US\$ 69,4 bilhões em 2019 para um total de US\$ 48,4 bilhões em 2020. Como é mostrado no gráfico abaixo.

**Figura 3: Balança comercial brasileira de serviços – 2019-2020**



Fonte: Banco Central do Brasil.

As contribuições negativas importantes para o resultado da PIM de julho de 2020 foram dos setores de veículos automotores, reboques e carrocerias (-2,8%), de máquinas e equipamentos (-4,0%), de outros equipamentos de transporte (-15,6%) e de indústrias extrativas (-1,2%).

Já entre as sete atividades com crescimento na produção, coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis (2,8%) exerceu o principal impacto positivo, com o terceiro mês seguido de avanço e acumulando, nesse período, 10,2% de aumento. Na imagem abaixo é mostrada outras atividades que houve uma queda.

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo do artigo “O papel do setor elétrico na redução da vulnerabilidade social.” conclui que a relação entre energia elétrica e vulnerabilidade social se torna evidente quando os investimentos na área levam em consideração fatores que podem melhorar a qualidade de vida das comunidades. Em outras palavras, quando os investimentos em eletricidade têm o potencial de criar novos empregos a partir de novas fontes de geração de energia, permite que as comunidades locais tenham voz nas decisões que afetam suas realidades, o que contribui para uma avaliação adequada dos possíveis impactos sociais e ambientais causados pelos empreendimentos energéticos nas afetadas, e apoia a regulamentação das empresas distribuidoras de energia elétrica.

A dependência de fontes de energia específicas, como o petróleo, o gás natural ou a eletricidade gerada a partir de uma única fonte, pode criar vulnerabilidades em termos de abastecimento e segurança energética. A diversificação das fontes de energia é crucial para garantir um fornecimento contínuo e sustentável. Isso envolve a transição para fontes renováveis, como a energia solar, eólica e hidrelétrica, bem como o investimento em tecnologias de armazenamento de energia e redes inteligentes.

O artigo “Fundamentos jurídicos para redução da vulnerabilidade hídrica.” se aprofunda no estudo da crise hídrica e de como ela afeta o direito fundamental das cadeias produtivas. A gestão econômica dos recursos hídricos pode ter graves consequências, como a escassez de água para atender às necessidades básicas da população e a falta de proteção natural contra enchentes em caso de chuvas intensas. Os eventos de seca e inundações no Brasil destacam o problema dessa situação que pode se tornar no futuro. Portanto, é fundamental realizar estudos e implementar ações para reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência dos recursos hídricos.

Os processos que envolvem a produção de serviços do ecossistema estão tão interligados que qualquer tentativa de classificação seria simplista e, portanto, conveniente. Embora vulnerabilidade e resiliência sejam frequentemente considerados irrelevantes, elas têm significados diferentes na literatura. A vulnerabilidade se refere à probabilidade de ser prejudicada, enquanto a resiliência diz respeito à capacidade de um sistema e seus componentes de absorver, se adaptar ou se recuperar eficaz e rapidamente após um desastre, incluindo a preservação, restauração ou melhoria de sua estrutura e funções essenciais. Logo, é crucial não apenas prevenir desastres, mas também garantir que as comunidades se recuperem adequadamente após a ocorrência de um desastre. Essa preocupação tem sido uma constante no âmbito político e regulador europeu e americano em relação aos desastres.

A redução das vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas é uma tarefa complexa e desafiadora, mas é essencial para o desenvolvimento sustentável do Brasil. O

país precisa diversificar sua matriz produtiva, investir em infraestrutura, aumentar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, promover a cooperação entre empresas, governos e instituições de pesquisa e adotar políticas públicas de longo prazo. A adoção dessas medidas permitirá ao Brasil reduzir sua dependência de commodities, aumentar sua competitividade internacional, gerar mais empregos e renda e contribuir para a redução das desigualdades sociais.

Além disso, a redução das vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas também é importante para a preservação do meio ambiente. O Brasil tem um enorme potencial para desenvolver atividades econômicas sustentáveis, como a bioeconomia e a economia circular. A adoção de práticas sustentáveis nas cadeias produtivas ajudará o país a reduzir sua pegada ambiental e contribuir para a transição para uma economia verde.

O Brasil tem um longo caminho a percorrer para reduzir as vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas. No entanto, com a adoção de políticas públicas e ações empresariais acertadas, o país pode alcançar esse objetivo e se tornar uma economia mais próspera, justa e sustentável. Algumas recomendações específicas para a adoção de políticas públicas no Brasil incluem:

- A criação de um plano nacional de desenvolvimento sustentável, que define metas e ações específicas para reduzir as vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas;
- A adoção de um sistema de monitoramento e avaliação das políticas públicas implementadas;
- A promoção da transparência e da participação da sociedade civil no processo de formulação e implementação de políticas públicas.
- A adoção dessas recomendações ajudará o Brasil a criar um ambiente propício para a redução das vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas e o desenvolvimento sustentável do país.

## REFERÊNCIAS

- [1] AFONSO, Bruno Pellizzaro Dias; SOUSA, Caissa; AFONSO, Tarcísio; SILVA, Lilian de Fátima. Inovação na gestão de saúde: vulnerabilidade e riscos de ruptura na cadeia de suprimento hospitalar. **Anais do IV SINGEP** – São Paulo – SP – Brasil – 08, 09 e 10 de novembro de 2015.
- [2] BARBIERI, J. C; FREITAS, R. M. Redução de vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas: Uma análise de políticas públicas. **Revista de Administração Pública**, vol. 55, nº4, p.1087-1111, 2021.
- [3] **Bioeconomia, Economia Circular e Agroindústria 4.0: Proposições para as transições tecnológicas emergentes**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/JoseLopes35/publication/354180605\\_BIOECONOMIA\\_ECONOMIA\\_CIRCULAR\\_E\\_GROINDUSTRIA\\_40\\_Proposicoes\\_para\\_as\\_transicoes\\_tecnologicas\\_emergentes/links/62e28d9d9d410c5ff36b132d/BIOECONOMIA-ECONOMIA\\_CIRCULAR-EAGROINDUSTRIA-40-Proposicoes-para-as-transicoes-tecnologicas\\_emergentes.pdf](https://www.researchgate.net/profile/JoseLopes35/publication/354180605_BIOECONOMIA_ECONOMIA_CIRCULAR_E_GROINDUSTRIA_40_Proposicoes_para_as_transicoes_tecnologicas_emergentes/links/62e28d9d9d410c5ff36b132d/BIOECONOMIA-ECONOMIA_CIRCULAR-EAGROINDUSTRIA-40-Proposicoes-para-as-transicoes-tecnologicas_emergentes.pdf). Acesso em: 19 de set. de 2023.
- [4] BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia**. Brasília-DF: CGEE, 2018.
- [5] DAMACENA, Fernanda. Fundamentos jurídicos para redução da vulnerabilidade hídrica. Vol. 5, nº1. **Direito Ambiental e Sociedade**, jan/jun, 2015.

- [6] **GERENCIAMENTO DE PERDAS NA CADEIA DE PRODUÇÃO.** Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/sustentabilidade/gerenciamento-de-perdas-na-cadeia-de-producao>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.
- [7] HEIJMAN, Wim. How big is the bio-business? Notes on measuring the size of the Dutch bioeconomy. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, vol. 77, p. 5-8, 2016.
- [8] GRANDELL, L et al. Role of critical metal sin the future markets of clean energy technologies. **Renewable Energy, Oxford**, vol. 95, p. 53-62, Sept.2016.
- [9] GIESE, Ellen Cristine. Minerais ESTRATÉGICOS: Desafios globais para o pós Covid-19. **Revista da Escola Superior de Guerra**, v. 37, n. 79, p. 100-117, 2022.
- [10] **MINERAIS ESTRATÉGICOS: desafios globais para o pós-COVID-19.** Disponível em <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/1183/1051>. Acesso em: 19 de set. de 2023.
- [11] MORAIS, R. M; LOPES, M. R. Vulnerabilidade em cadeias produtivas estratégicas: Um estudo bibliométrico. **Revista de Administração**, vol.57, nº3, p.1-20, 2022.
- [12] MCCORMICK, Kes; KAUTTO, Niina. The bioeconomy in Europe: **An overview. Sustainability**, vol. 5, nº. 6, p. 2589-2608. 2013.
- [13] NAGALLI, André; CARVALHO, Karina Querne de; ROMANO, Cezar Augusto; ERBS, Alexandre; FILHO, Paulo Roberto Geraldo. Índices de geração de resíduos sólidos em uma obra portuária. **Eng. Sanit. Ambient.** Vol.27, nº6, Nov-Dec 2022.
- [14] NEIVA, Kalil Nascimento; GONÇALVES, Ana Carolina Nogueira; LOPES, José Carlos de Jesus; BASTOS, Bruno Gouvêa. Bioeconomia, economia circular e agroindústria 4.0: proposições para as transições tecnológicas emergentes. **COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat** - v. 19, nº. 1, 2022.
- [15] NOBRE, C. A.; et al. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Biodiversidade e Florestas-SBF. Diretoria de Conservação da Biodiversidade-DCBio. **Mudanças climáticas e possíveis alterações nos biomas da América do Sul.** Relatório, nº 6, p. 25. 2007.
- [16] **“O papel do setor elétrico na redução da vulnerabilidade social.” 2022. O papel do setor elétrico na redução da vulnerabilidade social.** Disponível em:<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29327/25292>. Acesso em: 20 de set. de 2023.
- [17] **Os impactos da pandemia nos setores produtivos mais afetados irão alcançar um terço do emprego e um quarto do PIB da região.** Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/comunicados/os-impactos-pandemia-setores-produtivos-mais-afetados-irao-alcancar-terco-emprego-quarto>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.
- [18] **Produção industrial cai 1,3% em julho e fica abaixo do patamar pré-pandemia.** Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/31527-producao-industrial-cai-1-3-em-julho-e-fica-abaixo-do-patamar-pre-pandemia>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.
- [19] SANTOS, Henrique Alves; BRANDT, Emanuel Manfred Freire; CHERNICHARO, Carlos AL; BIANCHETTI, Fábio José. **Ferramenta computacional para gestão da recuperação energética e da pegada de carbono em estações de tratamento de esgoto baseadas em reatores anaeróbios.** **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol.28, nº2, 2023.
- [20] STERN, N. What is the Economics of Climate Change. **World Economics**, v. 7, nº2, april- june. 2006.
- [21] STOCKER, Thomas F.; et al. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. **Cambridge University Review**, v. 1535, 2013.
- [22] WHO. World Economic Forum. Global Risks Report 2021. **Geneva: World Economic Forum**, 2021.

# Capítulo 13

## *Tornando a ciência, tecnologia e inovação acessíveis: desafios e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Brasil*

*Patrícia Kelly do Nascimento Tavares de Oliveira<sup>1</sup>*

*Pedro Mesmer Aquino Kitzinger<sup>2</sup>*

*Thamires dos Santos Rego<sup>3</sup>*

*Wesley Jorge da Silva Ferreira<sup>4</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>5</sup>*

*Marcela Aparecida Cucci Silvestre<sup>6</sup>*

*Carlos Alexandre Camargo de Abreu<sup>7</sup>*

**Resumo:** Este artigo aborda os desafios para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 e 10 no Brasil, com foco no Nordeste. Utilizando análise teórica e documentos como a 4<sup>a</sup> Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, identificam-se obstáculos no acesso ao ensino superior, atribuídos a fatores institucionais. Destaca-se a importância de políticas inclusivas para reduzir desigualdades regionais, enfatizando a inovação inclusiva. Globalmente, o estudo reflete a crescente preocupação com desigualdades econômicas. Conclui-se que parcerias intersetoriais são fundamentais para democratizar o acesso à CT&I, propiciando o desenvolvimento sustentável. O artigo ressalta a necessidade de políticas inclusivas e colaboração para superar desafios locais, promovendo uma abordagem equitativa no sistema nacional de CT&I.

**Palavras-chave:** Valorização; Inclusão; Desigualdades; Educação; Inovação.

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>6</sup> Doutora em Doutorado em Estudos Literários pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Doutor em Ciência e Engenharia do Petróleo pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável tem sido um tema central nas conferências internacionais da ONU, com o objetivo de equilibrar a qualidade de vida humana com a preservação do ecossistema.

A agenda 2030 foi criada para instigar ações governamentais em reconhecimento a esses desafios, promovendo soluções baseadas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Entre os objetivos, o ODS 4 e o ODS 10 são destaques neste artigo, abordando o desenvolvimento de uma educação de qualidade e a redução das desigualdades (National Geographic Brasil, 2023).

Neste capítulo, foram abordadas as problemáticas em torno dos desafios para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pela Agenda 2030, com foco especial na busca por maior igualdade no acesso à educação e à inovação tecnológica.

Contudo, são discutidos obstáculos que dificultam a inclusão social e econômica, como desigualdades de gênero, etnia e condição econômica. Além disso, será destacada a falta de colaboração efetiva entre universidades, setor produtivo e governo, impactando a transferência de conhecimentos e tecnologias, tornando a realização dos ODS 4 e ODS 10 um desafio significativo para um futuro mais equitativo e sustentável.

## 2. METODOLOGIA

Neste artigo, além de analisar os referenciais teóricos nos periódicos, também foram tratados assuntos presentes na 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - Livro Azul (2010) e o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste brasileiro - Livro Amarelo (Brasil, 2006).

No panorama atual, foi incontestável que a pesquisa científica, o desenvolvimento tecnológico e sua aplicação na produção de bens desempenham um papel central na geração de produtos com maior conteúdo tecnológico e valor agregado. Esses elementos não apenas impulsionam a inovação, mas também constituem a espinha dorsal para o avanço econômico e social de uma nação.

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações afirma que:

Os países mais inovadores e competitivos são também aqueles nos quais é maior o investimento em formação e capacitação de recursos humanos de modo continuado. O incentivo ao desenvolvimento de pesquisas pioneiras que gerem processos e produtos inovadores está intrinsecamente relacionado à formação de profissionais qualificados e comprometidos com o avanço do conhecimento científico (MCTI, 2016).

No Brasil, as universidades públicas desempenham um papel crucial na produção de tecnologia, porém, muitas vezes, enfrentam obstáculos para transferir seu conhecimento para o setor produtivo, uma vez que o Brasil não adotou uma abordagem firme e consistente em relação a essas atividades, apesar de sua evidente importância para o progresso.

Conforme destacado por Pacti (2007, p. 29, Apud Carlos Henrique R. Tomé Silva), essa lacuna tem se mostrado cada vez mais considerável, refletindo-se em desafios para alcançar todo o potencial que a Ciência, Tecnologia e Inovação oferecem.

### 3. CONTEXTO HISTÓRICO

As escolhas políticas são de suma importância para o desenvolvimento da sociedade. “Os níveis de desigualdade vivenciados em uma sociedade, incluindo a internacional, resultam destas escolhas (Piketty, 2015).

No entanto, as instituições devem funcionar, regula o mercado, formam os regulamentos que regem a relação capital-trabalho e as políticas públicas. São elas que podem gerar o acúmulo de riqueza, levando para o nível continental, isso pode levar com que determinada região sofra pela falta de investimentos e oportunidades, a tornando cada vez mais ultrapassada e fadada ao retrocesso. A necessidade de políticas públicas eficientes e inclusivas, que possibilitem a inserção e evolução do indivíduo no contexto da CT&I é de extrema relevância.

A perpetuação da pobreza, a continuidade da violência e das injustiças contra populações vulneráveis resultam dos níveis de desigualdade, constituindo não apenas um problema de desenvolvimento, mas também uma questão moral e de realização de direitos humanos. A permanência de mortes causadas ou de pessoas acometidas por doenças tratáveis significa uma violação às garantias humanas elementares (Menezes, 2019).

A problemática está longe de ser tratada apenas como uma análise simples diante a sociedade, o foco na destinação de recursos de forma minuciosa e política para prover condições essenciais de vida não é o bastante. Existe uma grande diferença de renda, riqueza e principalmente oportunidades entre os indivíduos e também entre países que torna a reflexão necessária, esses fatores são fundamentais para que o desenvolvimento socioeconômico seja possível.

Atacar as desigualdades, sejam elas de oportunidades – e que se relacionam com a necessidade de romper com todas as formas de discriminação e exclusão; ou desigualdades de resultados, é fundamental para aventar a possibilidade de uma forma de desenvolvimento sustentável e alcance dos direitos humanos (Menezes, 2019).

Na área de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), pode-se levar em consideração o "Livro Azul" resultante da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, realizada entre os dias 26 e 28 de maio de 2010. Durante a conferência, foram tratados assuntos de suma importância para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Entre eles, destaca-se o tema "Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Social", que representa um importante passo político e social na incorporação desses conceitos na agenda de CT&I.

No "Livro Azul", foi citado um avanço, ainda que pequeno, no crescimento das atividades de popularização da Ciência e Tecnologia. No entanto, existem desafios a serem superados, como a limitação de recursos, o número insuficiente de políticas públicas e ações voltadas às necessidades da população. Portanto, a promoção de uma abordagem mais inclusiva e equitativa na área de CT&I foi essencial para contribuir para a redução das desigualdades sociais e econômicas e para o alcance de um desenvolvimento sustentável no Brasil.

### 3.1. SITUAÇÃO NO BRASIL

Apesar da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) serem motores essenciais para o desenvolvimento de qualquer nação, desempenhando papéis cruciais no impulsionamento do crescimento econômico e na promoção da inclusão social por meio de avanços tecnológicos significativos, o acesso às universidades se destaca como um elemento fundamental na produção de novas tecnologias.

No entanto, segundo o Mapa do Ensino Superior no Brasil (2023), apenas 18,1% dos jovens de 18 a 24 anos estão matriculados em faculdades, revelando um desafio significativo para a maximização do potencial da CT&I no país.

Os três fatores institucionais que explicam a limitada cobertura do ensino superior no Brasil: o ensino médio, ainda distante da universalização; a seletividade do ensino superior, com competição intensa; e o alto custo do sistema público, restringindo sua expansão (Schwartzman, 2004).

Nesse contexto, enfrentar os desafios de acesso ao ensino superior no Brasil requer uma abordagem abrangente e inclusiva. Iniciativas fundamentais incluem a melhoria da qualidade do ensino médio para fornecer uma base sólida, a promoção da orientação vocacional para esclarecer opções de carreira e o conhecimento das políticas públicas de acesso.

A rigidez organizacional do sistema também foi um fator, com pouca flexibilidade para abraçar alternativas institucionais e pedagógicas, especialmente aquelas alinhadas ao mercado de trabalho e formação técnica mais breve (Mont'Alvão Neto, 2014).

Um exemplo notável dessa iniciativa foi o Colégio Embraer. A escola, que é uma iniciativa do Instituto Embraer, tem duas unidades, em São José dos Campos (SP) e em Botucatu (SP). O compromisso da instituição foi oferecer educação de qualidade no ensino médio a 720 estudantes por ano, sendo que 80% são ex-alunos da rede pública com bolsa integral. Essa iniciativa tem como objetivo ampliar o acesso de jovens ao ensino superior, com uma taxa de aprovação em universidades de ponta, entre públicas e privadas, de 84%.

#### 3.1.1. A REGIÃO NORDESTE

No Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Brasileiro, de setembro de 2014, foram abordados temas importantes para o contexto da região Nordeste do país, foram eles: o desenvolvimento, as tendências, a base de CT&I e seus avanços, como também os desafios da sociedade e da economia de CT&I, entre outros assuntos (CGEE, 2014).

Para este artigo, vale destacar a inovação inclusiva e Oportunidades para a base de CT&I regional, o sistema da região ainda precisa de um fortalecimento, e para isso, exige políticas continuadas e de longo prazo para o progresso de suas competências inovativas, da mesma forma que auxiliaria no processo de aproximação com países mais dinâmicos.

A inovação inclusiva refere-se ao bem-estar social, dada pela transformação do conhecimento trazendo melhorias e buscando novas oportunidades para lugares que antes não tinha, reduzindo a pobreza, melhorando a qualificação profissional e gerando mais benefícios sociais, passando de integrar valor as funções que já estão em processo no setor informal de baixa renda à construir melhores sistemas de aprendizagem dos

setores da sociedade para atividades mais complexas, assim atingindo o desenvolvimento de novas tecnologias.

Segundo o CGEE (2014), a evolução, falando do cenário do Nordeste, se permitiu através do apoio a base científica e tecnológica, atrelada a ações de expansão e interiorização das universidades públicas, avanço nas políticas de desconcentração e correção de assimetrias do sistema CT&I, que foram aplicadas pelo governo federal, foram iniciativas importante e positivas para o acesso e desenvolvimento voltados para a região.

Tendo em vista determinado avanço, torna-se necessário compreender e desenvolver formas voltadas para agregar e permitir acesso e incluir populações sub-representadas no sistema nacional de CT&I, a maior força que move a engrenagem econômica está nas classes menos representadas da região, aqueles com baixo nível de escolaridade, raro acesso à educação e sem nível técnico, onde universidade e institutos federais estão distantes da realidade, como alternativa, foi necessário buscar formas de aproximação entre os mesmos para com a escola pública, onde eles se encontram, a fim de motivar, instigar e demonstrar que a participação daquele indivíduo no contexto da CT&I contribuem para os benefícios da sociedade e para a capacidade de gerar transformações.

Segundo algumas pesquisas do INEP, o Nordeste mostra muita desenvoltura na educação, os três com destaques: Pernambuco, Paraíba e Ceará. De acordo com o IDEB (Índice de Oportunidades da Educação Brasil) de 2021, o Nordeste possui 97 das 100 melhores escolas de anos iniciais do Brasil, já o Enem (Exame Nacional do Ensino Médio) de 2022, mostra que 22 alunos alcançaram a nota máxima.

Durante a pandemia, a região nordeste trouxe à tona preocupação com o uso de tecnologias, pois foi visto e comprovado que a infraestrutura com internet é defasada, o CENSO mostra que, há apenas 54,7% com conectividades em escolas públicas, isso mostra que o nordeste necessita de tecnologia para aprimorar cada vez mais.

### **3.1.2. SITUAÇÃO INTERNACIONAL**

As organizações internacionais cada vez mais se preocupam em analisar a situação da desigualdade econômica e social em vários contextos da sociedade dentro e fora do país. O efeito da desigualdade foi abordado de forma a mostrar seus impactos, seja a dificuldade do acesso à educação, a situação das mulheres e os desafios até chegarem no caminho das Ciências, o nível da desigualdade entre gêneros, os serviços de saúde de qualidade, a mobilidade social, a cultura e a tecnologia.

Uma gama de estudos está sendo dedicada a pesquisar sobre essas questões. Há uma problemática que envolve uma diferenciação entre as formas de desigualdades, para que possam ser tratadas com suas particularidades e planejadas soluções mais adequadas.

Winkel (2015) define que existem dois tipos de desigualdades entre os indivíduos, a desigualdade horizontal, onde há desigualdade entre grupos sociais, seja por gênero, raça, ou religião, e a desigualdade vertical, com o foco na distribuição de renda e da riqueza.

Efetivamente, a preocupação com os níveis de pobreza encontrados mundialmente e com a desigualdade não é exatamente uma novidade. A década de 1990, que ficou

conhecida como a 'Década das Conferências Internacionais' das Nações Unidas, em razão da quantidade de discussões e grandes conferências voltadas a refletir sobre o estado do desenvolvimento global, contribuiu com o planejamento de formas para alcançar trajetórias de desenvolvimento humano e sustentável ao alcance de todos (Alves, 2001).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os desafios do desenvolvimento em inovações sociais que ainda são desamparadas por fragilidades locais, como: infraestrutura do local, poucos profissionais qualificados e a pequena tradição das instituições universitárias e de pesquisa em atuar nessas áreas, entre outros obstáculos que acabam por impedir o avanço científico-tecnológico e de inovação.

São por motivos como estes que, as gestões que promovem as políticas públicas em conjunto com projetos de extensão das instituições de ensino devem ter como foco a aproximação com os indivíduos visando ampliar novas oportunidades para a própria população.

Contudo, a importância para o desenvolvimento global, os desafios em torno da Ciência, Tecnologia e Inovação, principalmente no que tange a perspectiva de democratização do seu acesso, são inúmeros.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: MCT/CGEE, 2010. 99 p.
- [2] BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Centro de Gestão e Estudo Estratégicos. **Livro Amarelo da 3ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: MCT/CGEE, 2006. 99 p.
- [3] CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Brasileiro**. Brasília: MCTI, 2014.
- [4] CHAIMOVICH, H. **Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios**. *Estudos avançados*, v. 14, n°40, p. 134-143, 2000.
- [5] EDUCA MAIS BRASIL. **Nordeste é líder nos índices de educação, aponta censo**. Disponível em <https://www.educamaisbrasil.com.br/educacao/noticias/nordeste-e-lider-nos-indices-deeducacao-aponta-censo> . Acesso em: 09 de outubro de 2023.
- [6] MENEZES, H. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável e as relações internacionais**. UFPE: João Pessoa, 2019.
- [7] MONT'ALVÃO NETO, Arnaldo Lopo. Tendências das desigualdades de acesso ao ensino superior no Brasil: 1982-2010. **Educação & Sociedade**, v. 35, p. 417-441, 2014.
- [8] **Pesquisa revela dados sobre tecnologias nas escolas**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/pesquisa-revela-dados-sobre-tecnologias-nas-escolas>. Acesso em 09 Out 2023.
- [9] SEMESP. **Ingressantes e Concluintes – Presenciais e EAD**. Disponível em <https://www.semesp.org.br/mapa/educacao-11/brasil/ingressantes-e-concluintes/> . Acesso em: 06 dezembro de 2023.
- [10] **National Geographic Brasil**. O que é a Agenda 2030 da ONU e o que ela tem a ver com as mudanças climáticas? Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2023/12/o-que-e-a-agenda-2030-da-onu-e-o-que-ela-tem-a-ver-com-as-mudancas-climaticas>. Acesso em: 29 de janeiro 2024.

# Capítulo 14

## *Integração dos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil*

*Carlos Fernandes Pinheiro Júnior<sup>1</sup>*

*Edson Oliveira da Cruz<sup>2</sup>*

*Gabriel Dantas de Lira<sup>3</sup>*

*Gustavo do Nascimento Silva<sup>4</sup>*

*Nelis Nelson Arruda da Cruz Júnior<sup>5</sup>*

*Régia Carneiro de Menezes<sup>6</sup>*

*Thiago Bruno Lopes da Silva<sup>7</sup>*

**Resumo:** Este artigo aborda a importância da integração dos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) no contexto brasileiro. Destaca benefícios decorrentes de investimentos em pesquisa, a importância da colaboração entre universidades, empresas e órgãos governamentais, e o papel fundamental do Estado. O artigo propõe estratégias para impulsionar a competitividade nacional, enfatizando a necessidade de parcerias e investimentos para promover a inovação e o desenvolvimento tecnológico sustentável.

**Palavras-chave:** Investimentos em pesquisa, competitividade e inovação.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>7</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

É comum na maioria dos países a força de trabalho envolvida no desenvolvimento da atividade científica seja constituída por instituições universitárias e centros de institutos de investigação não universitários. Da mesma forma para o Brasil, o conjunto de atores envolvidos em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) inclui, em princípio, universidades e instituições não universitárias diretamente relacionadas às atividades de pesquisa (Zanotto, 2018).

Além disso, outras instituições desempenham um papel importante neste sistema através de relações públicas, legislação e políticas para desenvolver e incentivar a investigação científica e tecnológica. Haja vista que a compreensão da interdependência da Ciência, Tecnologia e Inovação parte da capacidade de se fazer uma observação sistemática do cenário investigado.

Desde 1999, o Brasil tem aumentado de maneira consistente o seu investimento em P&D, considerado um dos insumos para inovação e produtividade. Porém, tal esforço tem gerado resultados limitados. Esses resultados limitados não parecem refletir mera insuficiência de investimentos em inovação no Brasil, mas a maneira e a eficácia de sua implementação (Leal; Figueiredo, 2021).

Esses mesmos autores também elucidam que esse empenho culminou na formação de um sistema robusto de ensino superior e pós-graduação, além de um conjunto respeitável de instituições de pesquisa, algumas das quais gozam de reconhecimento internacional. Este sistema representa uma base sólida para o avanço científico e tecnológico do país.

Neste contexto, é importante destacar os impactos positivos que surgiram para a sociedade brasileira como resultado desses esforços. Este trabalho analisa e discute alguns desses benefícios e quais as melhorias podem ser feitas para gerar a integração das ações dos atores do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação nos seus variados níveis e esferas de atuação (Zanotto, 2018).

Graças aos investimentos contínuos na área de pós-graduação e pesquisa, a produção científica do Brasil expandiu significativamente sua presença no cenário internacional, sobretudo quando se observa as suas especificidades desdobradas nas áreas de pesquisa tecnológica, tais como: a agropecuária, a saúde e a exploração de petróleo, a acumulação de conhecimento tem gerado retornos expressivos tanto no âmbito social quanto econômico (Silva; Melo, 2001).

De acordo com Del Vecchio (2017), a integração das ações dos atores que compõem o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) é um elemento fundamental para o progresso econômico, social e científico de qualquer nação. Além disso, DEL VECHIO também aponta a alta competitividade mundial, a capacidade de coordenar e alinhar estrategicamente as atividades de universidades, institutos de pesquisa, empresas e órgãos governamentais em todos os níveis e esferas de atuação se torna essencial para alcançar o máximo potencial em termos de inovação e desenvolvimento tecnológico. Deste modo, o processo de integração não apenas otimiza os recursos disponíveis, mas também promove a sinergia entre diferentes áreas de conhecimento, impulsionando a solução de desafios complexos e o crescimento sustentável.

A integração das ações dos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação é um imperativo que transcende fronteiras e setores, uma vez que desde a colaboração entre pesquisadores em laboratórios acadêmicos até parcerias estratégicas

entre empresas e governos, pode-se constatar que a promoção do avanço tecnológico e da competitividade internacional advém de políticas públicas que maximizem a sincronização entre governo, empresas e universidades (Zumba *et al.*, 2023).

Nessa direção, pode-se observar que nos diversos níveis e esferas de atuação, a cooperação e a coordenação eficazes são essenciais para atender às demandas emergentes da sociedade (Etzkowitz, 2008). Este panorama destaca a relevância crítica de uma abordagem unificada e colaborativa para o avanço do conhecimento e da inovação em um mundo cada vez mais interconectado.

Os benefícios proporcionados pelos Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT) à sociedade têm sido objeto de considerável destaque nos diálogos públicos e nas arenas políticas. Essa importância ganha ainda mais relevo quando se analisam os impactos que vão além da mera provisão de educação superior para as novas gerações (Veugelers, 2016). Nesse contexto, a capacidade de transbordamento do capital intelectual das universidades em direção às empresas emerge como um elemento fundamental para o crescimento econômico de longo prazo (García-Vega; Vicente-Chirivella, 2020).

O presente artigo tem como objetivo principal elucidar e diagnosticar a problemática da ciência, tecnologia e inovação no Brasil, assim como apontar possíveis caminhos para melhor aproveitamento dos potenciais de desenvolvimento científico e tecnológico. A partir do arcabouço teórico descrito na introdução, presume-se que a integração e coordenação eficaz entre diversos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) é imprescindível para a criação de ecossistemas de inovação mais consistentes. Isso envolve a colaboração entre universidades, institutos de pesquisa, grandes empresas e órgãos governamentais em todos os níveis e esferas de atuação.

Nessa direção, pode-se observar que através dessa abordagem unificada e colaborativa, busca-se otimizar recursos, promover a sinergia entre diferentes áreas de conhecimento e enfrentar desafios complexos, impulsionando assim o avanço científico, tecnológico e o crescimento sustentável no Brasil. Além disso, a capacidade de transbordamento do capital intelectual das universidades em direção às empresas também é destacada como um elemento essencial para o crescimento econômico de longo prazo, enfatizando a importância da colaboração entre o setor acadêmico e o setor empresarial.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. O MODUS OPERANDI BRASILEIRO NA GESTÃO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

Para o desenvolvimento tecnológico continuar evoluindo é necessário existir métodos de abordagem unificada e colaborativa a fim de promover a integração entre o Estado, as grandes empresas e as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT's'). Através de uma abordagem estratégica, busca-se estimular o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias inovadoras que impulsionem a competitividade do país em nível global (Staub Eugênio, 2001).

Nesse contexto, a integração entre esses atores permite a elaboração de um ambiente propício para pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias em diversos setores da economia, garantindo um crescimento visivelmente sustentável e duradouro,

em simultâneo fortalecendo a posição do Brasil no cenário internacional de ciência, tecnologia e inovação. Logo, adotar uma metodologia que busque a integração desse ecossistema é crucial para alcançar um futuro promissor e tecnologicamente avançado para nossa nação.

O papel central na condução do processo de desenvolvimento econômico e social de países desenvolvidos tem sido desempenhado por parte do Estado. Em especial, os governos, têm utilizado instrumentos de políticas públicas, com o objetivo de reduzir os riscos e incertezas ao desenvolver processos inovadores (Freeman; Soete, 2008).

O Estado desempenha um papel como mão visível (Block, 2011), contribuindo de maneira sistêmica e estrutural para o desenvolvimento de atividades de inovação. Dessa forma, essa função não se limita a uma posição passiva, mas sim ativa e com capacidade de modificar a realidade econômica e social dos países (Pereira; Dathein, 2016).

Logo uma metodologia eficaz que possibilite a integração das ações dos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) nos amplos níveis e esferas de atuação, deve-se iniciar com o apoio e um sólido compromisso por parte do Estado, o qual tem o papel de fomentar um ambiente propício e adequado para a elaboração de pesquisas e inovações (Bo, 2017).

Nesse sentido, o autor também reforça que é papel do Estado firmar políticas claras de incentivo e promoção da colaboração entre universidades, institutos de pesquisa, empresas privadas e órgãos governamentais. Isso pode incluir a alocação de recursos financeiros substanciais para o desenvolvimento e pesquisa, incentivos fiscais e regulamentação favorável ao investimento em tecnologia e inovação. Além disso, o Estado tem um papel fundamental capaz de coordenar e facilitar a colaboração entre os diversos atores nos seus variados níveis e esferas de atuação, o que facilitaria a integração dos ecossistemas (Bo, 2017).

Em paralelo, as empresas desempenham um papel importante no método de integração. A política de inovação, em geral, vem incentivando a realização de projetos cooperativos entre empresas e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT's) de forma a se somar conhecimentos (Dodgson, 2005; Freeman; Soete, 2008; Rocha, 2015). Nesse sentido, essa integração contribui para propor o compartilhamento de recursos, conhecimentos e as expertises necessárias para impulsionar a inovação.

As empresas podem incentivar seus colaboradores a participarem ativamente de projetos de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, o que proporciona uma cultura de inovação interna nas organizações. Além disso, as empresas podem contribuir financeiramente com as ICT's, apoiando as atividades de pesquisa e fornecendo oportunidades de estágio e emprego para os pesquisadores e estudantes (Bo, 2017).

A integração do pesquisador nas grandes organizações oferece benefícios significativos, como a oportunidade de adquirir grande experiência prática, construção de uma rede de contatos profissionais, além do desenvolvimento de habilidades específicas da indústria, proporcionando uma visão interna das operações corporativas, auxiliando na tomada de decisões (Talavera; Pérez-González, 2007).

O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) tem como objetivo alcançar soluções que conduzam e contribuam para os avanços econômicos, tecnológicos e de inovação (Lotufo, 2009). A inovação frequentemente surge das interações criadas a partir das instituições, muitas vezes no contexto do modelo do tríplice hélice, que é a base

para a integração dos três principais atores citados, o Estado, as Empresas e as ICT's, (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

Logo, nesse contexto é importante frisar que as ICT's, ou Instituições de Ciência e Tecnologia, são organizações que desempenham um papel fundamental no ecossistema de pesquisa, desenvolvimento e inovação. As universidades, laboratórios, institutos de pesquisa e outras entidades que têm como objetivo principal, promover o avanço científico e tecnológico, gerando inovação, são consideradas ICT's (Bo, 2017). Elas são responsáveis pela condução de pesquisas avançadas, formação e consolidação de recursos humanos qualificados, também para a transferência de tecnologia e implementação no setor produtivo, além da colaboração com grandes empresas e outras instituições para o desenvolvimento de soluções inovadoras, com o objetivo de beneficiar a sociedade como um todo.

A abordagem da Tríplice Hélice reconhece a universidade não apenas como uma entidade fornecedora de ensino superior e pesquisa, mas também como, uma entidade que desempenha um papel crucial, comparável ao da indústria e do governo, na geração de novas indústrias e empresas (Etzkowitz; Zhou, 2017).

Nesse cenário, torna-se fundamental a contribuição das instituições de pesquisa, o que inclui principalmente as universidades, na busca pela construção de habilidades essenciais para os setores de serviço. Além disso, o governo desempenha um papel crítico ao coordenar e fomentar os processos de geração e disseminação de conhecimento (Etzkowitz; Mello, 2004).

Essa parceria entre empresas e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) cria um fluxo contínuo de conhecimento e tecnologia entre os setores de atuação, promovendo o desenvolvimento econômico e resultando em benefícios mútuos para todas as instituições participantes (Souza, Nassif; Tozi, 2015). Nesse sentido, essa metodologia envolvendo o Estado, incentivo, empresas e ICTs é capaz de promover a integração das ações dos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). Ela se baseia na colaboração, na coordenação estratégica e na eficiente organização de recursos, com o objetivo de impulsionar o avanço científico, tecnológico e o crescimento sustentável no Brasil. Uma abordagem como essa é capaz de unificar e extrair o máximo do potencial de inovação tecnológica do país, transcendendo fronteiras e integrando setores em um sistema cada vez mais interconectado.

Os atores operadores do SNCTI apresentam diversos arranjos institucionais. Entre eles, destacam-se os institutos federais e estaduais de CT&I, as empresas inovadoras, os institutos nacionais de C&T (INCT), as instituições de C&T (ICT), os parques tecnológicos, os institutos de pesquisas do MCTIC, as incubadoras de empresas e, principalmente, as universidades, com destaque para as públicas por meio de seus programas de pós-graduação.

Através desses profissionais, que contam principalmente com o auxílio de pesquisadores e tecnólogos, são conduzidos e concretizados programas, projetos e atividades relacionadas à CT&I. É nesse contexto que ocorre a criação de inovações, a elaboração de tecnologias e a condução das pesquisas que foram alvo de orientações a nível político e de alocações de recursos por parte das Agências de Fomento (Mcti, 2016, p. 22).

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. PANORAMAS DO SNCTI**

O objetivo deste tópico é conhecer os parâmetros conceituais relacionados à dinâmica da produção científica e técnica e seus efeitos na ideia, difusão e maturação de inovações. Pretende-se, no primeiro subtópico, definir o panorama da ciência, tecnologia e inovação nas instituições de ciência e tecnologia (ICTs) visando encontrar os desafios para a integração dos atores da esfera de (SNCTI). O segundo subtópico visa explorar os desafios para a integração dos atores de ciência, tecnologia e inovação com o objetivo de diagnosticar quais desses desafios podem ser superados a curto e médio prazo e quais irão demandar um planejamento maior e mais duradouro.

#### **3.2. CENÁRIO ATUAL DE SNCTI**

Nos tempos hodiernos, o cenário mundial exige cada vez mais atenção para as questões (Pacti, 2007).

Segundo (PACTI, 2007, p. 29), a ciência, a tecnologia e a inovação (CT&I) são, no cenário mundial contemporâneo, instrumentos fundamentais para o desenvolvimento, o crescimento econômico, a geração de emprego e renda e a democratização de oportunidades. Apesar de serem interdependentes para o avanço socioeconômico de um país, os termos “ciência”, “tecnologia” e “inovação” possuem definições próprias quando considerados isoladamente. Ainda que estejam em constante interação, existem diversas abordagens para compreender essa tríade essencial para o progresso: Ciência, Tecnologia e Inovação.

#### **3.3. CASOS DE SUCESSO EM OUTROS PAÍSES**

Uma característica que países de renda alta, como a Coreia do Sul e a China, têm em comum é que as empresas desempenham um papel muito mais significativo do que os governos no esforço nacional de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

No contexto brasileiro, é crucial destacar que a distribuição dos gastos em P&D no estado de São Paulo difere significativamente da média nacional. Cerca de 60% dos investimentos em P&D são feitos por empresas. Isso coloca os gastos em P&D no estado de São Paulo em linha com economias avançadas e com países asiáticos como Coreia e China (Leal; Figueiredo, 2021).

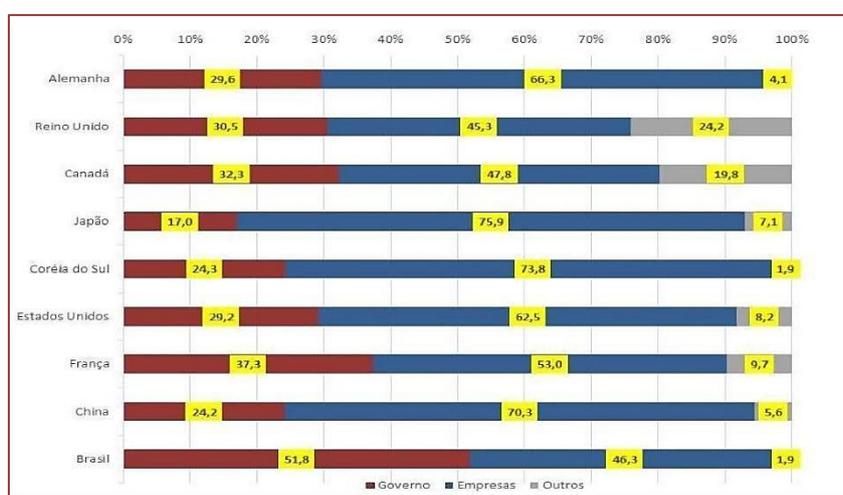
O mesmo autor também afirma que a situação do Brasil, semelhante à média dos países latino-americanos, permanece inalterada desde 2000. Ao contrário, economias avançadas e países asiáticos como Coreia do Sul e China viram um aumento nos investimentos empresariais em P&D de 2000 a 2015, superando os investimentos governamentais. Isso se deve à criação gradual de condições mais confiáveis para o financiamento de investimentos de risco nestes países.

O investimento privado em P&D é crucial para o desenvolvimento tecnológico e inovação, já que as empresas possuem conhecimento especializado em aspectos técnicos e comerciais. Além disso, inovações empresariais são fundamentais para a produtividade e crescimento econômico (Leal; Figueiredo, 2021).

Com base na figura 1, é possível visualizar uma representação gráfica da alocação de recursos em pesquisa e desenvolvimento de países desenvolvidos. Ao analisar a

distribuição percentual dos dispêndios nacionais em P&D, é possível observar a contribuição relativa de diferentes setores, como governo, empresas e instituições acadêmicas, para o esforço nacional em inovação. Essa disparidade em relação à média nacional ressalta a importância das iniciativas empresariais no fomento à pesquisa e desenvolvimento tecnológico, alinhando o país com padrões observados em economias avançadas e em nações asiáticas, como o Japão, Coreia do Sul e a China, onde a participação significativa do setor privado impulsionou avanços notáveis em inovação e crescimento econômico. Logo, a figura serve como um recurso visual esclarecedor para compreender a distribuição percentual de P&D.

**Figura 01** - Distribuição Percentual dos Dispendios Nacionais em P&D, segundo Fonte de Financiamento, Países selecionados (2000-2015)



Fonte: MCTIC (Brasil) e OECD ([www.stats.oecd.org](http://www.stats.oecd.org))

### 3.4. DESAFIOS PARA A INTEGRAÇÃO DOS ATORES DE (SNCTI)

A abordagem de uma universidade voltada para o ensino, pesquisa e desenvolvimento socioeconômico destaca a crescente importância das atividades universitárias para inovação, não apenas na ciência e tecnologia. Isso envolve colaboração com a sociedade, parceria empresariais para a inovação e uma relação mais próxima com o governo como facilitador do processo.

O déficit da ciência de base em nosso país constitui um dos desafios enfrentados para melhorar o cenário tecnológico e de integração tecnológica. Sem ela, a maior parte da tecnologia precisa ser importada de fora, e com isso deixando de aproveitar a indústria nacional e também dificultando a participação de empresas privadas no cenário de pesquisa e desenvolvimento do país.

Investimentos em P&D não têm o propósito exclusivo de gerar inovação tecnológica. Há objetivos importantes, como, por exemplo, a contribuição para uma base científica no país ou para o aprimoramento da regulação de atividades econômicas (Leal; Figueiredo, 2021).

Com isso, o Brasil deixa de ser um participante importante no cenário econômico, pois apenas produtos de menor complexidade não são comparáveis com produtos

complexos e de maior tecnologia. desenvolver produtos e tecnologias de alto valor agregado exige o investimento em ciência de base e a participação do setor privado para garantir competitividade e inovação usando esse conhecimento essencial.

No final da década de 1960, Brasil e Coreia do Sul apresentaram desempenho similar em termos de indicadores de desenvolvimento tecnológico e econômico. Quarenta anos depois, a Coreia do Sul tornou-se uma economia de alta renda, com alto nível de produtividade e com liderança global tecnológica e comercial em várias indústrias. O Brasil, por sua vez, continua estagnado na condição de renda e tecnologia média, com taxa de produtividade baixa, lento crescimento econômico e seus consequentes efeitos sociais. Por isso, essa comparação é relevante (Leal; Figueiredo, 2021).

Por conta dessa posição do Brasil, conseguir parcerias de países ou empresas multinacionais torna-se uma barreira importante a ser derrubada para que haja integração a nível internacional dos atores de (SNCTI). Por meio dessas parcerias, é possível aprender e colocar em prática as estratégias adotadas por quem já possui um sistema melhor que o nosso no que se trata de integração entre ciência de base e pesquisa e desenvolvimento, seja ela do setor público ou privado.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao percorrer os diversos aspectos abordados neste trabalho, torna-se evidente a complexidade e a importância da integração dos atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) no contexto brasileiro. A análise dos benefícios provenientes de investimentos em pesquisa e desenvolvimento destaca a significativa expansão da produção científica.

A compreensão da interdependência entre ciência, tecnologia e inovação é fundamental para o avanço socioeconômico do país. Os esforços desde 1999 para fortalecer o sistema de ensino superior e pós-graduação, assim como as instituições de pesquisa, proporcionam uma base sólida para o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil, como foi discutido no início deste trabalho. No entanto, os resultados limitados indicam a necessidade de uma revisão na implementação dos investimentos em inovação tecnológica.

O modus operandi brasileiro na gestão da Ciência, Tecnologia e Inovação destaca a importância do Estado, das empresas e das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) na integração eficaz. O papel ativo do Estado, através de políticas claras de incentivo e coordenação estratégica, é crucial para criar um ambiente propício à pesquisa e inovação.

A análise dos panoramas do SNCTI, incluindo o cenário atual e casos de sucesso em outros países, oferece insights valiosos. O déficit na ciência de base surge como um desafio significativo, demandando investimentos para garantir a competitividade internacional e a participação efetiva no desenvolvimento de produtos e tecnologias de alto valor agregado.

Ao comparar a trajetória do Brasil com países de alta renda, destaca-se a importância das parcerias internacionais como catalisadoras do avanço científico e tecnológico. É importante a busca por colaborações e a adoção de estratégias eficazes que possam superar os desafios e impulsionar o país em direção a um futuro promissor e tecnologicamente avançado.

Em síntese, a integração dos atores do SNCTI é um imperativo para o Brasil, transcendendo fronteiras e setores. A colaboração efetiva entre governo, empresas e universidades, aliada a investimentos estratégicos, emerge como o caminho para otimizar recursos, promover a sinergia entre diferentes áreas de conhecimento e enfrentar desafios complexos. O compromisso coletivo é essencial para impulsionar a inovação, o desenvolvimento tecnológico sustentável e, conseqüentemente, contribuir para o progresso econômico e social do país.

## REFERÊNCIAS

- [1] BO, Salette Oro et al. **Propriedade intelectual: marcos regulatórios**. Editora Deviant, 2017.
- [2] BLOCK, F. **Where do innovations come from? Transformations in the U.S. economy – 1970-2006**. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics, The Other Canon Foundation, Norway; Tallinn University of Technology, Tallinn, n. 35, 2011.
- [3] DEL VECHIO, Angelo. Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e a pesquisa na universidade brasileira: implicações geopolíticas. **Laplage em revista**, v. 3, n. 3, p. 133-146, 2017.
- [4] DODGSON, M. “As políticas para ciência, tecnologia e inovação nas economias asiáticas de industrialização recente”. In: KIM, L.; NELSON, R. R. (Org.). *Tecnologia, aprendizados e inovação – As experiências das economias de industrialização recente*. Campinas: Editora Unicamp, 2005, p. 313-364.
- [5] ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, Amsterdam, v. 29, n. 2, p. 109-123, February 2000.
- [6] ETZKOWITZ, H.; MELLO J.M.C. The Rise of a Triple Helix Culture - Innovation in Brazilian Economic and Social Development. **International Journal of Technology Management and Sustainable Development**, nº2, vol. 3, 159- 171, 2004.
- [7] ETZKOWITZ, HENRY. **THE TRIPLE HELIX**. University-Industry-Government, Inovation in Action. New York and London. Ed. Routledge. 2008.
- [8] ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, vol. 31, n. 90, p. 23-48, 2017.
- [9] FREEMAN, C.; SOETE, A. **Economia da inovação industrial**. Campinas: Editora Unicamp, 2008.
- [10] GARCÍA-VEGA, MARÍA; VICENTE-CHIRIVELLA, ÓSCAR. Do universitytechnologytransfersincreasefirms’ innovation? **European Economic Review**, v. 123, p. 103388,2020.
- [11] LOTUFO, R. A. A. **Institucionalização de Núcleos de Inovação Tecnológica e a Experiência da Inova Unicamp**. In: SANTOS, M. E. R. dos; TOLEDO, P. T. M. de; LOTUFO, R. de A. (Org.) *Transferência de Tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica*. Campinas: Komedi, 2009.
- [12] PACTI – **Plano de Ação 2007-2010: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, MCT, 2007. Disponível em: . Acesso em: 5 de setembro de 2023.
- [13] PEREIRA, A. J.; DATHEIN, R. Política industrial como instituição desenvolvimentista: uma crítica ao “novo desenvolvimentismo” baseada nas experiências de Brasil e Coreia do Sul. **Revista de Economia Contemporânea**, vol. 20, nº1, p. 28-57, 2016.
- [14] ROCHA, F. Does governmental support to innovation have positive effect on R&D investments? Evidence from Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, vol. 14, nº. especial, p. 37-60, 2015.
- [15] SILVA, Cylon Gonçalves da; MELO, Lúcia Carvalho Pinto de (Coord.). **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira – livro verde**. Brasília: MCT/Academia Brasileira de Ciências, 2001. 306 p.
- [16] STAUB, Eugênio. Desafios estratégicos em ciência, tecnologia e inovação. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 13, p. 5-22, 2001.

- [17] SOUZA J. V.; NASSIF M.V, TOZI L. A. A cooperação universidade-empresa, as redes sociais e a difusão do conhecimento. **G&DR**, v. 11, n. 3, p. 178-204, set.-dez. 2015.
- [18] TALAVERA, E.; PÉREZ-GONZÁLEZ, J. Formação em competências socioemocionais através de estágios em empresas. **Revista Europeia de Formação Profissional**, v. 40, n. 1, p. 90-113, 2007.
- [19] ZANOTTO, Sônia Regina. **Avaliação da qualificação institucional e da produção científica e tecnológica dos institutos do MCTIC**. 2018.
- [20] ZUMBA, F. M.; SOARES, L. F. de M.; NODARI, C. H.; DE ABREU, C. A. C. Ciência, Tecnologia e Inovação e seus transbordamentos no cenário mercadológico: uma análise sob a perspectiva da produção científica e tecnológica da UFRN. **Observatório de La Economía Latino-Americana**, vol. 21, nº. 8, p. 8539–8560, 2023.

# Capítulo 15

## *Reindustrialização e estímulo à inovação: desafios e perspectivas para o desenvolvimento econômico sustentável no Brasil*

*André Rafael Maia<sup>1</sup>*

*Gabriel Araújo Texeira<sup>2</sup>*

*Mayko Geovani Simplicio de Souza e Silva<sup>3</sup>*

*Nícolas de Moraes e Lima<sup>4</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>5</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>6</sup>*

**Resumo:** O artigo aborda estratégias interconectadas de revitalização do setor industrial e estímulo à inovação nas empresas, visando fortalecer a indústria em um cenário econômico global em constante evolução. Discute desafios, como financiamento limitado e infraestrutura, e propõe soluções práticas, incluindo incentivos fiscais e parcerias público-privadas. Assim, ao adaptar essas abordagens ao contexto específico de cada país, especialmente no caso brasileiro, podemos vislumbrar um futuro em que a pesquisa e desenvolvimento florescem, impulsionando a independência tecnológica e consolidando a posição do país como um player relevante no cenário global da inovação. Concluindo, destaca-se a importância crucial da inovação para a competitividade e o crescimento econômico, apresentando estratégias aplicáveis ao contexto brasileiro.

**Palavras-chave:** reindustrialização; inovação; pesquisa e desenvolvimento (P&D); políticas governamentais; empresas nacionais.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A economia global encontra em constante movimento, confrontamo-nos com a necessidade premente de repensar a reindustrialização. Este estudo não apenas reconhece essa exigência nas entranhas da interação desafiadora entre reindustrialização e o impulso necessário nas atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em empresas nacionais.

A problemática da expansão dessas atividades em empresas nacionais exige abordagens multifacetadas e políticas bem planejadas para promover a inovação e o crescimento econômico. Essas estratégias devem ser adaptadas ao contexto específico de cada país e setor industrial para alcançar resultados significativos.

Após isso, conseguimos compreender de forma aprofundada as políticas públicas relacionadas à inovação e P&D. Segundo Chesbrough (2003) discute se a abordagem de "inovação aberta", enquanto Edquist e Zabala-Iturriagagoitia (2012) analisam a importância da aquisição pública para a inovação. Ademais, Nelson (1993) explora os sistemas nacionais de inovação e como as políticas públicas podem influenciá-los.

A questão se apresenta de maneira clara: como enfrentar a competição acirrada e, simultaneamente, fortalecer a infraestrutura de inovação? Propomos uma exploração profunda, não como meros observadores, mas como protagonistas ativos na busca de soluções palpáveis.

O Programa de Inovação das empresas Nacionais Brasileiras foi uma área essencial para ser trabalhada, porém existem fatores que afetam a capacidade de inovação de uma organização. Uma cultura de inovação é essencial para enfrentar a pressão por inovação contínua. Ela é o conjunto de valores, crenças e práticas que incentivam a criatividade e a busca constante por novas ideias e soluções.

De acordo com Ahmed (1998) a inovação tem uma natureza holística abrangendo as atividades necessárias para dar valor aos clientes ao mesmo tempo em que dá um retorno satisfatório para o negócio. Kaasa e Vadi (2008, p.5). Sendo assim, para que se fortaleça o aspecto citado, é necessário que os líderes demonstrem apoio à inovação, comuniquem sua importância e sirvam como modelos a seguir, entendendo que os erros devem ser vistos como oportunidades para melhorar e inovar.

Além disso, promover a colaboração e a interação entre equipes e departamentos. A diversidade de perspectivas pode gerar ideias inovadoras, afinal o empoderamento e autonomia dos funcionários, associados à recompensa e reconhecimento podem favorecer a inspiração e consequentemente o cenário tecnológico nacional.

Contudo, a abordagem ultrapassa as barreiras convencionais, desafiando o status quo e buscando estratégias inovadoras que transcendam as fronteiras do convencional. Em um diálogo contínuo, não nos limitamos a identificar os desafios; iluminamos as oportunidades intrínsecas à reindustrialização inteligente e à expansão da P&D. Cada descoberta, assim, constitui um passo firme em direção a um futuro industrial mais resiliente e inovador. Este estudo não é apenas uma análise, mas um convite à reflexão e um chamado para a construção conjunta de um futuro industrial mais promissor.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A revitalização do setor industrial e o estímulo à inovação nas empresas foram temas conectados que abordam estratégias para fortalecer e modernizar a indústria em um cenário econômico global em constante mudança.

Com isso dito, a expressão “novas bases” se refere à necessidade de revitalizar a indústria de um país, frequentemente afetada por desafios como a diminuição da indústria, concorrência global e avanços tecnológicos.

Isso envolve a adoção de abordagens inovadoras, como digitalização da produção, automação, adoção de fontes de energia limpa e capacitação da mão-de-obra para tornar a indústria mais eficiente e competitiva.

Em conjunto, a revitalização do setor industrial e o estímulo à inovação nas empresas visam não apenas fortalecer a indústria, mas também criar empregos de qualidade, impulsionar o crescimento econômico sustentável e aumentar a competitividade do país no cenário global.

A expansão das atividades de pesquisa e desenvolvimento em empresas nacionais desempenha um papel fundamental para aumentar a competitividade e a inovação de um país. Isso envolve aumentar consideravelmente os investimentos em P&D, estabelecer parcerias estratégicas com instituições de pesquisa e criar um ambiente favorável à inovação.

No entanto, apesar dos benefícios substanciais que esse crescimento pode trazer em termos de avanço tecnológico e crescimento econômico, enfrenta desafios significativos, como garantir financiamento a longo prazo e competir globalmente. Encontrar um equilíbrio eficaz entre incentivos governamentais e investimento privado é crucial para alcançar um sucesso duradouro na expansão das atividades de P&D em empresas nacionais.

### **2.1. REINDUSTRIALIZAÇÃO EM NOVAS BASES E APOIO À INOVAÇÃO NAS EMPRESAS**

O fator reindustrialização no contexto inserido no apoio à inovação nas empresas representam abordagens fundamentais para o fortalecimento da economia e da competitividade industrial em um cenário global cada vez mais desafiador. Esta abordagem visa não apenas revitalizar os setores industriais existentes, mas também promover a diversificação e a incorporação de inovações tecnológicas em todos os níveis da indústria.

#### **2.1.1. POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS E ESTRATÉGIAS**

##### **a. Políticas de Fomento à Inovação**

Governos desempenham um papel crucial na criação de um ambiente propício à inovação. Políticas que incluem incentivos fiscais para P&D, subsídios e financiamento para empresas inovadoras são amplamente adotados. Um exemplo notável é a Lei do Bem no Brasil, que concede incentivos fiscais para empresas que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento.

b. Colaboração Universidade-Empresa

A promoção da colaboração entre instituições de ensino superior e empresas é uma estratégia eficaz para impulsionar a inovação. A experiência bem-sucedida de países como a Finlândia, onde a colaboração entre universidades e empresas é fortemente incentivada, demonstra os benefícios dessa abordagem.

c. Clusters de Inovação:

O desenvolvimento de clusters de inovação, onde empresas relacionadas e instituições de pesquisa estão geograficamente concentradas, promove a interação e a troca de conhecimento. O Vale do Silício nos Estados Unidos é um exemplo paradigmático desse conceito.

d. Políticas de Compra Pública Inovadora

Governos podem estimular a demanda por inovação, adotando políticas de compra pública inovadora. Isso envolve a aquisição de produtos e serviços inovadores de empresas locais, impulsionando a economia local e incentivando a inovação.

e. Parcerias Público-Privadas

Parcerias entre o setor público e o setor privado podem ajudar a mobilizar recursos e conhecimentos para projetos de inovação de grande escala. Essas parcerias são particularmente relevantes em setores de alta tecnologia, como a indústria aeroespacial.

A reindustrialização em novas bases e o apoio à inovação são pilares essenciais para a competitividade industrial em uma economia globalizada. Políticas governamentais, parcerias estratégicas e investimentos em pesquisa e desenvolvimento são elementos-chave nessa abordagem. A adaptação dessas estratégias ao contexto específico de cada país desempenha um papel crucial na obtenção de resultados positivos.

### **2.1.2. PROBLEMÁTICA ACERCA DA EXPANSÃO DAS ATIVIDADES DE P&D**

A expansão das atividades de pesquisa e desenvolvimento em empresas nacionais é um desafio crítico que muitos países enfrentam para promover a inovação, a competitividade e o desenvolvimento econômico sustentável. Essa problemática envolve uma série de desafios complexos. Dito isso, observa-se o financiamento limitado. Muitas empresas nacionais enfrentam restrições financeiras significativas para seus investimentos, o que as coloca em desvantagem em relação a empresas globais com maiores recursos. Além disso, a escassez de recursos humanos qualificados também é um fator comum. A falta de pessoal altamente qualificado em áreas de P&D, como engenharia e ciências da computação, pode limitar a capacidade das empresas de conduzir pesquisas avançadas. Seguindo a linha, a infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento nem sempre está à disposição ou é adequada para atender às necessidades das empresas nacionais.

Ademais, fora os principais problemas que afetam a expansão da P&D, observamos outros fatores ainda primários:

a) Proteção de Propriedade Intelectual:

Questões relacionadas à proteção inadequada de propriedade intelectual podem dissuadir as empresas de investir em P&D, devido ao temor de que suas inovações sejam copiadas.

b) **Competição Global:**

A globalização da economia ampliou a competição, colocando as empresas nacionais em desafio constante para inovar e competir em escala internacional.

Dito isso, para enfrentar esses desafios, diversas estratégias e políticas podem ser implementadas:

c) **Incentivos Fiscais:**

Políticas governamentais que oferecem incentivos fiscais para empresas que investem em P&D podem estimular o financiamento e a expansão das atividades de pesquisa.

d) **Parcerias Público-Privadas:**

Colaborações entre o setor público e o setor privado podem mobilizar recursos e conhecimentos para projetos.

e) **Programas de Capacitação:**

Investir na formação e capacitação de pessoal altamente qualificado em áreas específicas é crucial para suprir a escassez de recursos humanos.

f) **Promoção da Propriedade Intelectual:**

Reforçar as leis de propriedade intelectual e garantir a proteção eficaz dos direitos de propriedade intelectual podem incentivar as empresas a inovar com confiança.

g) **Acesso a Financiamento:**

Facilitar o acesso das empresas a financiamento, incluindo subsídios e empréstimos com taxas de juros favoráveis, pode reduzir as restrições financeiras à expansão das atividades de P&D.

### **2.1.3. PROBLEMÁTICAS NO ÂMBITO NACIONAL**

Quando abordamos as questões desafiadoras relacionadas ao avanço da consolidação do recorte temático no Brasil, é evidente o desafio do baixo investimento em P&D. O Brasil tem uma longa história de enfrentamento desses desafios, caracterizados por investimentos insuficientes, tanto do setor público quanto do privado.

Tudo isso é apresentado por Nelson (1993) discutindo a importância dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento para o crescimento econômico e a inovação, destacando como a falta de investimento, tanto do setor público quanto do privado, limita a capacidade das empresas em conduzir atividades de pesquisa e inovação de forma abrangente.

Além disso, a infraestrutura para pesquisa e desenvolvimento no Brasil ainda carece de recursos e sofisticação em comparação com nações mais avançadas.

Essa defasagem dificulta a realização de projetos de P&D com os mais altos padrões de excelência. Outro desafio em destaque é a escassez de colaboração efetiva entre universidades e empresas, frequentemente limitada devido a barreiras culturais e estruturais, estudos de autores como Lundvall (2010) e Fagerberg, Mowery e Nelson (2005) discutem a disparidade na infraestrutura de P&D entre países, ressaltando a falta de recursos e sofisticação no contexto brasileiro em comparação com nações mais avançadas.

Adicionalmente, embora existam políticas de estímulo à inovação, a eficácia dessas políticas pode ser objeto de questionamento, uma vez que os incentivos fiscais disponíveis podem não ser suficientes para catalisar investimentos substanciais em Pesquisa e Desenvolvimento. Pesquisas acadêmicas de autores como Edquist e Zabala-Iturriagoitia (2012), e Nelson (1993) discutem as limitações das políticas de P&D devido à inadequação dos incentivos fiscais para catalisar investimentos substanciais.

A dependência tecnológica do Brasil, mencionada como um desafio, é um tema amplamente discutido em análises de economistas. Sua trajetória de P&D no Brasil remonta ao processo de industrialização, que se iniciou no século XX, em comparação com outras regiões do mundo. No entanto, mesmo após várias fases de industrialização, o país ainda enfrenta desafios significativos nessa área. O Brasil continua dependente de tecnologias desenvolvidas em outros países, revelando sua vulnerabilidade em relação à pesquisa e desenvolvimento.

As políticas de P&D muitas vezes esbarram em obstáculos, como objetivos irrealistas, escassez de recursos financeiros e humanos, capacidade institucional limitada e acordos público-privados frágeis. Autores como Fagerberg, Mowery e Nelson (2005) destacam a complexidade na interpretação dos indicadores econômicos associados a essas políticas, contribuindo para uma visão cética sobre sua eficácia. A complexidade na interpretação dos indicadores econômicos associados a essas políticas contribui para a percepção generalizada de que "as políticas não funcionam".

Aprimorar a implementação e avaliação das políticas industriais é crucial para impulsionar o desenvolvimento no Brasil e superar essas barreiras. Estudos como os de Teece (2007) sobre capacidades dinâmicas e estratégias empresariais ressaltam a necessidade de uma abordagem mais robusta na gestão e implementação dessas políticas.

A capacidade de inovar e realizar P&D de forma eficaz é fundamental para o crescimento econômico e a competitividade do país. Portanto, é essencial que o Brasil enfrente esses desafios para fortalecer sua base de P&D e alcançar maior independência tecnológica.

#### **2.1.4. PLANO ORÇAMENTÁRIO DOS ÚLTIMOS ANOS NO PLANEJAMENTO DE EMPRESAS NACIONAIS**

As análises de estudos e coletas de dados anteriores a 2023, referente ao investimento nacional em Pesquisa e Desenvolvimento, o relatório do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), publicado em 2019, demonstrou que o Brasil investiu cerca de 89,5 bilhões de reais no setor de ciência e tecnologia, valor esse que correspondeu a apenas 1,21% do PIB. Para efeito de comparação, países como Alemanha e Estados Unidos investiram mais de 3% no ano referido. Na distribuição percentual de dispêndios dos governos estaduais, o estado que mais apresentou investimentos na área foi São Paulo, seguido por Rio de Janeiro e Paraná. Ainda segundo o relatório, os Estados com menores índices para P&D e Ciência e Tecnologia (C&T) são Tocantins, Rondônia e Acre.

O baixo nível de investimento foi pauta de debate em reunião promovida pela Comissão de Ciência e Tecnologia (CCT) do Senado, em julho de 2019. Segundo informações da Agência Senado, diversos participantes do debate ressaltaram que a

cúpula do Ministério da Ciência e Tecnologia teria compromisso com a área, mas também alegava que esse compromisso não existia nos demais setores do governo.

Após uma iniciativa do senador Astronauta Marcos Pontes (PL-SP), apoiada por outros senadores, prevê que a União aumentará a cada ano, gradualmente, a aplicação em ciência, tecnologia e inovação, até atingir em 2033 o mínimo de 2,5% do Produto Interno Bruto (PIB), que é a soma da riqueza econômica do país. Atualmente, o valor investido no Brasil em P&D é o mesmo há mais de 3 anos segundo o Banco Mundial e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. O senador ressaltou que a priorização da pesquisa científica gera novas tecnologias, que melhoram a produtividade e incrementam a economia promovendo o desenvolvimento do país. Dito isso, a proposta está em análise na Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania (CCJ).

Modelando as informações cabíveis e disponibilizadas por fontes superiores, segundo o IPEA, para o país crescer de forma mais robusta e tornar-se uma economia competitiva, o Brasil precisa investir no mínimo 2% do seu PIB em P&D para emparelhar-se com as economias mais competitivas. Para isso, seria necessário investir anualmente, em média, US\$ 16,5 bilhões adicionais na pesquisa e no desenvolvimento de novos produtos e processos.

A criação dos novos alicerces da economia futura depende de iniciativas empresariais e de políticas públicas que incentivem as empresas líderes a investirem de forma mais ousada em novas tecnologias, ao mesmo tempo que apoiam o surgimento de novas empresas, mais ágeis e ousadas. Dessa forma, isso promove um ciclo de competição e impulsiona os ganhos de produtividade de que o Brasil necessita.

### **2.1.5. RELAÇÕES DA ATUALIDADE COM O INTERESSE DO PODER PÚBLICO**

A pandemia teve efeito inibidor nas atividades de P&D no país e reduziu seu financiamento, que já vinha de uma fase de retração. De acordo com a mais recente edição dos Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação, lançada em maio pelo governo federal com dados atualizados para 2020 ou 2021, os investimentos em P&D caíram de 1,21% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2019 para 1,14% em 2020 – em valores atualizados, a queda foi de R\$ 95,3 bilhões para R\$ 87,1 bilhões.

Em 2021, a taxa de inovação nas indústrias brasileiras atingiu 70,5%, envolvendo empresas com 100 ou mais funcionários que introduziram novos produtos ou aprimoraram significativamente os processos de negócios. Do total de empresas inovadoras, 33,9% investiram em pesquisa e desenvolvimento, destacando-se setores como equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos (66,6%), produtos químicos (65,3%) e farmacêutica e farmoquímica (63%). Além disso, dados recentes indicam que quase 60% das empresas industriais planejam aumentar os investimentos em 2023, refletindo uma postura otimista em relação à inovação, conforme revelado pela Pesquisa de Inovação Semestral 2021 do IBGE.

O envolvimento do poder público se manifesta por meio da alocação de recursos orçamentários para instituições de pesquisa, universidades e projetos inovadores em setores estratégicos.

Para impulsionar o interesse governamental em P&D, as políticas públicas desempenham um papel crucial, direcionando recursos financeiros para universidades, laboratórios e centros de pesquisa. Incentivos fiscais voltados para empresas inovadoras,

programas de bolsas e treinamento para profissionais qualificados na área de pesquisa são elementos dessas políticas. O suporte específico ao desenvolvimento de startups inovadoras também é uma vertente importante dessas políticas, proporcionando recursos e espaços propícios para o crescimento desses empreendimentos.

A implementação de avaliações regulares permite medir o impacto dessas políticas, oferecendo a oportunidade de ajustes e adaptações conforme as necessidades em constante evolução no campo da pesquisa e inovação. O cerne dessas políticas está na busca por criar um ambiente propício ao avanço científico e tecnológico, incentivando a colaboração e a inovação entre diferentes setores e atores da sociedade.

### **2.1.6. EXPANSÃO DAS ATIVIDADES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM EMPRESAS NACIONAIS - EVENTUAIS INCENTIVOS**

O Fundo Verde-Amarelo (FVA) foi estabelecido pela Lei nº 10.168 em dezembro de 2000, associado à instituição da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide) com uma alíquota de 10%. Essa contribuição incide sobre pagamentos a residentes ou domiciliados no exterior, referentes a contratos de transferência de tecnologia. Inicialmente, a receita da Cide foi direcionada ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) para financiar o Programa de Estímulo à Interação Universidade– Empresa para o Apoio à Inovação.

A Lei nº 10.332, de dezembro de 2001, redirecionou parte da receita da Cide para o Fundo Verde-Amarelo (FVA). Este fundo compreende dois principais programas: o Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para o Apoio à Inovação, financiado com 40% da receita da Cide e recursos não inferiores a 43% da receita estimada do IPI sobre bens de informática; e o Programa de Inovação para Competitividade, financiado com 10% da receita da Cide.

Embora a receita prevista tenha declinado em 2004 e 2005, o contingenciamento de despesas resultou em uma redução da despesa autorizada em 2005. Isso impactou ações como equalização de juros, participação no capital, subvenção econômica e implementação de garantia de liquidez, sendo esta última ainda não operacional devido à falta de regulamentação.

Atualmente, o FVA desempenha um papel relevante ao incentivar a implementação de projetos de pesquisa cooperativa entre universidades, centros de pesquisa e o setor produtivo. Seu foco central é estimular gastos em P&D por empresas, fortalecendo a cultura empreendedora e de investimento de risco no Brasil, com financiamento proveniente da Cide e do IPI.

## **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao encerrar esta análise sobre a reindustrialização e a expansão da Pesquisa e Desenvolvimento em solo nacional, destaca-se a premência de ações decididas e perspicazes para redefinir o panorama econômico brasileiro. A intrincada relação entre reindustrialização e estímulo à inovação exige uma abordagem que vá além das fronteiras convencionais, desafiando o status quo com estratégias verdadeiramente inovadoras.

A competição global, aliada ao fortalecimento da infraestrutura de inovação, emerge como um desafio intrincado, mas imperativo para alcançar o avanço econômico sustentável.

No desfecho, é incontestável a necessidade de superar entraves como financiamento limitado e escassez de talentos qualificados. Estratégias audaciosas, como incentivos fiscais, parcerias público-privadas e programas de capacitação, emergem como pilares cruciais para impulsionar a expansão das atividades de P&D. A dependência tecnológica do Brasil exige não apenas políticas governamentais eficazes, mas uma colaboração sinérgica entre universidades, empresas e o setor público para impulsionar a inovação.

Frente ao cenário orçamentário, esta análise reitera a demanda urgente por investimentos robustos em P&D.

A conjuntura atual, marcada pela pandemia, realça a necessidade imperiosa de políticas públicas eficazes para reverter a tendência decrescente nos investimentos.

Nesse contexto, o Fundo Verde, Amarelo (FVA) emerge como uma ferramenta estratégica, não apenas como meio de fomentar a pesquisa cooperativa, mas como um agente catalisador para estimular investimentos em P&D por empresas, promovendo assim uma cultura inovadora e resiliente no Brasil. Este estudo, ao identificar obstáculos, aponta claramente para soluções que não apenas moldarão, mas também elevarão a competitividade e a inovação no cenário industrial brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- [1] ARCHIBUGI, D; COCO, A. A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo). **World Development**, vol.32, n°4, 629- 654, 2004.
- [2] AUDRETSCH, David B.; LEHMANN, Erik E. **P&D em empresas: uma abordagem internacional**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- [3] BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Social. "Pesquisa e desenvolvimento em empresas brasileiras: desafios e oportunidades." 2017.
- [4] BORGES, Iara Farias. **PEC prevê aplicação de 2,5% do PIB em Ciência, Tecnologia e Inovação**. Senado Federal, Brasília, 14 de jul. de 2023. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2023/07/14/pec-preveaplicacao-de-2-5-do-pib-em-ciencia-tecnologia-e-inovacao>. Acesso em 03 de dez. de 2023.
- [5] DINO. **Brasil investe, em média, 1% do PIB em ciência e tecnologia**. Editora Globo S/A, 26 de set. de 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/dino/noticia/2022/09/26/brasil-investe-em-media-1-do-pib-em-ciencia-e-tecnologia.ghtml> Acesso em 03 de dez. de 2023.
- [6] CHESBROUGH, H. **Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology**. Harvard Business Review Press. 272p. 2003.
- [7] CHESBROUGH, H. W; VANHAVERBEKE, W. "Inovação Aberta na Prática: Como as Empresas podem explorar com Sucesso o Conhecimento como um Recurso." 2011.
- [8] DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **Orçamento público: planejamento, execução e controle**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- [9] EDLER, J; GEORGHIOU, L. Public procurement and innovation— Resurrecting the demand side. **Research Policy**, vol.36, n°7, p.949-963, 2007.
- [10] FAGERBERG, J; MOWERY, D. C; NELSON, R. R. The Oxford Handbook of Innovation. **Oxford University Press**. 2005.
- [11] FREEMAN, C; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. MIT Press, 1997.
- [12] JOKINEN, T; OIKARINEN, E. L. **University-Industry Collaboration in the Finnish Innovation System**. *Scandinavian Journal of Management*, vol. 31, Issue 3, Pages 387-408, September 2015.

- [13] LUNDVALL, B. Å. **National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning**. Anthem Press. 2010.
- [14] MALERBA, F. Sectoral Systems of Innovation and Production. **Research Policy**, vol. 31, n°2, p.247-264, 2002.
- [15] MARTINS, Carlos Eduardo; MARTINS, Maria Tereza de Souza. **P&D nas empresas: gestão e estratégias**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- [16] MCTI. Ministério da Ciência e Tecnologia. (2023). **Lei do Bem: Como Funciona e Quais os Benefícios. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações do Brasil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/lei-do-bem/paginas/o-que-e-a-lei-do-bem>. Acesso em: 30 de outubro de 2023.
- [17] NELSON, R. R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. Oxford University Press. 1993.
- [18] PORTER, M. E. The Competitive Advantage of Nations. **Harvard Business Review**, vol.68, n°2, p.73-93, 1980.
- [19] PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior**. GEN Atlas; 1ª edição 536 pag. 1989.
- [20] ROCHA, L. C. **Criatividade e Inovação: como adaptar-se às mudanças**. Rio de Janeiro: LTC. 2009.
- [21] ROTHWELL, R; ZEGVELD, W. **Reindustrialization and technology**. Long Range Planning, vol.18, n°4, p.72-81, 1985.
- [22] SAXENIAN, A. **Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128**. Harvard University Press. 1984.
- [23] SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961

# Capítulo 16

## *Rumo ao crescimento impulsionado pela inovação: compreendendo a dinâmica de desenvolvimento econômico do Brasil*

*Alceni Dantas Fernandes<sup>1</sup>*

*Roberto Vinicius Dantas da Silva<sup>2</sup>*

*João Victor Andrade Eneas Candido<sup>3</sup>*

*Vinicius Guilherme Silva Santos<sup>4</sup>*

*Ítalo Araújo dos Santos<sup>5</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>6</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>7</sup>*

**Resumo:** O Brasil enfrenta desafios econômicos com a dívida pública atingindo 88,7% do PIB em 2023. Aumento dos gastos públicos, queda na arrecadação e a crise de 2020 contribuíram para esse cenário. Políticas como as reformas da previdência e tributária são propostas para reduzir a dívida. O país prioriza a inovação, com leis e investimentos do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, destacando FINEP e CNPq. Avaliação do ecossistema de inovação e identificação de barreiras são fundamentais para o avanço. Equilibrar a redução da dívida e os investimentos em inovação é crucial para um crescimento econômico sustentável.

**Palavras-Chave:** Economia Brasileira; Dívida Pública; Inovação; Políticas Públicas; Desafios Econômicos.

---

<sup>1</sup> Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A economia brasileira tem uma longa trajetória de desenvolvimento desde a fase colonial, passando pela independência, que preservou as mesmas estruturas produtivas, baseadas nas plantações extensivas de produtos agrícolas de exportação e no trabalho escravo, até o intenso processo de industrialização desde meados do século XX.

A dinâmica de crescimento se assemelhou à dos países centrais, e dos conhecidos problemas do subdesenvolvimento (pobreza, desigualdade de distribuição de renda, indicadores sociais ruins), durante o período de 1930 e 1980 o Estado assumiu novos papéis decorrentes das necessidades de infraestrutura exigida pela indústria, visto isso, o país criou grandes empresas e se abriu ainda mais ao capital internacional principalmente vindo de empresas transnacionais, esse processo acarretou grande crescimento econômico mas também aumentou a dependência do país em relação ao exterior, pois houve desequilíbrio nas taxas de importação e exportação e forte concentração de renda na forma de grandes oligopólios.

Durante a década de 1970, ocorreu o “milagre econômico brasileiro”, que elevou o país à posição de 8ª economia mundial no ano de 1973, com taxas anuais de crescimento em torno de 10%. Na década de 1990, o país experimentou um forte crescimento econômico industrial, o que resultou no aumento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e gradativo aumento da qualidade de vida da população, bem como aumento do consumo.

No último meio século, o Brasil conheceu um processo bem-sucedido de fortalecimento de sua base industrial, ao mesmo tempo em que a revolução agrícola nas terras centrais sustentou a constituição de uma potente agricultura comercial. O agronegócio investe pesadamente em energias renováveis com base na biomassa.

Em relação aos investimentos empresariais em inovação, o BNDES apresenta uma trajetória para a evolução do produto interno bruto (PIB) na forma de um exercício de consistência que considera a existência, na economia brasileira, de um hiato inicial do produto que iria se fechando progressivamente ao longo do horizonte de referência adotado, até o ano de 2023. A formação bruta de capital fixo (FBCF) teria um crescimento de 6% em 2018 e de 7% ao ano nos cinco anos posteriores, de modo que a taxa de investimento em 2023 alcançaria 19,5% do PIB.

Essas informações indicam que a economia brasileira tem experimentado um crescimento significativo ao longo dos anos e os investimentos empresariais em inovação têm desempenhado um papel crucial nesse desenvolvimento, porém, vale ressaltar que a perspectiva de crescimento está atrelada à dinâmica econômica global, portanto, se faz necessário que o poder público e privado, busquem soluções para as contradições que surgem na sociedade brasileira e no mundo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. MAPEAMENTO CIENTÍFICO

Tem sido explorado em diversas áreas científicas devido à sua relevância para o desenvolvimento econômico do Brasil. A seguir, destacarei algumas áreas e o motivo pelo qual elas estão pesquisando esse tema:

- Economia: Economistas têm se dedicado a estudar a relação entre os investimentos empresariais em inovação e o crescimento econômico do Brasil.

Essas pesquisas buscam entender como o aumento nos investimentos em inovação pode impulsionar a produtividade das empresas, gerar empregos e contribuir para o crescimento do PIB.

- **Administração e Gestão Empresarial:** Estudos nessa área se concentram em analisar como as empresas brasileiras podem desenvolver estratégias de inovação para se tornarem mais competitivas no mercado global. Isso inclui a gestão de recursos, parcerias estratégicas e a adoção de práticas inovadoras.
- **Políticas Públicas:** Pesquisadores em políticas públicas investigam como o governo pode promover um ambiente favorável para o aumento dos investimentos em inovação. Isso inclui a análise de incentivos fiscais, políticas de financiamento e programas de apoio à pesquisa e desenvolvimento.
- **Ciência e Tecnologia:** Pesquisadores nessa área estudam as tendências em pesquisa e desenvolvimento tecnológico no Brasil. Eles avaliam como as empresas estão colaborando com instituições de pesquisa, como universidades, para impulsionar a inovação.
- **Setores Específicos:** Em alguns casos, a pesquisa se concentra em setores específicos da economia brasileira, como agronegócio, energia, tecnologia da informação, entre outros. Isso ocorre devido às diferenças nas necessidades de inovação e nas oportunidades de crescimento em cada setor.
- **Desenvolvimento Regional:** Pesquisadores investigam como os investimentos em inovação podem impactar o desenvolvimento de regiões específicas do Brasil. Isso inclui estudos sobre clusters de inovação e o papel das políticas regionais.

Essas áreas estão produzindo ciência sobre o tema devido à importância fundamental dos investimentos empresariais em inovação para o crescimento e o desenvolvimento econômico do Brasil. À medida que o país busca se posicionar de forma mais competitiva no cenário global, a pesquisa científica desempenha um papel crucial na análise das estratégias, políticas e práticas que podem impulsionar a inovação e, conseqüentemente, a economia brasileira. As referências citadas são exemplos de estudos relevantes em cada uma dessas áreas.

## 2.2. VANTAGENS COMPARATIVAS

A economia brasileira cresceu 1,9% nos primeiros três meses de 2023, um crescimento acima do que vários analistas de mercado esperavam. Ocupando atualmente a 49ª posição no Índice Global de Inovação (IGI) (ABREU), o Brasil demonstra um ganho de 5 posições em comparação com o ano passado, assumindo a liderança da América Latina. Em comparação com outros países latino-americanos, o Brasil ficou atrás da Colômbia (expansão de 2,9%) e superou México (avanço de 0,8%) e Peru. Já entre os emergentes, Índia e China continuam registrando fortes taxas de crescimento — ambas superiores às do Brasil.

Em 2023, o Brasil atingiu uma marca histórica de exportações. O saldo da balança comercial brasileira, até agosto deste ano, já foi maior que o de todo o ano passado e no mês de setembro passou dos US\$ 71 bilhões. Acima do Brasil estão apenas países como Malásia, Polônia ou Vietnã. O ranking continua sendo liderado pela China, seguido por EUA e Alemanha.

Apesar de ocupar o 23º no ranking de Competitividade dos Estados Brasileiros de acordo com o site [tribunadonorte.com.br](http://tribunadonorte.com.br), o Rio Grande do Norte se destaca entre os estados do nordeste no segmento Inovação ocupando a 10ª posição dentre todos os estados do país. Podemos ver na matéria do Allan Almeida que o governo destinou mais de R\$ 3 milhões para desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação (Almeida, 2023), confirmando seu interesse no seguimento.

O Brasil tem feito progressos significativos na área de tecnologia, o que tem contribuído para uma vantagem competitiva significativa no mercado de materiais. A vantagem competitiva pode ser adquirida através de diferentes meios, como a oferta de produtos ou serviços de melhor qualidade, preços mais baixos ou melhores condições de pagamento.

Uma das principais formas de obter vantagem competitiva é através da inovação e investimento em tecnologia, como automação de processos, inteligência artificial e big data. A implementação de novas tecnologias na indústria é essencial para quem deseja se posicionar de forma mais competitiva no mercado.

A construção civil tem se destacado como um dos principais setores que contribuem para o crescimento no Brasil. O setor da construção civil registrou mais de 430 mil novas vagas com carteira assinada entre março de 2020 a maio de 2022. A indústria da construção civil deve crescer 4% em 2023. Além disso, a agroindústria representa cerca de 5,6% do Produto Interno Bruto brasileiro.

Esses dados indicam que o Brasil possui tecnologias suficientes para garantir uma boa vantagem competitiva para o mercado. No entanto, é importante salientar que a vantagem competitiva é dinâmica e pode ser facilmente perdida se a empresa não for capaz de se adaptar às mudanças no mercado. Portanto, é crucial continuar investindo em inovação e desenvolvimento tecnológico.

O Brasil enfrenta um cenário econômico desafiador, com uma dívida pública que se aproxima de 90% do PIB e um orçamento que vem sendo pressionado pelo aumento dos gastos sociais e da previdência.

De acordo com dados do Ministério da Economia, a dívida pública brasileira atingiu R\$ 6,1 trilhões em junho de 2023, o que representa 88,7% do PIB. Esse patamar é o maior já registrado na história do país.

O aumento da dívida pública é resultado de uma combinação de fatores, incluindo o crescimento dos gastos públicos, a queda da arrecadação e a crise econômica de 2020. Os gastos públicos cresceram nos últimos anos, principalmente em função do aumento dos gastos com previdência, saúde e educação. Em 2023, a previsão é que os gastos públicos representem 40,7% do PIB, o maior patamar desde 2015.

A arrecadação, por outro lado, vem caindo nos últimos anos, em função da crise econômica e da reforma tributária, que reduziu a carga tributária. Em 2023, a previsão é que a arrecadação represente 34,5% do PIB, o menor patamar desde 2018.

A crise econômica de 2020 também contribuiu para o aumento da dívida pública, pois levou a uma queda da arrecadação e a um aumento dos gastos públicos para o enfrentamento da pandemia.

O orçamento do governo federal para 2023 é de R\$4,9 trilhões. As receitas previstas são de R\$ 4,2 trilhões e as despesas, de R\$4,7 trilhões. O déficit previsto para

2023 é de R\$500 bilhões. Esse déficit será financiado por meio de aumento da dívida pública.

A dívida pública brasileira é dividida em dívida interna e dívida externa. A dívida interna é a dívida contraída com credores brasileiros enquanto a externa com credores estrangeiros. Em junho de 2023, a dívida interna brasileira era de R\$4,2 trilhões e a dívida externa, de R\$900 bilhões. O aumento da dívida pública brasileira é um problema sério, pois pode levar a uma crise econômica, além de dificultar o acesso do governo ao crédito, aumentar os juros e reduzir o investimento público.

Para reduzir a dívida pública brasileira, é necessário adotar medidas que reduzam os gastos públicos, aumentem as receitas ou uma combinação dos dois. Algumas medidas que podem ser adotadas para reduzir os gastos públicos incluem: reforma da previdência, reforma tributária e controle de gastos. Outras que podem ser adotadas para aumentar as receitas públicas incluem: crescimento econômico e aumento da arrecadação tributária.

É importante ressaltar que a redução da dívida pública é um processo gradual e que exige medidas estruturais. Não é possível reduzir a dívida pública de forma rápida e sem causar danos à economia.

### **3. METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão de literatura, com o objetivo de identificar e analisar artigos científicos sobre o tema "Perspectiva de crescimento e desenvolvimento econômico brasileiro em relação ao aumento nos investimentos empresariais em inovação". Os artigos foram selecionados a partir de uma busca nas bases de dados SciELO, Web of Science e Scopus, utilizando os seguintes critérios: Artigos publicados nos últimos 5 anos (2018-2023); Artigos em português, inglês ou espanhol; Artigos com foco no Brasil. Após a seleção dos artigos, foi realizada uma análise qualitativa do conteúdo, com o objetivo de identificar os principais argumentos e evidências sobre o tema.

### **4. RESULTADOS**

A análise dos artigos científicos revelou que a inovação é um fator determinante do crescimento e desenvolvimento econômico de um país. No Brasil, os investimentos empresariais em inovação ainda são relativamente baixos, em comparação com outros países desenvolvidos como Estados Unidos e Suíça (WIPO, 2023). No entanto, o aumento desses investimentos tem o potencial de impulsionar o crescimento econômico brasileiro de diversas formas.

Vale também ressaltar que o Brasil demonstra interesse em se tornar mais inovador. Observamos que no último ano o país conquistou 5 posições no Índice global de inovação de 2023, chegando a 49ª posição ultrapassando Chile (52º) e assumindo o posto de país mais inovador da sua região (WIPO, 2023).

O impacto positivo da inovação no crescimento econômico pode ser observado de diversas formas. Em primeiro lugar, a inovação pode levar ao desenvolvimento de novos produtos e serviços que podem ser exportados. Em segundo lugar, pode aumentar a produtividade das empresas, o que pode levar a uma redução de custos e a um aumento da competitividade e finalmente pode gerar novos empregos e oportunidades de negócios, o que contribui para a redução do desemprego e para o crescimento econômico.

O impacto positivo da inovação no desenvolvimento econômico também pode ser observado de diversas formas. Em primeiro lugar, a inovação pode levar ao desenvolvimento de novas tecnologias que podem ser utilizadas para melhorar a qualidade de vida da população, como novos medicamentos, novas tecnologias educacionais, para a preservação do meio ambiente. Em segundo lugar, a inovação pode levar ao desenvolvimento de novos setores econômicos, o que pode gerar novas oportunidades de emprego e renda e, finalmente, pode contribuir para a redução da desigualdade social.

## 5. DISCUSSÃO

A análise do cenário nacional aponta para a necessidade de adoção de políticas públicas eficazes para reduzir a dívida pública. Essas políticas devem ser estruturais e devem ter como objetivo reduzir os gastos públicos, aumentar as receitas públicas ou uma combinação dos dois. Algumas políticas públicas que podem ser adotadas incluem:

- Reforma da previdência: A reforma da previdência é uma medida estrutural que pode contribuir para reduzir os gastos públicos com aposentadorias e pensões.
- Reforma tributária: A reforma tributária pode contribuir para aumentar as receitas públicas, por meio da redução da carga tributária sobre a produção e do aumento da arrecadação sobre os lucros e dividendos.
- Controle de gastos: O controle de gastos é uma medida importante para reduzir os gastos públicos, por meio da redução de despesas desnecessárias e da otimização das despesas essenciais.

É importante ressaltar que a adoção de políticas públicas eficazes para reduzir a dívida pública exige um consenso entre os diferentes atores políticos. O Brasil lidera atualmente a lista de países inovadores na América Latina, não é à toa que seu incentivo à inovação é bastante amplo pois recursos para atuação diretas em pesquisas científicas nas universidades até indiretas como créditos subsidiados, incentivos fiscais para empresas inovadoras.

Tais recursos são garantidos pela lei 10.973 de 2 de dezembro de 2004, conhecida como Lei da Inovação. Essa lei além de regular as políticas adotadas para pesquisa e inovação também demonstra o interesse do país para se tornar mais inovador.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação é o principal responsável pelas políticas utilizadas em pesquisa e desenvolvimento do país, ele utiliza suas principais agências a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para distribuição dos recursos entre suas áreas de atuação.

A FINEP destina a maior parte dos seus recursos a pesquisas realizadas em universidade com foco em sustentabilidade, já a CNPq por sua vez foca os recursos em bolsas de pesquisas na pós-graduação para estimular o interesse à inovação.

Além da Lei da Inovação, o país dispõe de outras regulamentações que tratam da inovação no país, como a Lei 11.504 de 12 de novembro de 2007 que regula o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico, que assegura os recursos destinados à pesquisa e desenvolvimento do país. Recentemente tivemos outro marco no

país com a lei complementar 182, que regula a startups a uma nova legislação, facilitando a forma de receber recursos destinados à inovação.

#### **Eventuais Incentivos:**

- **Avaliação do Atual Ecossistema de Inovação:**  
Analisar o atual cenário de inovação no Brasil, identificando pontos fortes e áreas de oportunidade.
- **Identificação de Barreiras e Desafios:**  
Investigar as principais barreiras que impedem as empresas de investir mais em inovação, como burocracia, falta de financiamento e cultura empresarial.
- **Estudo de Modelos Internacionais de Sucesso:**  
Analisar modelos de outros países que alcançaram sucesso no estímulo à inovação e ao crescimento econômico.
- **Desenvolvimento de Incentivos Financeiros:**  
Proporcionar incentivos fiscais e subsídios para empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento.
- **Estímulo à Colaboração Público-Privada:**  
Desenvolver mecanismos que facilitem a colaboração entre empresas, instituições de pesquisa e o governo.
- **Formação de Recursos Humanos Qualificados:**  
Investir em programas de formação de recursos humanos altamente qualificados, promovendo a integração entre a academia e o setor privado.
- **Monitoramento e Avaliação Constantes:**  
Implementar sistemas de monitoramento e avaliação para acompanhar a eficácia das políticas públicas ao longo do tempo.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aumento dos investimentos empresariais em inovação no Brasil é um caminho necessário para o crescimento e desenvolvimento econômico do país. O governo brasileiro deve criar um ambiente favorável à inovação, por meio de políticas públicas que incentivem o investimento em pesquisa e desenvolvimento, a colaboração entre empresas e universidades e o empreendedorismo.

Desenvolvimento econômico brasileiro no século XX: uma interpretação crítica (Bráulio Santiago Cerqueira), Essa fonte destaca o histórico do modelo de desenvolvimento econômico brasileiro, principalmente durante o século XX e a crise dos anos 80. O texto aborda como o capitalismo brasileiro se formou a partir das políticas públicas que estimularam a indústria nacional e uma maior entrada de capital estrangeiro no país, também trata como essas políticas trouxeram problemas sistêmicos e estruturais devido a uma alta concentração de renda e a dependência da economia brasileira em relação ao mercado estrangeiro principalmente ao dólar.

Observa-se alguns dos desafios que o país enfrenta para se tornar mais inovador, que vai desde a baixa qualidade do ensino até a baixa relevância das pesquisas. Aliado a isso, observando dados mais recentes divulgados pelo IBGE em 2022 constata-se que houve uma melhora, mas ainda está longe de resolver esses problemas.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, Diego. **Brasil avança 5 posições, lidera na América Latina e está no 49º lugar no Índice Global de Inovação**. [portaldaindustria.com.br](https://portaldaindustria.com.br), 2023. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/brasil-avanca-5-posicoes-lidera-na-america-latina-e-esta-no-49o-lugar-no-indice-global-de-inovacao/>>. Acesso em: 07 de outubro de 2023.
- [2] ALMEIDA, Allan. **Governo do Rio Grande do Norte destina mais de R\$ 3 milhões para a ciência, tecnologia e inovação, 2023**. [confap.org.br](https://confap.org.br). Disponível em: <[confap.org.br/news/governo-do-rio-grande-do-norte-destinamais-de-r-3milhoes-para-a-ciencia-tecnologia-e-inovacao/](https://confap.org.br/news/governo-do-rio-grande-do-norte-destinamais-de-r-3milhoes-para-a-ciencia-tecnologia-e-inovacao/)> Acesso em: 07 out 2023.
- [3] ALMEIDA, P. R. de. **Economia brasileira: desenvolvimento histórico e perspectivas**. Disponível em: <https://institutomillennium.org.br/economia-brasileira-desenvolvimento-historico-e-perspectivas/>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.
- [4] **Brasil atinge marca histórica de exportações em 2023**. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornalnacional/noticia/2023/10/02/brasil-atinge-marca-historica-de-exportacoes-em-2023.ghtml>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.
- [5] BRASIL. Lei Complementar nº 182, de 1 de junho de 2021. **Marco legal das startups e do empreendedorismo inovador**. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2021*. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp182.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp182.htm). Acesso em: 05 de dezembro de dezembro de 2023.
- [6] BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. **Lei da Inovação**. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2004*. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm). Acesso em: 05 de dezembro de 2023.
- [7] BRASIL. Lei nº 11.554, de 12 de novembro de 2007. **Lei do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007*. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111540.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111540.htm). Acesso em: 05 dez 2023.
- [8] **Construção civil deve crescer 4,5% em 2023 - Sebrae**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/conteudos/posts/construcao-civil-deve-crescer-45-em2023,e97dcc3827cf4810VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.
- [9] IBGE. **Em 2022, o analfabetismo cai, mas continua mais alto entre idosos, pretos e pardos e no Nordeste, 2022**. [agenciadenoticias.ibge.gov.br](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br). Disponível em <Em 2022, analfabetismo cai, mas continua mais alto entre idosos, pretos e pardos e no Nordeste | Agência de Notícias (ibge.gov.br)>. Acesso em: 03 de outubro de 2023.
- [10] **IBGE reafirma plena confiança no orçamento de R\$ 2,292 bilhões para o Censo 2022 | IBGE**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/novo-portal-destaques/32553-ibge-reafirma-plena-confianca-no-orcamento-de-r-2-292bilhoes-para-o-censo-2022.html#:~:text=o%20Censo%202022->. Acesso em: 3 de dezembro de 2023.
- [11] **Industrialização brasileira: características, fases**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/aindustrializacao-brasileira.htm>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.
- [12] NEGRI, Fernanda de. **Políticas públicas para C&T no Brasil: cenário e evolução 2021**. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/pubpreliminar/210825\\_publicacao\\_preliminar\\_nt\\_politicas\\_publicas\\_para\\_ciencia\\_e\\_tecnoogia.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/pubpreliminar/210825_publicacao_preliminar_nt_politicas_publicas_para_ciencia_e_tecnoogia.pdf). Acesso em: 05 de dezembro de 2023.

[13] **O que é e como ter vantagem competitiva no mercado - Sebrae.** Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-e-como-ter-vantagem-competitiva-nomercado,f03554ca74d36810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 8 de outubro de 2023.

[14] WIPO. **Resumo Executivo, Índice Global de Inovação, 2023** . Disponível em: <Global Innovation Index 2023 – Innovation in the face of uncertainty (wipo.int)>. Acesso em: 03 de outubro de 2023.

# Capítulo 17

## *Inovação, desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade: perspectivas para o Brasil*

*Enoque Silveira Cabral Neto<sup>1</sup>*

*Maria Alice de Souza Mota<sup>2</sup>*

*Wallysson de Lima Silva<sup>3</sup>*

*Horácio Betcel Guimarães<sup>4</sup>*

*Marco Antonio Leandro Cabral<sup>5</sup>*

**Resumo:** O Brasil tem ganhado relevância quando o assunto é investimentos em empresas de base tecnológica, seja por meio de iniciativas estatais ou incubadoras. O objetivo do estudo é apresentar de maneira clara os processos e requerimentos de uma empresa para que seja dado o benefício do investimento e compreender em termos quantitativos, valores fornecidos pelo governo para o desenvolvimento e aprimoramento dessas empresas. As informações contidas nessa obra foram adquiridas através de pesquisas em sites e artigos voltados para área de projetos e desenvolvimento de empresas no Brasil, também foram utilizados estudos e análises sobre o mercado de empresas de base tecnológica no país.

**Palavras-chave:** Avanços tecnológicos; Desenvolvimento econômico; TIC's.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Mestrando em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade Integradas dos Tapajós.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela UFRN. Mestre em Engenharia de Produção e Graduado em Engenharia Elétrica pela UFRN. Docente da UFRN.

## 1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm transformado radicalmente a sociedade, impactando setores vitais como saúde, educação e energia. A rápida evolução tecnológica, destacada por Klein *et al.* (2019), está redefinindo práticas médicas, possibilitando diagnósticos mais precisos e eficientes, e ampliando o acesso à informação médica.

Na educação, a tecnologia democratiza o acesso ao conhecimento, permitindo personalização do aprendizado e facilitando o ensino à distância. A convergência entre saúde e educação, impulsionada pelo avanço tecnológico, contribui para profissionais mais qualificados e uma população mais informada.

No setor energético, as tecnologias renováveis, como fotovoltaica e eólica, desempenham papel crucial na busca por uma matriz sustentável. O crescimento destas tecnologias reflete melhorias de eficiência e competitividade global (Salette *et al.*, 2017; Walisiewicz, 2008).

Este trabalho explora o impacto dessas inovações tecnológicas em setores-chave, evidenciando como moldam nosso modo de vida e impulsionam soluções mais sustentáveis.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E COMPLEXO INDUSTRIAL

Numa perspectiva analítica, o desenvolvimento econômico industrial capitalista - enquanto movimento temporal das forças produtivas sociais acompanhado de mudanças estruturais - é essencialmente endógeno. Neste sentido, a produção de novos produtos ou dos mesmos produtos, com processos técnicos distintos, significa combinar de forma diferente os meios de produção. O desenvolvimento econômico, portanto, quer dizer a realização de novas combinações ou inovações tecnológicas (Schumpeter, 1982).

Essas combinações são essencialmente endógenas ao sistema capitalista. As inovações tecnológicas geram processos de mutações industriais que destroem estruturas produtivas arcaicas e criam, num incessante processo revolucionário de destruição criadora (Schumpeter, 1984, p. 112-3).

Na sua crítica à visão neoclássica, que abstrai o tempo e o espaço industrial de sua análise estática, Perroux (1967) também enfatizou que o desenvolvimento não se distribui de forma equilibrada no território econômico, mas sim na forma de polos de desenvolvimento.

As taxas de crescimento das diversas unidades econômicas no tempo, e nos distintos territórios econômicos, ocorrem de forma diferenciada. A razão pela qual determinadas indústrias e territórios subnacionais dinâmicos - no sentido de serem capazes de gerar economias externas industriais e de aglomeração urbanas - crescem mais do que outras, constitui a essência da teoria do crescimento polarizado.

Neste contexto, segundo Ferreira (1997), o desenvolvimento econômico, pensado através da teoria dos polos de crescimento, passa pela discussão dos impactos dos efeitos propulsores e retroalimentadores das indústrias motrizes sobre as movidas e demais atividades, num determinado espaço econômico.

Numa perspectiva macroeconômica setorial-territorial do desenvolvimento econômico estratégico de um dado espaço econômico subnacional, que não

necessariamente coincide com alguma delimitação geográfica ou mesmo legal-institucional rígida, talvez se pudesse redefinir o conceito de complexo industrial como um conjunto de unidades tecno produtivas, sobretudo de natureza industrial de firmas subordinadas a uma macro unidade de decisão empresarial, localizadas espacialmente num dado território socioeconômico específico que apresenta vantagens competitivas de custos de transações setoriais e globais os quais permitem fortes articulações em si e entre si através de relações tecno produtivas e comerciais, em particular na compra e venda de insumos produtivos (Coase, 1973; Williamson, 1989).

Na fase de maturidade, o centro de poder econômico do complexo é dado pela indústria motriz, produtora de inovações, cuja estrutura tende a concentração e a criação de barreiras à entrada, ao passo que as indústrias movidas tendem a um tipo de estrutura contestável pela indústria motriz. As relações interindustriais, endógenas ao complexo industrial, também tendem a apresentar muita indefinição (Araújo Jr., 1985).

## **2.2. EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA**

A ascensão das empresas de base tecnológica representa uma revolução na economia global, redefinindo os paradigmas tradicionais de negócios. No contexto brasileiro, esse fenômeno também ganha destaque, com inúmeras startups e empreendimentos de alta tecnologia emergindo em diversos setores. Este artigo explora a criação, consolidação e dificuldades enfrentadas por essas empresas de base tecnológica no Brasil, enfocando o papel fundamental das incubadoras como fontes de apoio e catalisadores de inovação.

Será discutido como essas incubadoras desempenham um papel crucial no desenvolvimento desses empreendimentos, proporcionando recursos, mentoria e um ambiente propício para o crescimento sustentável, contribuindo assim para o avanço da economia e da inovação tecnológica no país.

A iniciativa de começar uma empresa por meio de incubadoras provém de um pensamento estratégico dos administradores da própria empresa, visto que essa iniciativa desempenha um papel fundamental no apoio ao desenvolvimento e crescimento de novos negócios, principalmente em empresas de base tecnológica, a seguir serão abordadas algumas das principais iniciativas das incubadoras.

Dentre seus atributos para consolidação de uma empresa, estão o networking, funcionando como ferramenta primordial para a colaboração e parceria entre empreendedores do ramo, fomentando conexões com investidores, clientes e agregados, abrindo a possibilidade de expansão da empresa.

Outro fator de grande auxílio no processo de incubação empresarial é o acesso a recursos específicos, a depender do tipo de empresa, existe uma demanda por materiais que não são de fácil acesso no mercado, seja mão de obra, pesquisa, matéria prima ou laboratórios, as incubadoras entram como facilitadores desse processo.

Com grande relevância, existem as incubadoras que fornecem auxílios em recursos financeiros, sejam por financiamento inicial ou até investimentos diretos também podem incentivar o financiamento por instituições governamentais, o apoio financeiro é de suma importância para o crescimento e consolidação de uma empresa no mercado.

Contudo, mesmo que as empresas de base tecnológica sejam um campo vasto de exploração e inovação, sua consolidação é marcada por desafios que podem influenciar

negativamente o seu desenvolvimento no país. As EBT's, tem o potencial de alavancar praticamente todos os setores da economia, tendo como base central a inovação, buscando constantemente soluções práticas para diferentes setores mesmo com abordagens distintas, visando o desenvolvimento de produtos, serviços e processos com viés tecnológico, pautado no uso de pesquisas científicas e métodos aprimorados de produção.

Dentre os desafios enfrentados, existe a falta de auxílio em gestão e mentoria, obtenção de recursos físicos, acesso a recursos financeiros e investidores e parcerias. Nesse contexto, as incubadoras de empresas fazem um papel crucial no seu desenvolvimento, agindo como componente primordial na superação dos desafios no seu desenvolvimento. No presente artigo, serão abordados os desafios na consolidação das empresas de base tecnológica e algumas políticas que estão sendo abordadas para solucionar tais problemas.

#### **a. Políticas públicas**

O Brasil precisa priorizar e concentrar esforços e recursos para consolidar uma cultura de inovação em todas as dimensões da atividade econômica. Na perspectiva dele, essa priorização somando-se ao investimento em pesquisa e desenvolvimento aumentaria a produtividade do nosso país e nos deixaria mais próximos de economias maiores, em relação a desenvolvimento, segurança e saúde (ABIX, 2015).

Como exemplo, ABIX (2015, p. 25) cita os esforços e implementações de políticas públicas dos Estados Unidos após a crise de 2007-8, O American Recovery and Reinvestment Act (White House, 2010), aprovado pelo governo Barack Obama em 2009, estabeleceu diretrizes para o crescimento de longo prazo e alocou cerca de US\$ 700 bilhões para serem investidos na economia. Parte desse montante, cerca de US\$ 100 bilhões, foi destinada para programas de fomento à inovação.

O programa American Recovery and Reinvestment Act, deu grandes frutos, como cita o autor, que focou, entre outras medidas, em apoio a pesquisa básica, recursos humanos e infraestrutura (que inclui segurança), priorizando os investimentos em energia limpa e saúde.

#### **b. Orçamento e interesse ao poder público**

Nos últimos anos, o Brasil tem desempenhado um importante papel ao direcionar investimentos em empresas de base tecnológica, tendo em vista o atrelamento entre desenvolvimento tecnológico e econômico. Tendo em vista a alta demanda mundial por novas tecnologias no mercado de trabalho, o país tem focado em desenvolver um ambiente propício para amplas formações em áreas de tecnologia e inovação, além de fomentar um mercado promissor para as empresas de base tecnológica.

Tais investimentos não refletem apenas na criação de novas tecnologias, mas também o desenvolvimento e aprimoramento de empregos, o aumento da competitividade justa entre as empresas e o desenvolvimento econômico do país. Em virtude da tendência global de investimentos na área tecnológica, a interação entre os diversos setores da economia passa a ser cada vez mais intensos, as universidades, instituições governamentais, de pesquisa e o setor privado se alinham com o propósito de desenvolver esses recursos tecnológicos para o país.

Diante desse contexto, a lei N° 10.973/2004, mais conhecida como lei das inovações, desenvolveu uma nova perspectiva do conhecimento gerado nos centros acadêmicos para a difusão das inovações no setor de produção e industrial, com o intuito de melhorar a administração de recursos provenientes do setor empresarial, incentivando ainda mais participações.

Dentre o amplo aparato de ações garantidas pela lei de inovação, temos, a promoção das atividades científicas e tecnológicas como estratégias para o desenvolvimento econômico e social, a promoção é continuidade dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, assegurados os recursos humanos, econômicos e financeiros para tal finalidade, bem como a redução das desigualdades regionais e utilização do poder de compra do estado como forma de incentivo à inovação.

A Finep, criada em 1967, como empresa pública, se trata de uma instituição que tem como objetivo impulsionar estratégias de inovação e implantação com base no desenvolvimento de novas tecnologias, seus esforços incluem a aprovação de investimentos e financiamentos para empresas de base tecnológica. Os recursos financeiros provenientes da Finep, são concedidos, em maior quantidade, pelo fundo de amparo aos trabalhadores (FAT). Em seguida, serão apresentadas algumas das situações em que a Finep realiza seus investimentos, com o intuito de apoiar empresas de base tecnológica no país.

Em forma de linhas de crédito, no qual são recursos disponibilizados pela instituição para empresas e em forma de empréstimos e financiamentos. Existem programas como o pró-inovação, caracterizado por suprir a necessidade de empresas de médio e grande porte, seu financiamento tem como regra o valor mínimo de R\$1 milhão, para empresas que tenham faturamento anual de no mínimo R\$10,5 milhões.

Além disso, existe outro programa chamado juros-zero, que se caracteriza por uma abordagem mais ampla, geralmente para empresas iniciais, de micro e pequeno porte, concedendo financiamento sem juros a instituições que precisam de um investimento inicial, segundo o critério de se acrescentarem a empresas de base tecnológica.

Tendo em vista o forte incentivo a políticas públicas de fomento à investimentos em empresas de base tecnológica, o ministério da ciência, tecnologia e inovação (MCTI), junto a Finep, anunciaram em agosto de 2023 um grande exemplo de decisões que refletem o compromisso do Brasil em demonstrar para o mercado nacional e internacional o comprometimento em investir em políticas públicas que fomentem o desenvolvimento de tecnologia, surgimento de novas empresas, apoio à economia e a sociedade, moldando o país para um futuro próspero e reforçando a importância do investimento em empresas de base tecnológica para o crescimento econômico e social.

A aprovação da suplementação de nossos recursos concedida aos projetos do edital parques tecnológicos, no valor de R\$ 240 milhões, para 19 parques tecnológicos. O montante equivale a cerca de 80% do valor total destinado a todo o ano de 2022, de R\$297 milhões. Oriundos do fundo Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (FNDCT), os recursos serão destinados à expansão e modernização de estruturas, além de implantação de hubs, com vistas ao surgimento de startups e empresas de bases tecnológicas.

O cenário econômico influencia diretamente os incentivos disponíveis. Em períodos de crescimento, é comum observar mais recursos destinados a incentivos, enquanto em tempos de crise, as medidas podem ser restritas.

Setores estratégicos, como tecnologia, energia renovável e pesquisa, muitas vezes recebem mais atenção e incentivos para contribuições ao desenvolvimento econômico.

A Lei do Bem, conhecida como Lei nº 11.196/05, por exemplo, é uma legislação brasileira que visa promover a inovação tecnológica nas empresas por meio de benefícios fiscais, é um dos principais instrumentos legais para promover o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no Brasil. Ela tem como objetivo estimular a cultura de inovação nas empresas brasileiras, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a competitividade no mercado global.

### **c. Mapeamento Científico**

De acordo com Klein, *et al.* (2019), atualmente os avanços tecnológicos têm-se mostrado como intervir na vida da população. Essas intervenções ocorrem tanto nas esferas sociais, econômicas, políticas e culturais diferentes, alterando completamente o dia a dia das pessoas.

De acordo com Kalinke (1999, p.15), todos os ramos do conhecimento já utilizam dos benefícios dos avanços tecnológicos:

Os avanços tecnológicos estão sendo usados por praticamente todos os ramos do conhecimento. As descobertas são extremamente rápidas e estão à nossa disposição com uma velocidade nunca imaginada. A internet, os canais de televisão a cabo e aberta, os recursos de multimídia estão presentes e disponíveis na sociedade. Estamos sempre a um passo de qualquer novidade. Em contrapartida, a realidade mundial faz com que nossos alunos estejam cada vez mais informados e atualizados e participantes desse mundo globalizado (Kalinke, 1999).

Devido a esses avanços, a sociedade, está constantemente exposta a informações e novos desenvolvimentos. A evolução tecnológica e o acesso facilitado à informação, impactam a sociedade, tornando os indivíduos mais conectados e informados em um cenário globalizado.

Esses impactos são significativos em diversas áreas da sociedade, moldando a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Na saúde, por exemplo, o avanço tecnológico vem proporcionando melhorias significativas em diagnósticos, tratamentos, acessibilidade e pesquisa médica. É uma tecnologia que não apenas aprimora a qualidade e eficácia dos cuidados médicos, mas também impulsiona a inovação e a pesquisa, impactando positivamente a saúde global.

Segundo Inform (2018), “o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) em saúde vem sendo disseminado em grande escala, tanto em cursos à distância ofertados pelas universidades, como também tem sido um tema bastante presente nos encontros e congressos de saúde da Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS), que tem discutido a inserção das TICs no âmbito da saúde seja no campo de trabalho, com a introdução dos prontuários eletrônicos e com o Programa Telessaúde Brasil, como na

academia, com a Universidade Aberta do SUS, fortalecendo sua utilização como ferramentas de formação profissional.”

Em virtude do crescimento do SUS no Brasil, houve a necessidade de investimento em tecnologia, inovação e pesquisa. A criação de aparelhos que tornassem o trabalho médico cada vez mais rápido e seguro para seus pacientes, se tornava fundamental para o crescimento e consolidação de um setor confiável e economicamente ativo no país.

Na saúde, a incorporação de tecnologias avançadas tem possibilitado diagnósticos mais precisos, e a disseminação eficaz de informações médicas. Simultaneamente, na educação, a tecnologia tem desempenhado um papel transformador, oferecendo recursos online, plataformas de aprendizado à distância e métodos inovadores de ensino.

Essa convergência resulta em profissionais de saúde mais bem informados e capacitados, uma vez que a tecnologia proporciona acesso rápido a pesquisas médicas e avanços terapêuticos. Essa interseção entre saúde e educação, impulsionada pelo avanço tecnológico, contribui para profissionais mais qualificados e uma população mais informada, promovendo uma abordagem integrada para o bem-estar e o desenvolvimento educacional.

A internet e a tecnologia tornaram o acesso à informação mais democrático. Ferramentas digitais e softwares educativos permitem a adaptação de conteúdo de acordo com as necessidades e estilos de aprendizado individuais, facilitando a personalização do processo de ensino, tornando-o mais eficaz e envolvente.

O ensino a distância por sua vez tornou-se mais elevado, possibilitando que alunos de todo o mundo tenham acesso a cursos e programas de instituições renomadas sem a necessidade de deslocamento físico, assim, aumentando a flexibilidade e a acessibilidade.

Elas permitem a criação de recursos educacionais interativos, plataformas de aprendizagem online e a disseminação de conhecimento científico para estudantes e professores em todo o país. Conforme menciona Klein, *et al.* (2019), “a escola, os professores e os estudantes necessitam adaptar-se às novas tecnologias, além de buscarem um meio de interação para se apropriarem de maneira crítica e consciente, para que estes recursos possam auxiliá-los em seu cotidiano.”

A constante evolução tecnológica impulsiona a inovação em vários setores econômicos, principalmente, em fontes renováveis, melhorando a eficiência e os custos. Por meio de avanços em células solares, turbinas eólicas, armazenamento de energia e redes inteligentes, a tecnologia permite a captação eficaz de recursos naturais, como sol e vento, e a integração harmoniosa dessas fontes na infraestrutura elétrica global.

As energias renováveis desempenham um papel crucial na busca por uma matriz energética mais sustentável, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e evitando a dependência de fontes de energia não renováveis e poluentes.

O Brasil possui um dos maiores potenciais solares do mundo devido à sua vasta extensão territorial e altos níveis de irradiação solar. Isso torna a energia fotovoltaica uma opção viável e promissora para a geração de eletricidade em diversas regiões do país.

Sendo Salete *et al.* (2017), “o sistema fotovoltaico, que mais cresceu no mundo nos últimos anos, transforma a energia solar em energia elétrica com a utilização de duas tecnologias: silício cristalino e filmes finos.” Além disso, a energia eólica, que utiliza o vento, um dos recursos mais abundantes da terra, possui um valor indiscutível, e “é mais barato gerar eletricidade com o vento do que com usinas nucleares ou movidas a carvão,

e, graças a avanços tecnológicos, a indústria eólica está ficando tão competitiva quanto a movida a gás” (Walisiewicz, 2008, p. 43).

O crescimento expressivo das tecnologias fotovoltaicas e eólicas, aponta os benefícios econômicos da energia renovável, especialmente quando comparada às fontes mais tradicionais de geração de eletricidade. Essa tendência é impulsionada por avanços tecnológicos que não apenas melhoram a eficiência, mas também tornam essas formas de energia mais econômicas e competitivas no cenário energético global.

#### **d. Vantagens Comparativas**

Nos últimos anos o Brasil está empenhado em se tornar um centro de inovação tecnológica no campo dos materiais. Esse esforço abrange áreas como nanotecnologia, materiais avançados e biomateriais. O país esteve gradualmente aumentando seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento nesse setor, contando com a participação de instituições acadêmicas, institutos de pesquisa e empresas privadas. Além disso, as incubadoras de empresas, muitas localizadas em parques tecnológicos e universidades, desempenham um papel crucial no apoio ao crescimento de startups e empresas inovadoras dedicadas aos materiais.

Quando se trata de Exportação de Tecnologia e Inovação, o Brasil vem explorando oportunidades para exportar tecnologia e conhecimento relacionados aos materiais, tanto para países da América Latina quanto para parceiros comerciais em todo o mundo. Parcerias internacionais e acordos de cooperação em pesquisa vêm sendo estabelecidos para promover a colaboração em inovação tecnológica. Esse esforço visa não apenas fortalecer a posição do Brasil no mercado global de materiais, mas também promover a internacionalização das empresas brasileiras do setor.

Algumas regiões específicas do Brasil, incluindo o Rio Grande do Norte, se destacam no desenvolvimento de tecnologias de base tecnológica, muitas vezes direcionadas para setores específicos, como energias renováveis. Universidades e Institutos de pesquisa como a UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) e o IFRN (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte) por exemplo, são locais que desempenham um papel fundamental nesse cenário, estimulando a inovação e oferecendo suporte ao empreendedorismo tecnológico. Essa regionalização do desenvolvimento tecnológico mostra a diversidade de especializações dentro do setor de materiais em todo o país.

Com o objetivo de garantir uma vantagem competitiva no mercado de materiais, o Brasil precisa continuar investindo em pesquisa e desenvolvimento. É essencial promover a educação em ciências e engenharia, estimulando o surgimento de profissionais altamente qualificados. Além disso, incentivar a colaboração estreita entre a academia e a indústria é fundamental para transformar a pesquisa em produtos e processos inovadores. O país também tem a vantagem de contar com recursos naturais, como minerais e biomassa, que oferecem oportunidades para o desenvolvimento de materiais inovadores com aplicações em diversas indústrias, como a de energia e a de saúde.

A evolução subsequente do setor de materiais no Brasil e sua posição global dependem de vários fatores, incluindo políticas governamentais, investimentos, avanços tecnológicos e dinâmicas econômicas, que podem mudar com o tempo.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou analisar o cenário de investimentos em empresas de base tecnológica no Brasil, destacando a relevância das iniciativas estatais e incubadoras no apoio ao desenvolvimento dessas empresas. Pode-se destacar que os avanços tecnológicos têm impactado diversos setores da sociedade, transformando práticas médicas, democratizando o acesso à educação e impulsionando fontes de energia sustentáveis.

No âmbito da saúde, as tecnologias da informação têm contribuído para diagnósticos mais precisos e para a disseminação eficaz de informações médicas. Na educação, a tecnologia proporciona personalização do aprendizado e ensino à distância, promovendo uma população mais informada e profissionais mais qualificados.

No setor energético, as tecnologias renováveis, como a energia fotovoltaica e eólica, desempenham papel crucial na busca por uma matriz sustentável, refletindo o potencial do Brasil nesse cenário devido à sua vasta extensão territorial e altos níveis de irradiação solar.

Portanto, vale ressaltar que a constante adaptação às mudanças tecnológicas, políticas e econômicas será fundamental para manter o país na vanguarda da inovação e do desenvolvimento sustentável.

### REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE JÚNIOR, Pedro Paulo de. **Avaliação das dificuldades de empresas de base tecnológica em incubadoras: Um estudo multicaso**. XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010.
- [2] ARBIX, Glauco; MIRANDA, Zil. Inovação em tempos difíceis. **Plural: Revista de Ciências Sociais**, vol. 22, n.º 2, p. 18-36, 2015.
- [3] ABREU, D. **Brasil avança 5 posições, lidera na América Latina e está no 49o lugar no Índice Global de Inovação**. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/brasil-avanc-a-5-posicoes-lidera-na-america-latina-e-esta-no-49o-lugar-no-indice-globaldeinovacao/>. Acesso em: 7 de outubro de 2023.
- [4] CURADO, Marcelo. **Industrialização e desenvolvimento: uma análise do pensamento econômico brasileiro**. Economia e Sociedade, vol. 22, n.º 3, p. 545-565, dezembro de 2013.
- [5] **Educação, ciência e tecnologia terão investimento de R\$ 45 bilhões**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/ptbr/assuntos/noticias/2023/agosto/educacao-ciencia-e-tecnologia-terao-investimento-de-r-45-bilhoes>. Acesso em: 7 de outubro de 2023.
- [6] **GO! RN se firma no RN como o maior evento de fomento ao empreendedorismo inovador**. Disponível em: <https://agenciasebrae.com.br/inovacao-e-tecnologia/gorn-se-firma-no-rn-como-o-maior-evento-de-fomento-ao-empreendedorismo-inovador/>. Acesso em: 7 de outubro de 2023.
- [7] HERCOS JÚNIOR, José Braz. **As principais dificuldades enfrentadas pelos empreendimentos de base tecnológica, na percepção de seus empreendedores: um estudo exploratório na incubadora tecnológica de Maringá**. 93p. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 2004.
- [8] KLEIN, V.; SANTOS, C. V. DOS; SOUZA, D. M. **RECURSOS TECNOLÓGICOS: AVALIANDO O ACESSO DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL**. Redin - Revista Educacional Interdisciplinar, vol. 8, n.º 1, 19 dez. 2019. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1549>. Acesso em: 7 de outubro de 2023.

- [9] Lei nº 10.973 de 2 de dezembro de 2004. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm). Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [10] INFO ESCOLA. **Embraer**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/empresas/embraer/>. Acesso em: 30 de setembro de 2023.
- [11] Incubadora **ITZN**. Disponível em: <http://itzn.ifrn.edu.br/incubadora/>. Acesso em: 7 de outubro de 2023.
- [12] IPEA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3237/1/Pol%C3%ADticas%20de%20incentivo%20%C3%A0%20inova%C3%A7%C3%A3o%20tecnol%C3%B3gica%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [13] TODA MATÉRIA. **Saúde Pública no Brasil**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/saude-publica-no-brasil/>. Acesso em: 30 de setembro de 2023.
- [14] **Mapeamento mostra que Brasil tem 363 incubadoras e 57 aceleradoras**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-08/mapeamento-mostra-que-brasil-tem-363-incubadoras-e-57-aceleradoras>. Acesso em: 7 outubro de 2023.
- [15] MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). **MCTI e Finep anunciam R\$ 240 milhões para 19 parques tecnológicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/08/mcti-e-finep-anunciam-r-240-milhoes-para-19-parques-tecnologicos>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [16] MOTA, D. DE N. et al. **Tecnologias da informação e comunicação: influências no trabalho da estratégia Saúde da Família**. Journal of Health Informatics, vol. 10, n.º. 2, 11 maio de 2018. Disponível em: <https://jhi.sbis.org.br/index.php/jhi-sbis/article/view/563>. Acesso em: 1 de outubro de 2023.
- [17] SALETE ORO BOFF; VILMAR ANTÔNIO BOFF. **Inovação tecnológica em energias renováveis no Brasil como imperativo da solidariedade intergeracional**. Revista de Direito Econômico e Socioambiental, vol. 8, n.º. 2, p. 282–302, 2017.
- [18] Sobre a Tecnatus : Tecnatus – **Incubadora de Empresas da UFRN**. Disponível em: <https://tecnatus.ct.ufrn.br/sobre-a-tecnatus/>. Acesso em: 7 de outubro de 2023.
- [19] SCHUMPETER, Joseph A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo, Abril Cultural, 1982.

# Capítulo 18

## *O papel dos investimentos em pesquisa espacial no desenvolvimento econômico: um estudo sobre o Programa Espacial Brasileiro*

*Giovanni Paulo dos Santos<sup>1</sup>*

*Jose Isidorio de Oliveira Neto<sup>2</sup>*

*Emanuel Alexandre Silva Morais<sup>3</sup>*

*Vinicius Regis Santos Alves<sup>4</sup>*

*Matheus Onofre Fialho<sup>5</sup>*

*Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins<sup>6</sup>*

*José Henrique Fernandez<sup>7</sup>*

**Resumo:** Este artigo destaca a relação entre investimentos em pesquisa espacial e desenvolvimento econômico, citando estudos que demonstram retornos substanciais em setores como telecomunicações e geolocalização. Além disso, a presença no espaço está associada à construção de uma imagem de liderança e cooperação global para os países. No contexto brasileiro, o Programa Espacial Nacional ganhou impulso durante a corrida espacial, alinhando-se aos objetivos estratégicos dos Estados Unidos. A influência da corrida espacial na política nacional é ressaltada, indicando que nações em desenvolvimento, como o Brasil, buscaram inserção no cenário espacial para afirmar-se politicamente e avançar tecnologicamente. A pesquisa em questão adota uma metodologia qualitativa para aprofundar a compreensão de eventos complexos e explorar os significados subjacentes aos dados coletados. Essa abordagem flexível e adaptável permite a emergência de padrões inesperados e insights valiosos durante o processo de pesquisa.

**Palavras-chaves:** programa espacial brasileiro, políticas públicas aeroespaciais, tecnologia espacial.

---

<sup>1</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Graduada em enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Doutor e Mestre em Geofísica Espacial pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos, a curiosidade humana tem sido uma característica intrínseca. Essa sede de descoberta levou o ser humano a observar cada vez mais o espaço ao seu redor. Ao longo do tempo, essa curiosidade se transformou em uma busca mais intensa pelo conhecimento do espaço sideral. Esse interesse cresceu especialmente no período pós-Segunda Guerra Mundial e durante a Guerra Fria, quando a corrida pelo domínio geopolítico incluiu a exploração espacial como um elemento-chave. Esse contexto marcou o início de uma explosão no desenvolvimento dos programas espaciais. A exploração espacial conquistou nova dimensão na disputa de poder entre as nações nas últimas décadas (Veloso, 2009).

Nesse sentido, buscar acessar este ambiente espacial impulsiona o desenvolvimento econômico e de poderio militar, acarretando prestígio político, o que promove a influência do país. A conexão entre desenvolvimento econômico e exploração espacial é reforçada por estudos como o realizado por Evans *et al.* (2021), que demonstra que investimentos em pesquisa espacial e tecnologias correlatas geram retornos substanciais para a economia, estimulando a inovação em setores cruciais como telecomunicações, geolocalização e sensoriamento remoto.

Além disso, Oliveira e Silva (2022) analisaram a correlação entre o investimento em programas espaciais e a posição de destaque em organizações internacionais, indicando que a presença no espaço contribui para a construção de uma imagem de liderança e cooperação global.

No âmbito nacional, apenas com o presidente Jânio Quadros, em 1961, o Programa Espacial nacional tomou proporções maiores, alinhando-se aos objetivos estratégicos dos Estados Unidos no contexto da corrida espacial, desencadeada pelo marco histórico do lançamento do satélite Sputnik pela União Soviética em 1957 (Scatolin, 2008).

Para além desse ponto, a influência da corrida espacial nas decisões políticas nacionais é destacada por Silva (2010), o qual argumenta que a competição entre os Estados Unidos e União Soviética gerou um ambiente propício para que nações em desenvolvimento, como o Brasil, buscassem inserção no cenário espacial global como meio de afirmação política e desenvolvimento tecnológico.

A descoberta científica e a inovação tecnológica são vetores essenciais para a promoção do desenvolvimento social e econômico (Velasco, 2019). Um importante condutor desse processo acontece no setor de exploração espacial, o qual naturalmente exige uma mão de obra qualificada e integra tecnologia e inovação, facilitando a troca de conhecimentos entre setores e, por consequência, oferecendo produtos e serviços de alto valor agregado. Outros pontos, como o fortalecimento da soberania nacional, relevância política e aproximação com grandes potências também possuem grande importância dentro de um contexto de valorização desse segmento em uma nação.

Todo o desenvolvimento estimado e desejado por meio da indústria espacial é animador, entretanto, neste percurso, exige-se que sejam elaborados projetos a médio e longo prazo que, aliados a investimentos e atenção considerável, tenham potencial para possibilitar o alcance dos resultados em um processo complexo. A exemplo disso, partindo do trabalho de (Barboza, 2022), foi possível identificar algumas áreas nas quais a Índia obteve relevantes avanços, mesmo dentro de um contexto de notável limitação de recursos. Esse investimento resultou em avanços em diversos setores, desde segmentos militares, área da telecomunicação, e até protagonismo em algumas missões espaciais.

No Brasil, o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) tem sofrido há anos com baixos investimentos públicos (orçamentos insuficientes agravados por contingenciamentos e cortes), por não ser prioridade dos governantes. Em decorrência disso, a indústria espacial brasileira é muito pequena, composta principalmente por empresas de pequeno porte, está territorialmente concentrada em São José dos Campos/SP e vem passando por precária situação financeira, o que acarretou o fechamento de algumas empresas e venda de outras; assim, apresenta limitações de desenvolvimento tecnológico, sendo dependente de subvenção econômica (Morais, 2022).

Dada a significativa demanda brasileira por serviços espaciais, é crucial ampliar a capacidade tecnológica espacial do país. Isso se torna essencial para que os recursos investidos em tecnologias e serviços estrangeiros, como foguetes e satélites, possam ser substituídos no futuro. Uma abordagem estratégica para alcançar essa evolução é estabelecer parcerias e cooperação internacional com países desenvolvidos. Por meio de acordos internacionais e uma ação conjunta, o Brasil pode viabilizar a estruturação de sua tecnologia espacial. Essa colaboração também pode oferecer melhores estratégias para a implementação de um programa espacial nacional robusto e sustentável (Gaioski, 2012).

Como uma demonstração internacional de cooperação científica e tecnológica para o desenvolvimento dos países BRICS, Brasil e China surgem na área espacial de forma proveitosa com um programa que está em curso desde o final da década de 1980. Trata-se do Programa de Satélites Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS), cuja experiência pode oferecer insumos para a implementação efetiva de acordos de cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação entre os países BRICS, seja bilateral ou multilateralmente, como fortalecimento das relações Sul-Sul (Fernandes, 2013).

Essa experiência, entretanto, mostrou que mesmo em alguns casos da cooperação Sul-Sul na área de Ciência, Tecnologia e Inovação, pode haver cerceamento à transferência de tecnologia, não superando plenamente esse recorrente problema nas relações Norte-Sul (Fernandes, 2013).

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **2.1. METODOLOGIA**

A presente pesquisa fez uso de uma metodologia qualificativa e busca aprofundar a compreensão de acontecimentos complexos, objetivando explorar as nuances e os significados subjacentes dos dados coletados.

A metodologia qualitativa permite uma abordagem flexível e adaptável, favorecendo a emergência de padrões inesperados e insights valiosos durante o processo de pesquisa (Patton, 2015).

No entanto, a fundamentação teórica e a revisão de literatura desempenham um papel crucial na orientação da metodologia, contribuindo para a definição das variáveis e para a formulação de hipóteses. Dessa forma, oferece uma base sólida para a formulação das hipóteses, além de contribuir com a definição clara das variáveis e conceitos-chave do estudo.

Segundo Gil (2002), a construção de uma fundamentação teórica robusta foi essencial para orientar a pesquisa de maneira consistente, proporcionando uma compreensão mais profunda do fenômeno em análise.

Ao adotar uma metodologia qualitativa, a pesquisa visa não apenas coletar dados, mas também interpretar e dar significado aos fenômenos estudados, contribuindo para uma compreensão mais profunda e contextualizada do tema.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os investimentos realizados no setor espacial proporcionam retornos socioeconômicos relevantes em razão do impacto transversal das respectivas competências e infraestruturas nos demais setores (Morais, 2022).

Diante disso, é notória a importância do desenvolvimento espacial brasileiro e para o presente trabalho buscamos fontes atuais e com amplo referencial teórico.

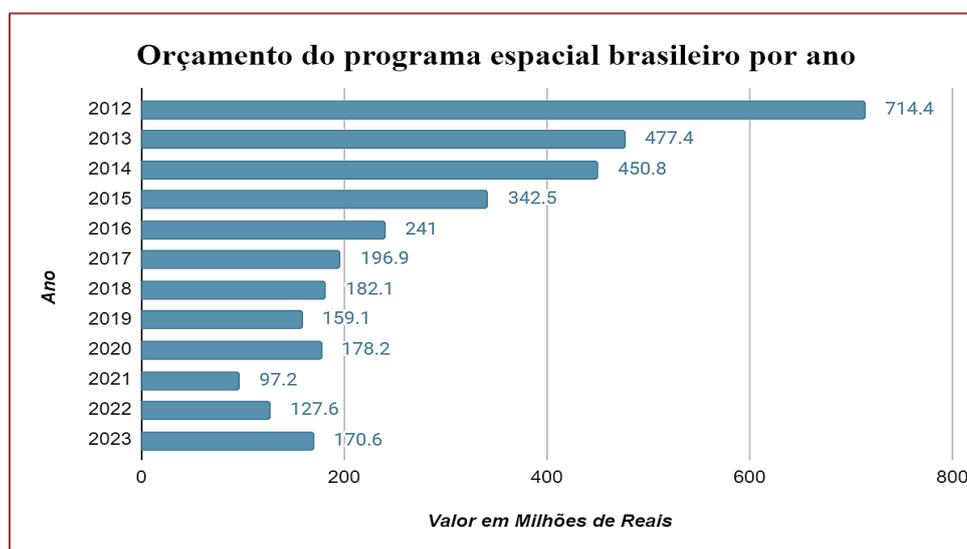
O setor espacial está completamente ligado ao desenvolvimento econômico de um país. As novas tecnologias espaciais são absorvidas por outros setores tecnológicos e utilizadas como meio de inovação, possuindo assim um valor agregado muito alto para o país. Por isso, a indústria espacial apresenta um potencial enorme de indução do desenvolvimento tecnológico e, portanto, de impulsionar o crescimento econômico de um país (Morais, 2022).

Atualmente, o Brasil enfrenta um atraso no seu programa espacial em relação a outros países do mundo devido ao baixo orçamento empregado ao longo dos anos. Essa problemática faz com que o Brasil precise recorrer a tecnologias produzidas por outros países e por empresas privadas.

Nesse sentido, Carvalho e Santos (2019) destacam a importância de estratégias de inovação e investimentos consistentes para o fortalecimento do setor espacial no Brasil.

Os autores argumentam que a consecução de objetivos ambiciosos, como o desenvolvimento de satélites de última geração e a participação ativa em projetos internacionais, requer um planejamento meticuloso e a implementação de políticas que promovam a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico.

**Gráfico 1:** Orçamento do programa espacial brasileiro por ano



Fonte: Agência Espacial Brasileira – AEB.

O gráfico 1 (Fig.1) mostra que o investimento em programa espacial no país vem decaindo com o passar dos anos, de modo que em 2012 ele alcança o maior valor investido no programa, e em 2021 atinge o menor valor. Esta deficiência de recursos financeiros tem impactado de maneira significativa na capacidade do país em conduzir pesquisas, desenvolver tecnologias e implementar projetos para competir de forma eficaz no cenário espacial global.

Nesse sentido, um ponto que pode ser levantado a partir da limitação de investimento orçamentário para o desenvolvimento de tecnologias espaciais é a crescente dependência do Brasil em relação a tecnologias e recursos provenientes de nações estrangeiras e empresas do setor privado.

Essa dependência de tecnologias estrangeiras e a necessidade de estabelecer parcerias com empresas privadas repercutem profundamente na capacidade de inovação e desenvolvimento tecnológico do Brasil (Santos, 2019).

Dada a falta de ênfase na busca pela autonomia tecnológica, o Brasil enfrenta vulnerabilidades estratégicas em seu programa espacial. É crucial, portanto, uma revisão na política de investimentos, assegurando recursos adequados para fortalecer a presença e a competitividade do país no cenário internacional.

Essa medida foi essencial para garantir tanto a independência quanto a capacidade de autossuficiência em atividades espaciais relevantes. Visto que outros países que destinaram recursos substanciais para suas agências espaciais desfrutaram de maior autonomia e liderança no cenário espacial global (Gonçalves, 2021; Smith *et al.*, 2020).

A necessidade de investimentos expressivos é corroborada por indicadores econômicos do setor espacial global. Conforme relatório da Eurospace (2021), a indústria espacial europeia, por exemplo, experimentou um crescimento contínuo nos últimos anos, com um aumento médio de 5% ao ano. Esse incremento é atribuído a investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento, demonstrando a relação direta entre aportes financeiros e avanços tecnológicos no setor.

Além disso, a presença ativa no cenário espacial global cria oportunidades para estabelecer parcerias internacionais e colaborações, fortalecendo a posição diplomática e o papel do país como um ator influente em questões espaciais.

A colaboração no âmbito espacial é amplamente reconhecida como uma abordagem estratégica para promover a paz e a exploração sustentável do espaço sideral (Jones, 2018).

O Tratado do Espaço Exterior de 1967, que atualmente conta com mais de 100 países, estabelece a base para a cooperação internacional no espaço, o tratado sobressai o contexto jurídico, uma vez que suas disposições fundamentais estabelecem princípios que moldam as atividades espaciais e promovem uma abordagem de cooperação no espaço.

Autores como Smith (2020) e Jones (2018) concordam que o Tratado do Espaço Exterior de 1967 tem um papel vital. Ele não apenas estabelece as regras para o espaço, mas também fomenta a cooperação global e assegura que o espaço sideral permaneça sendo um lugar de paz e vantagens para todas as pessoas.

Santos (2019) fornece uma análise aprofundada dos desafios orçamentários enfrentados pelo programa espacial brasileiro, destacando a insuficiência de recursos como um dos principais obstáculos à sua evolução. A falta de investimentos robustos tem impedido a construção de infraestrutura de pesquisa, o desenvolvimento de capacidades tecnológicas e a realização de missões espaciais de grande envergadura que seriam cruciais para a autonomia do país neste setor.

Para superar esse desafio, é imperativo que o Brasil reavalie e intensifique seu comprometimento com o programa espacial (Morais, 2022). A alocação de investimentos consistentes e de longo prazo representa um requisito fundamental para que o país construa sua capacidade tecnológica e de produção no domínio espacial. Aumentar o financiamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento espacial é uma medida essencial para promover a independência tecnológica. Outro ponto relevante é o desenvolvimento de tecnologias que podem ser aplicadas em outras áreas.

Dessa forma, o investimento na indústria espacial deve ser concebido não como uma mera despesa, mas sim como um investimento estratégico no futuro do Brasil. A indústria espacial transcende o âmbito da pesquisa e da exploração, adquirindo uma dimensão como motor para o crescimento econômico, a inovação e a segurança nacional (Morais, 2022).

O Brasil precisa reavaliar sua política de investimentos no programa espacial, garantindo a alocação de recursos adequados para fortalecer sua presença e competitividade no cenário internacional, assim, tornando possível superar o atraso tecnológico no cenário atual e possibilitando ao país efetivamente capitalizar o potencial da indústria espacial e colher os benefícios inerentes ao desenvolvimento tecnológico e crescimento econômico.

Dessa maneira, a proposta de criação de incentivos fiscais, como sugerido por Li *et al.* (2021), emerge como uma estratégia crucial para estimular o investimento do setor privado na indústria espacial brasileira. Políticas fiscais favoráveis têm demonstrado impactos positivos no crescimento sustentável da indústria espacial, conforme indicado por evidências empíricas.

Além disso, a proposta de fomento à educação em ciências espaciais, baseada em estudos como os de Almeida (2018), não apenas contribuirá para o desenvolvimento de uma mão de obra qualificada, mas também estabelecerá as bases para a sustentabilidade do setor a longo prazo.

A importância de uma visão de longo prazo para o desenvolvimento espacial é ressaltada por Tavani *et al.* (2020), que argumentam que países que adotam estratégias de longo prazo têm maior probabilidade de alcançar autonomia tecnológica e competitividade internacional. A implementação de políticas de Estado voltadas para a continuidade e aprimoramento constante das capacidades espaciais é crucial para o êxito a longo prazo.

Segundo Smith e Johnson (2021), em seu estudo sobre políticas espaciais de nações desenvolvidas, países que estabelecem metas a longo prazo para seus programas espaciais demonstram maior resiliência diante de desafios orçamentários e mudanças políticas. A continuidade das políticas espaciais ao longo do tempo é um indicador crítico para o sucesso duradouro.

A implementação eficaz das propostas delineadas para fortalecer o investimento na indústria espacial brasileira demanda a criação de um órgão regulador e de monitoramento estrategicamente alinhado com as diretrizes estabelecidas pela Agência Espacial Brasileira (AEB). Esse órgão desempenharia um papel central na supervisão e avaliação contínua das iniciativas, garantindo a eficácia das intervenções ao longo do tempo. Segundo a European Space Agency (ESA), países que estabeleceram órgãos reguladores especializados conseguiram coordenar de forma mais eficiente as atividades espaciais, promovendo tanto a inovação quanto a segurança operacional (ESA, 2021).

De acordo com dados da pesquisa de Silva e Oliveira (2021) destaca que a ausência de uma estrutura regulatória específica pode gerar incertezas e limitar o desenvolvimento do setor, enquanto um órgão regulador adequado proporciona direcionamento e controle necessários para a implementação efetiva de políticas. O modelo adotado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) nos Estados Unidos, cuja estrutura regulatória é desenvolvida e flexível para se adaptar às rápidas mudanças no cenário espacial global. Esse modelo tem contribuído para o sucesso contínuo das missões espaciais norte-americanas e para a liderança dos Estados Unidos no setor (NASA, 2022).

Ao abraçar essa perspectiva colaborativa e voltada para perspectivas futuras, o Brasil se coloca em uma posição estratégica para superar desafios, explorar oportunidades emergentes e solidificar dentro do cenário do setor espacial de forma robusta e buscando inovar dentro das áreas de ciência e tecnologia.

#### 4. CONCLUSÃO

A ampliação da autonomia nacional no contexto espacial requer uma compreensão profunda das capacidades tecnológicas disponíveis. A análise de dados fornece um panorama abrangente das tecnologias utilizadas no Programa Espacial Brasileiro, identificando lacunas e pontos fortes. Esse conhecimento é vital para o desenvolvimento de estratégias que visem fortalecer a infraestrutura tecnológica nacional e reduzir a dependência de tecnologias estrangeiras.

Diante da análise de dados também desempenha um papel crucial na identificação de lacunas no conhecimento existente. Ao examinar minuciosamente os dados disponíveis, os acadêmicos podem identificar áreas que requerem investigação adicional, estimulando o desenvolvimento de novas perguntas de pesquisa e a formulação de abordagens inovadoras.

Nesse ciclo de análise contínua, é fundamental para o avanço e a expansão do conhecimento que impulsionam a autonomia e o desenvolvimento das capacidades tecnológicas nacionais no âmbito do Programa Espacial Brasileiro. Esse conhecimento é essencial para elaborar estratégias que fortaleçam a infraestrutura tecnológica nacional e diminuam a dependência de tecnologias estrangeiras.

Portanto, essa análise aprofundada é de suma importância para vislumbrar os desafios enfrentados pelo programa, ao mesmo tempo em que evidencia oportunidades de aprimoramento e áreas propícias para expansão, destacando oportunidades de melhoria e áreas para expansão. Com uma abordagem analítica sólida, o presente estudo contribui para proporcionar insights, fornecendo subsídios fundamentais para a tomada de decisões estratégicas com o objetivo de aumentar a independência nacional no âmbito espacial.

## REFERÊNCIAS

- [1] BARBOZA, Ana Vitória Marcolino. **Uma odisseia no espaço: As origens e os impactos do programa espacial indiano.** 2022. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.
- [2] CARVALHO, D.; SANTOS, C. **Desafios e Perspectivas para o Setor Espacial Brasileiro.** Revista Brasileira de Inovação, vol.18, n°2, p.293-318, 2019.
- [3] ESA - European Space Agency. (2021). Best Practices for National Space Legislation. Disponível em: [https://www.esa.int/Applications/Telecommunications\\_Integrated\\_Applications/Best\\_practices\\_for\\_national\\_space\\_legislation](https://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Best_practices_for_national_space_legislation). Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [4] EVANS, J., et al. **Space Exploration and Economic Growth: An Empirical Analysis.** Journal of Space Economics, vol.12, n°3, p.215-232, 2021.
- [5] FERNANDES, L; GARCIA, A; CRUZ, P; WILLEMSSENS, C. **Cooperação científica e tecnológica para o desenvolvimento dos BRICS: O caso do programa CBERS.** Rio de Janeiro: BRICS Policy Center, 2013.
- [6] GAIOSKI, ALEXANDRE. **A cooperação tecnológica no âmbito do programa espacial brasileiro.** 34f. Monografia. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- [7] GONÇALVES, R. A. **Desenvolvimento Espacial no Brasil: Perspectivas e Desafios.** São Paulo: Editora Universitária, 2021.
- [8] JONES, P. **Space Diplomacy: Cooperative Conflict Resolution and the Prevention of Outer Space Wars.** Oxford University Press, 2018.
- [9] MORAIS, Michelly Sampaio Gomes de. **Trajatória tecnológica do setor espacial: o comportamento das firmas brasileiras no New Space.** 2022. 65 f., il. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2023.
- [10] MORAIS, J. A. **Desenvolvimento Tecnológico na Indústria Espacial.** São Paulo: Editora Exemplo, 2022
- [11] SANTOS, P. B. Investimentos em Programas Espaciais: Uma Análise do Caso Brasileiro. **Revista de Política Espacial**, vol. 15, n° 2, p. 45-58, 2019.
- [12] SILVA, C. R. **Metodologia da Pesquisa: Guia Prático.** Atlas, 2018.
- [13] PATTON, M. Q. **Qualitative Research & Evaluation Methods.** Sage Publications, 2015.
- [14] SMITH, J. et al. **Space Investment: The Case for Increased Federal Investments in Space Technologies.** Washington, D.C.: Brookings Institution, 2020.
- [15] SMITH, A.; JOHNSON, C. Long-Term Space Policy Planning: Lessons from Developed Nations. **Journal of Space Policy**, vol.45, p.78-91, 2021.
- [16] TAVANI, E. *et al.* **National Space Strategies and Policies: An International Comparison.** Space Policy, vol.55, p.101-113, 2020.
- [17] VELLASCO, Fabiany Maria Made. **O desenvolvimento da indústria espacial brasileira: uma abordagem institucional.** 143f. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Administração Pública - ENAP, 2019.
- [18] VELOSO, Elizabeth Machado (Coord.). **A política espacial brasileira.** Relator Rodrigo Rollemberg. Brasília: Câmara dos Deputados. Vol.2, Série cadernos de altos estudos 7. Edições Câmara, 2009.

# Capítulo 19

## *Programa Espacial Brasileiro: desafios, progressos e perspectivas futuras*

*Lianna Caroline Lima dos Santos<sup>1</sup>*

*Luciano Gustavo Lins dos Santos<sup>2</sup>*

*Patrícia Kelly do Nascimento Tavares de Oliveira<sup>3</sup>*

*Thalys Ribeiro de Albuquerque Silva<sup>4</sup>*

*Wanderson Santos de Paula<sup>5</sup>*

*Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins<sup>6</sup>*

*José Henrique Fernandez<sup>7</sup>*

**Resumo:** O artigo aborda a crescente importância da automação e do avanço tecnológico no Programa Espacial Brasileiro (PEB). Nas últimas décadas, o Brasil fez notáveis progressos no setor aeroespacial, impulsionados por avanços tecnológicos e a automação de processos-chave. Além disso, o Brasil investe em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia espacial, incluindo veículos lançadores e sistemas de controle de missões, tirando proveito da automação para aprimorar a eficiência. A colaboração internacional no espaço é outro ponto forte do Brasil, destacando suas capacidades tecnológicas e reforçando sua posição global. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é responsável pelo desenvolvimento de satélites nacionais. Apesar dos desafios orçamentários e de gestão, o Brasil busca superar suas limitações e expandir sua autonomia no programa espacial, influenciado por fatores internos e externos, incluindo políticos, tecnológicos e econômicos. A exploração espacial permanece uma meta significativa para o país.

**Palavras-chave:** Automação; Aeroespacial; Desenvolvimento; Satélites.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Graduada em enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Doutor e Mestre em Geofísica Espacial pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A aplicação da automação e das capacidades tecnológicas do Brasil no programa espacial tem sido um aspecto fundamental do desenvolvimento do setor aeroespacial do país. Nas últimas décadas, o Brasil fez progressos significativos na exploração e pesquisa espacial, impulsionados por avanços tecnológicos e a automação de processos-chave. Isso resultou em uma série de realizações notáveis, incluindo o lançamento de satélites de observação da Terra, missões científicas e uma participação ativa em colaborações internacionais.

A automação desempenha um papel crucial na otimização dos lançamentos e operações de satélites, garantindo maior precisão e confiabilidade. Além disso, o Brasil tem investido em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia espacial, incluindo veículos lançadores e sistemas de controle de missões, aproveitando a automação para aprimorar a eficiência.

A colaboração com outras nações no espaço é outra área em que o Brasil tem se destacado, demonstrando suas capacidades tecnológicas por meio da participação em programas conjuntos e na contribuição para missões internacionais. Isso não apenas promove o intercâmbio de conhecimento, mas também fortalece a posição do Brasil no cenário global do espaço.

Com isso, sabe-se que a automação e as capacidades tecnológicas do Brasil desempenham um papel vital no programa espacial do país, capacitando-o a realizar pesquisas, desenvolver satélites e participar de projetos internacionais que contribuem para a exploração e pesquisa espacial global.

Diversos países, incluindo os Estados Unidos, Rússia, China, França, Japão e Índia, possuem controle total sobre o processo de produção espacial. O Brasil está empenhado em assegurar sua autonomia nesse setor por meio da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), estabelecida pelo Decreto nº 1.332, de 8 de dezembro de 1994. Essa política define metas e diretrizes para os programas e projetos nacionais na área espacial, com o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) desempenhando papel central no planejamento e programação decenal.

A PNDAE visa integrar a política espacial com outras políticas públicas, incentivando a formação qualificada, a atração e retenção de especialistas para impulsionar a cadeia produtiva espacial brasileira e garantir o domínio de tecnologias críticas e de acesso restrito.

As tecnologias críticas, essenciais para a autonomia espacial do Brasil, engloba três categorias: (a) niveladoras, já dominadas globalmente, mas não acessíveis adequadamente; (b) avançadas, em desenvolvimento global; (c) disruptivas, resultantes de inovações capazes de provocar mudanças profundas nas estratégias existentes.

Para adquirir essas tecnologias, o Brasil precisa promover mais missões científicas, capacitar especialistas e facilitar o acesso de baixo custo ao espaço. A participação ativa da indústria, institutos de pesquisa e academia é crucial. O desenvolvimento industrial requer altos investimentos, mão de obra qualificada, enfrenta desafios de automação devido à escala reduzida e possui alta densidade tecnológica com ciclos longos de desenvolvimento.

O Estado desempenha um papel fundamental na consolidação da cadeia produtiva espacial, atuando como coordenador e estimulando o desenvolvimento de sistemas

espaciais e empresas integradoras. Devido às características do setor e à dependência estatal, a questão orçamentária é crucial para que o Programa Espacial beneficie a sociedade. O orçamento do setor espacial brasileiro, embora tenha aumentado nos anos 2000, sofreu cortes significativos desde 2010, ficando aquém de outras agências espaciais.

O INPE é o responsável pelo desenvolvimento dos satélites nacionais. Em 9 de Fevereiro de 1993 foi lançado o primeiro satélite projetado e fabricado no Brasil. Sua vida útil nominal seria de 1 ano. É muito importante que se diga que EUA, URSS e outros países do primeiro mundo tiveram insucessos com a operação de seus primeiros satélites (Durão, 2001).

Muitos têm conhecimento de que o espaço se tornou essencial para o desenvolvimento de novas tecnologias, o BRASIL por sua vez possui o Programa Espacial Brasileiro, representa o conjunto de iniciativas do País para a realização de atividades espaciais. O desenvolvimento do PEB tem como base a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), elaborada em 1994 pela Agência Espacial Brasileira (AEB) (Lucas, 2016).

No século XX, o lançamento do satélite Sputnik pela Rússia, em 1957, revelou ao mundo a possibilidade e o potencial do acesso, do uso e da exploração do espaço. Sob o ponto de vista do setor de defesa, o desenvolvimento de tecnologias espaciais e de suas aplicações ampliou o conceito de poder aéreo para poder aeroespacial, o que deu início à chamada “corrida espacial”, com profundos impactos militares, científicos, econômicos e sociais (Lucas, 2016).

Nos últimos anos, o domínio da tecnologia espacial é imprescindível para o Brasil, um país com aproximadamente 8,5 milhões de km<sup>2</sup> de área territorial, 16.440 km de fronteiras secas, 7.367 km de litoral e 4.450.000 km<sup>2</sup> de plataforma continental, abundância de recursos naturais e mais de 200 milhões de pessoas para proteger, alimentar e comunicar (Machado, *et al.*, 2014).

De fato, o Brasil só pode ser verdadeiramente monitorado e vigiado através de sistemas espaciais. Atualmente, diversos programas governamentais são fortemente baseados no uso de dados e informações derivadas de sensores orbitais (Lucas, 2016).

Embora já tenham passado algumas décadas desde o lançamento dos primeiros foguetes, o sonho da conquista espacial ainda não foi alcançado pelo Brasil. Não como resultado do desinteresse do País por essa tecnologia, mas em decorrência de uma série de limitações de ordem orçamentária, gerencial e de capacitação que afetou o andamento dos projetos nacionais (Carleial, *et al.*, 2009). Desde a década de 1960, o Brasil vem buscando superar suas limitações por meio da negociação de acordos de cooperação tecnológica, mas a maioria das tentativas na área de propulsão espacial mostrou-se estéril principalmente em decorrência de embargos às transferências tecnológicas estabelecidos unilateralmente pelos Estados Unidos ou multilateralmente por regime de não-proliferação de tecnologia de mísseis (Gaioski, 2012).

A maior parte dos óbices da ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais no desenvolvimento do programa espacial brasileiro podem ser divididos em internos e externos. Dentre os aspectos internos, nacionais, destacam-se: a ocorrência de esforços paralelos em agências concorrentes, descontinuidade e imprevisibilidade orçamentária para longo prazo, ocorrência de casos de corrupção e restrições da administração pública para condução adequada de projetos complexos, falta de apoio político, e dificuldades estruturais do ensino e mercado. Dentre os aspectos

externos, internacionais, destacam-se: interesse das principais potências em manter as tecnologias restritas, e os mercados fechados aos concorrentes, manutenção do continente sulamericano sob a esfera de poder norte-americana, e o caráter possivelmente dual dos dois programas (Hickert, 2019).

Nesse artigo, será abordada a dinâmica intrincada das principais problemáticas enfrentadas pelo Programa Espacial Brasileiro. Além das limitações orçamentárias e da dependência tecnológica, exploraremos as estratégias em curso para superar esses desafios e impulsionar o programa para um futuro mais promissor.

Ao abordar as principais parcerias e missões, será destacado a importância das colaborações internacionais na busca pela excelência científica e tecnológica.

Para compreender completamente o contexto do programa, será abordado a história do Programa Espacial Brasileiro. Desde os primeiros passos até as realizações notáveis, visualizando os momentos-chave que definiram a trajetória do programa, considerando tanto os triunfos quanto os desafios históricos que moldaram sua evolução ao longo do tempo. Essa análise histórica fornecerá uma base sólida para avaliar o progresso e as perspectivas futuras do programa.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A presente seção se encontra subdividida em quatro subseções distintas. A primeira abordagem se dedica à exposição cronológica da origem do Programa Espacial Brasileiro, delineando os eventos e circunstâncias que deram forma à sua concepção inaugural. No segundo segmento, em consonância com uma abordagem contemporânea, realiza-se uma análise do estado atual do Programa Espacial, examinando suas características e direcionamento nos dias presentes. A terceira subseção se consagra à exposição detalhada das principais parcerias estabelecidas e missões empreendidas pelo referido Programa, oferecendo uma visão abrangente de suas colaborações e objetivos estratégicos. Finalmente, no quarto e último segmento, destaca-se uma análise crítica das problemáticas que permeiam o Programa Espacial, proporcionando uma investigação aprofundada das questões desafiadoras e nuances que influenciam sua trajetória.

### **2.1. A HISTÓRIA DO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO**

O início do Programa Espacial Brasileiro está conectado remotamente à Aeronáutica, surgindo nos anos 40 do século passado com o Centro Técnico da Aeronáutica (CTA) e, posteriormente, o Centro Técnico Aeroespacial. Em 1961, coincidindo com o feito de Yuri Gagarin, o primeiro cosmonauta a orbitar a Terra, o Brasil estabeleceu o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE) durante a gestão de Jânio Quadros, subordinado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (LAC Winter, 2022).

Em 1965, o Brasil deu um passo significativo no desenvolvimento de seu Programa Espacial com a criação do Campo de Lançamento da Barreira do Inferno, localizado no Rio Grande do Norte. Este campo tinha como objetivo principal lançar foguetes brasileiros, incluindo a importante série Sonda. Em 1969, surgiu o Instituto de Atividades Espaciais, consolidando os esforços do país nessa área (LAC Winter, 2022).

No decorrer dos anos, ocorreram importantes mudanças na estrutura do programa. Em 1971, o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades

Espaciais (GOCNAE) foi extinto, dando lugar ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que centralizou diversas atividades, desde balões atmosféricos até o desenvolvimento de foguetes e satélites. Em 1981, o governo federal estabeleceu a Missão Espacial Completa Brasileira, visando criar e lançar o primeiro veículo lançador de foguetes (VLS) nacional. Esses esforços resultaram na inauguração do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) em 1983 (LAC Winter, 2022).

Contudo, o Programa Espacial Brasileiro enfrentou desafios significativos, especialmente evidenciados pela tragédia ocorrida em 2003. Um incêndio no primeiro estágio do foguete VLS ceifou a vida de 21 pessoas, incluindo especialistas brasileiros. As consequências desse incidente incluíram a destruição do CLA e a necessidade de adiar a próxima tentativa de lançamento do VLS para 2017, que nunca ocorreu. O acidente também impactou as negociações para o uso comercial de Alcântara, levando a parcerias internacionais, como a com a Ucrânia, que eventualmente foi interrompida em 2015. Nos anos subsequentes, sob os governos de Temer e Bolsonaro, houve tentativas de reavivar as conversas, culminando com o anúncio, em 2019, da utilização da Base de Alcântara por empresas privadas americanas e canadenses, ressaltando a dependência do Brasil em relação à tecnologia externa para o lançamento de satélites (LAC Winter, 2022).

## **2.2. ESTRUTURA DO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO NOS DIAS DE HOJE**

O Programa Espacial Brasileiro, em sua configuração contemporânea, representa um sólido compromisso do Brasil com a excelência científica e tecnológica no âmbito espacial. O corpo desse programa é complexo e envolve uma rede de instituições estratégicas dedicadas à pesquisa, desenvolvimento e execução de projetos espaciais. Dentre essas instituições, destaca-se o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cujo papel é crucial na liderança de pesquisas, monitoramento ambiental e cooperação de iniciativas no campo espacial.

Além do INPE, a Agência Espacial Brasileira (AEB) desempenha um papel central na formulação de políticas, no fomento de projetos e na cooperação de parcerias nacionais e internacionais. O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) surge como uma infraestrutura estratégica, fornecendo uma estrutura operacional para os lançamentos e testes de foguetes. Paralelamente, parcerias internacionais, como a colaboração com a Agência Espacial Europeia (ESA), fortalecem a inserção do Brasil na comunidade espacial global, contribuindo para o intercâmbio de conhecimento e recursos. Isso reflete o amadurecimento do Programa Espacial Brasileiro, evidenciando a busca contínua por autonomia e inovação.

Atualmente, o Programa Espacial Brasileiro conta com os mesmos problemas que o impediram de crescer anteriormente: falta de investimentos. Porém, o principal foco da Agência Espacial Brasileira é criar autossuficiência e não depender mais de outros países para trabalhar nesse setor.

Além disso, a AEB tem a intenção de, nos próximos anos, atualizar e criar regulamentos para o setor espacial brasileiro. A grande inspiração do Brasil é a Índia, um país de destaque no setor atualmente e que teve um crescimento significativo nas últimas décadas, mesmo passando pelas mesmas dificuldades do Brasil.

### 2.3. PRINCIPAIS PARCERIAS E MISSÕES DO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A política do programa espacial brasileiro foi estabelecida por estudiosos da área e não necessariamente eram pessoas relacionadas ao poder público, mas era financiado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e que tinha a possibilidade de uma parceria colaborativa com a NASA (administração Nacional Aeronáutica e Espacial) para lançar pequenos foguetes (Veloso, 2009).

O satélite CBERS (Satélite China-Brasil de Recursos Terrestres) é algo emblemático da parceria estreita e produtiva entre Brasil e China no campo espacial. Lançado inicialmente em 1999, esse projeto conjunto é uma expressão tangível da colaboração entre a Agência Espacial Brasileira (AEB) e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial, mas devido ao não cumprimento de algumas conformidades.

O CBERS não apenas simboliza a competência técnica dessas nações, mas também reforça a cooperação bilateral no desenvolvimento de tecnologias avançadas de sensoriamento remoto. Ao longo de suas diversas versões, o CBERS tem desempenhado um papel crucial na monitorização e mapeamento de recursos naturais, evidenciando a eficácia dessa aliança estratégica na exploração da importação do espaço e na obtenção de dados essenciais para a compreensão e preservação do nosso planeta (Magalhães, 2020).

O Programa Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS) é resultado de uma parceria entre o Brasil e a China, envolvendo o INPE e a CAST (Academia Chinesa de Tecnologia Espacial), firmada no ano de 1988, cujo objetivo era a produção de dois satélites avançados de sensoriamento remoto para mapear os territórios dos dois países. Pretendia-se que os satélites levassem a bordo, além de câmeras imageadoras, um repetidor para os satélites de coleta de dados (SCD). Segundo o INPE (2016), o programa, que recebeu investimentos superiores a US\$300 milhões, foi desenvolvido em um princípio de “responsabilidades divididas (30% Brasil e 70% China), tendo como intuito a implantação de um sistema completo de sensoriamento remoto de nível internacional”. Foram então desenvolvidos os satélites CBERS-1 e 2, que, segundo o INPE, são idênticos em sua constituição técnica, missão no espaço e em cargas úteis (câmeras, sensores, computadores e outros equipamentos para experimentos científicos). Esses equipamentos visavam, além de atender às necessidades dos dois países, permitir o ingresso no emergente mercado de imagens de satélites. Após o sucesso dos primeiros satélites, lançados a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan, na China, o projeto teve continuidade em 2002, com a proposta de construção de dois novos satélites, os CBERS-3 e 4, com novas cargas úteis e uma nova divisão de responsabilidades entre o Brasil e a China, com 50% de investimentos para cada país (Viegas, 2016).

Em função de o lançamento do CBERS-3 ser viável apenas para um horizonte em que o CBERS-2 já tivesse deixado de funcionar, com prejuízo para ambos os países e para os inúmeros usuários do CBERS, o Brasil e a China, em 2004, decidiram construir o CBERS-2B e lançá-lo em 2007. O CBERS-2B operou até o começo de 2010 (Viegas, 2016).

Os CBERS-3 e 4 são satélites de sensoriamento remoto equipados com quatro sensores ópticos operando na faixa espectral<sup>1</sup> do visível e do infravermelho, com resoluções espaciais<sup>2</sup> variando de 5 a 70 metros: uma Câmera Pancromática e Multiespectral (PAN), uma Câmera Multiespectral Regular (MUX), um Imageador Multiespectral e Termal (IRS) e uma Câmera de Campo Largo (WFI). A órbita dos dois satélites é a mesma que a dos CBERS-1, 2 e 2B (Viegas, 2016).

O CBERS-3 foi lançado, conforme previsto no PNAE, em 9 de dezembro de 2013, mas devido a uma falha ocorrida com o veículo lançador Longa Marcha 4B, o satélite não foi colocado na órbita prevista, resultando em sua reentrada na atmosfera da Terra. Após a falha do lançamento, Brasil e China decidiram antecipar o lançamento do CBERS-4 - originalmente previsto para dezembro de 2015 - para dezembro de 2014. Assim, em 07 de dezembro de 2014, o CBERS-4 foi lançado com sucesso na base de Taiyuan (Viegas, 2016).

## 2.4. PRINCIPAIS PROBLEMÁTICAS

A forte oposição norte-americana aos acordos de cooperação espacial negociados pelo Brasil apresenta-se como fator predominante que inviabiliza a concretização de projetos de transferência tecnológica. A preponderância tecnológica norte-americana no setor espacial e a ampla capacidade de influência desse país nos processos de decisão multilateral, principalmente quando dizem respeito à segurança internacional, tornam sua oposição ao PEB em forte elemento de pressão que dissuade a comunidade internacional de estabelecer negociações para a transferência tecnológica ao Brasil (Gaioski, 2012).

Mesmo que os investimentos no setor espacial tenham girado, em média, em torno de R\$ 300 milhões, nos últimos oito anos, o PNAE 2012-2021 aponta que os valores necessários para realização efetiva das carteiras de projetos estipuladas para seu período de vigência (2012- 2021) deveriam ser de aproximadamente R\$ 900 milhões (Machado, 2014).

Nesse sentido, mudar o paradigma que caracteriza o setor espacial é importante. Uma vez que o Estado passa a reconhecer que o acesso aos recursos espaciais é benéfico para o desenvolvimento nacional, ele passa a empenhar orçamento para alcançar a infraestrutura mínima aos seus interesses correspondentes a sua relevância estratégica (Machado, 2014).

Não basta, todavia, simplesmente aumentar e regularizar o volume e fluxo de recursos, embora sejam essas decisões indispensáveis. As definições políticas organizacionais devem ser o farol a iluminar o planejamento dos projetos estratégicos, os quais, certamente, ultrapassam a duração de mandatos de governo. Portanto, o planejamento adequado e as medidas para garantir a disponibilidade dos recursos como prioridade de Estado, são conquistas políticas imprescindíveis para que o Brasil tenha um programa espacial com estatura e credibilidade internacionais (Amaral, 2011).

No âmbito internacional, com o intuito de afastar definitivamente as suspeitas de que o país seria um potencial núcleo de proliferação de ADM, o Brasil inicia negociações que culminam com a adesão ao MTCR, em 1995, e ao Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP), em 1997. Categoricamente, como síntese da política externa brasileira nesse tema, o presidente Fernando Henrique Cardoso afirma, em 1995, que “o Brasil não possui, não produz e não deseja produzir, importar ou exportar mísseis militares de longo alcance, capazes de transportar armas de destruição em massa” (Bowen, 1996; Santos, 1999: 124).

A adesão brasileira ao MTCR não resultou em benefícios concretos ao PEB, uma vez que os embargos às transferências tecnológicas foram sustentados integralmente contra o País (Rollenberg, 2010:55; Santos, 1999:128). Contudo, diante do cenário desfavorável à cooperação e de paralisia do projeto VLS, a adesão ao MTCR apresentava-

se na ocasião como último recurso, ainda que incerto, para alcançar acordo de transferência tecnológica na área de foguetes lançadores (Gaioski, 2012).

### **3. APONTAMENTOS E SUGESTÕES**

Tendo em vista que o Brasil está se inserindo cada vez mais no setor aeroespacial, buscando a independência e competitividade, para que haja parcerias internacionais e uma aceleração no processo. O programa aeroespacial, não tem medido esforços para construir e lançar satélites, onde esta ação implica em melhoria no setor de telecomunicações e monitoramento do território nacional. Assim como também pretende participar das futuras missões para a lua. Portanto, o maior desafio do país é desenvolver novas tecnologias, com apoio do setor privado, que pode se beneficiar, pois parte dessas novas tecnologias pode vir a ser uma inovação. Ademais, também se faz necessário a criação e geração de novas pesquisas, formação de profissionais capacitados e garantia de que toda sociedade usufrua dos benefícios provenientes desses investimentos.

As vantagens de envolver o setor privado no desenvolvimento do programa espacial brasileiro incluem investimento e inovação. O setor privado pode trazer investimentos significativos e expertise em inovação, impulsionando o desenvolvimento de tecnologias espaciais. Além disso, a participação do setor privado pode gerar empregos qualificados e contribuir para o crescimento econômico, beneficiando a economia nacional. Empresas privadas muitas vezes têm maior agilidade e eficiência na execução de projetos, acelerando o progresso do programa espacial. O setor privado também pode contribuir para o desenvolvimento de infraestrutura espacial, como centros de lançamento e instalações de fabricação, beneficiando o programa como um todo. A participação do setor privado pode estimular a inovação tecnológica e a competitividade, levando a avanços significativos no setor espacial.

Por outro lado, os desafios de envolver o setor privado no programa espacial brasileiro incluem a necessidade de garantir a segurança nacional e a proteção de tecnologias sensíveis. A coordenação entre os interesses comerciais e os objetivos estratégicos do programa espacial também representa um desafio. Questões relacionadas à dependência tecnológica e orçamentária, bem como a necessidade de superar obstáculos políticos e estruturais, também são desafios significativos.

As políticas públicas que podem ser implementadas para incentivar a participação do setor privado no programa espacial brasileiro incluem incentivos fiscais, regulamentação favorável, financiamento eficiente, parcerias internacionais, capacitação e formação, inovação e tecnologia, e estratégias de comunicação. Estabelecer incentivos fiscais, desenvolver regulamentação clara, oferecer financiamento eficiente, estimular parcerias internacionais, investir em capacitação, promover inovação e adotar novas tecnologias, além de desenvolver estratégias de comunicação eficazes, são passos cruciais. A implementação dessas políticas públicas pode contribuir para o desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro, fortalecendo a colaboração entre o setor público e o setor privado e promovendo o avanço tecnológico e a expansão das capacidades nacionais no espaço.

#### 4. CONCLUSÃO

O Programa Espacial Brasileiro, tem uma representatividade bastante significativa, além de um grande empenho na busca por autonomia e relevância científica com relação ao cenário mundial. A história do programa, mostra que desde o início em parceria com a aeronáutica até os dias atuais, existiam desafios, assim como também houve conquistas, mesmo com toda a complexidade que da natureza desse projeto. Portanto a continuidade no Brasil, possui uma grande importância, pois com as parcerias internacionais que foram feitas, na qual, foram primordiais para que conseguíssemos superar os obstáculos, esse projeto nos permite avançar em desenvolvimento tecnológico e científico.

Contudo, os desafios encontrados, na sua grande maioria esbarram em limitações orçamentárias assim como na dependência de conhecimento tecnológico externo. Portanto é de suma importância, termos um vasto investimento, além de políticas públicas e parceiros estratégicos para poder alavancar cada vez mais o programa rumo ao futuro promissor pois temos capacidade para tal. A capacitação de especialistas, assim como as parcerias citadas, promoção de missões científicas, participação assídua da indústria, assim como também, atuação dos institutos de pesquisas e universidades alinhado com o governo federal e o ministério de ciência tecnologia e inovação é um caminho fundamental para podermos superar esses desafios estruturais e tecnológicos.

Em síntese, a oposição norte-americana tem sido um fator determinante que dificulta a realização de acordos de cooperação espacial do Brasil, impedindo a concretização de projetos de transferência tecnológica. A preponderância tecnológica dos Estados Unidos no setor espacial, aliada à sua influência nos processos de decisão multilaterais, representa uma pressão significativa que dissuade a comunidade internacional de negociar com o Brasil nesse âmbito. Apesar dos investimentos recentes no setor espacial brasileiro, o valor necessário para efetivar os projetos estipulados é consideravelmente maior, indicando a importância de mudar o paradigma e aumentar o comprometimento estatal. As decisões políticas e organizacionais, aliadas a medidas para garantir a disponibilidade de recursos, são cruciais para estabelecer um programa espacial brasileiro com estatura e credibilidade internacionais, superando obstáculos como embargos e paralisias em projetos específicos. A adesão ao MTCR, embora não tenha gerado benefícios tangíveis ao Programa Espacial Brasileiro, foi considerada como último recurso diante do cenário desfavorável à cooperação e da paralisia do projeto VLS, refletindo a complexidade geopolítica envolvida nas aspirações espaciais do país.

O Brasil enfrenta desafios significativos na busca pela autonomia espacial, requerendo a promoção de mais missões científicas, capacitação de especialistas e facilitação do acesso ao espaço a baixo custo. A participação ativa da indústria, institutos de pesquisa e academia é vital para superar obstáculos como altos investimentos, mão de obra qualificada e ciclos longos de desenvolvimento tecnológico. O papel crucial do Estado na consolidação da cadeia produtiva espacial destaca a necessidade de um orçamento adequado, uma vez que cortes significativos desde 2010 têm impactado o Programa Espacial Brasileiro. Apesar dos desafios, o desenvolvimento do primeiro satélite nacional pelo INPE destaca o progresso alcançado, enquanto a história de outros países ressalta que dificuldades iniciais são comuns mesmo para nações mais desenvolvidas.

## REFERÊNCIAS

- [1] AMARAL, Roberto. **Programa espacial brasileiro: impasses e alternativas**. 2011. Disponível em: < <http://www.tecnodefesa.com.br/index.php> >. Acesso em 15 de novembro de 2023.
- [2] BOWEN, Wyn Q. **Brazil's accension to the MTCR**. 1996. Disponível em: <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/bowen33.pdf> . Acesso em 15 de novembro de 2023.
- [3] CARLEIAL, Aydano Barreto. Uma breve história da conquista espacial. **Parcerias estratégicas**, vol. 4, n.º. 7, p. 21-30, 1999.
- [4] CID, Yan Patrick Moita; MARINHO, José Leandro Magalhães. **Aplicação da Geotecnologia para identificar fragmentos de vegetação do município de Belém-PA no ano de 2020**. Trabalho de Conclusão de Curso. 57f. Universidade Federal Rural de Amazônia, 2021.
- [5] DURÃO, Otávio. O programa espacial brasileiro: Uma análise crítica e perspectivas. **Revista da Escola Superior de Guerra**, n.º 40, 2001.
- [6] GAIOSKI, Alexandre. **A cooperação tecnológica no âmbito do programa espacial brasileiro**. 2012. 33 f. Monografia. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- [7] HICKERT, Luciano. **Os principais óbices brasileiros comuns para o desenvolvimento espacial e nuclear**. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.
- [8] LUCAA, Eduardo Viegas Dalle. **Programa Espacial Brasileiro: estágio de desenvolvimento dos projetos mobilizadores e estruturantes estabelecidos no Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE 2012 – 2021)**. Monografia.57f. Rio de Janeiro: ESG, 2016.
- [9] MACHADO, Felipe da Silva. **Estratégia Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais do Brasil: justificativas, requisitos e componentes**. Dissertação de Mestrado. 120f. Programa de Pós-graduação em Ciências Políticas. Porto Alegre, 2014.
- [10] **Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE)**. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/politica-organizacoes-programa-e-projetos/politica-nacional-de-desenvolvimento-das-atividades-espaciais-pndae>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [11] ROLLEMBERG, Rodrigo; Veloso, Elizabeth Machado.; QUEIROZ FILHO, Alberto Pinheiro de. **A política espacial brasileira**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010. 505 p. – (Série cadernos de altos estudos ; n. 7)
- [12] WINTER, Luís Alexandre Carta. Alcântara–história de uma catástrofe anunciada: as tentativas e os fracassos, na ausência de políticas de cooperação, no âmbito do Mercosul. **INTER: REVISTA DE DIREITO INTERNACIONAL E DIREITOS HUMANOS DA UFRJ**, vol. 5, n.º. 1, p. 40-55, 2022.

# Capítulo 20

## *Formação e capacitação de recursos humanos qualificados na área de ciência, tecnologia e inovação*

*Felipe Reges Gomes<sup>1</sup>*

*Icaro de Lacerda Dantas<sup>2</sup>*

*Jailson Benedito do Nascimento<sup>3</sup>*

*Thiago Bruno Lopes da Silva<sup>4</sup>*

**Resumo:** Este artigo examina a formação de recursos humanos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil, adotando uma abordagem qualitativa baseada em revisão bibliográfica e análise crítica. O estudo revela avanços na base científica brasileira, notadamente no aumento do número de doutores, mas destaca desafios como a concentração regional desses recursos, desigualdades na formação e demandas do setor privado. A eficácia das políticas governamentais é analisada, enfatizando a necessidade de uma execução orçamentária eficiente e alinhamento com as demandas do mercado. A descentralização, parcerias público-privadas e a promoção de habilidades empreendedoras são propostas como estratégias para impulsionar a inovação. O artigo conclui ressaltando a importância de uma governança eficiente, avaliações orçamentárias regulares e uma abordagem estratégica na formação de recursos humanos para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil.

**Palavras-chave:** Gestão; Recursos humanos; CT&I; Colaboração público-privada; Inovação.

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a busca por conhecimento e a inovação têm sido motores essenciais do desenvolvimento humano, impulsionando a evolução das sociedades e, por consequente, de suas economias. Nesse sentido, a capacitação de recursos humanos torna-se uma pedra angular para o avanço contínuo nesse campo, de modo que, a gestão, no que se refere à formação de recursos humanos qualificados na área de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) é um tema de essencial relevância em um contexto global cada vez mais marcado pela aceleração do progresso científico e tecnológico (Guimarães; Avellar, 2010).

Ao analisar o cenário Brasileiro no que tange à pesquisa e ao desenvolvimento técnico, é notável a importância que a CT&I tem desempenhado na promoção do desenvolvimento socioeconômico do país. Ao longo da história, no entanto, os frequentes desafios enfrentados pela nação no que diz respeito à formação e capacitação de recursos humanos qualificados nessa área levantam questões significativas a respeito de tal êxito (Guimarães; Avellar, 2010). Em ressonância com essa problemática, faz-se relevante destacar a necessidade do avanço na capacitação de profissionais em CT&I, especialmente considerando a complexidade das demandas contemporâneas.

Durante o curso de sua história, o Brasil passou por diferentes fases no que diz respeito ao desenvolvimento em Ciência, Tecnologia e Inovação. A partir dos anos 1990, as mudanças efetuadas no país exerceram um impacto decisivo na organização das atividades de pesquisa científica. Essas alterações não apenas moldaram os processos de desenvolvimento tecnológico, mas também deixaram sua marca no sistema educacional e no setor público, com consequências para o campo das inovações tecnológicas, promovendo transformações significativas nos setores econômico, social e cultural (Mello; Amancio Filho, 2010).

O objetivo deste trabalho consiste em explorar e detalhar os aspectos relacionados à formação do capital intelectual qualificado na área de ciência, tecnologia e inovação.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Com a evolução da ciência e da tecnologia cada vez mais são feitas pesquisas detalhadas e aprofundadas em diversas áreas, com isso vem gerando mais e mais inovação para a sociedade como um todo, dentro desse cenário, pode-se verificar que Souza (2020, p. 5) debate em sua obra os aspectos vinculados ao nível de pragmatismo do desenvolvimento científico nos centros universitários, *in verbis*:

Apesar desses avanços, o Fórum de Reflexão Universitária (2002) alertava que o desafio principal a ser enfrentado no novo século seria o estabelecimento de um sólido sistema de pesquisa, capaz de promover o desenvolvimento de uma ciência não dissociada dos grandes problemas nacionais, além de uma grande mobilização de toda a sociedade acerca da importância da pesquisa acadêmica para o desenvolvimento econômico e social.

Ao longo das últimas décadas, o Brasil tem buscado promover a formação de recursos humanos como um dos pilares fundamentais para impulsionar a inovação no país (Audy, 2017). Essa abordagem reflete a compreensão da importância do capital

humano na promoção do desenvolvimento científico e tecnológico, bem como na capacidade de inovar em diferentes setores da economia (Condessa; Thielmann, 2023).

A inserção de conteúdos de Propriedade Intelectual nos currículos de formação profissional é destacada como um aspecto importante para o desenvolvimento da inovação (Ferreira et al., 2012). Nesse sentido, o contexto das pesquisas acadêmicas vem passando por mudanças devido aos avanços tecnológicos e recursos disponíveis, que auxiliam em pesquisas, assim gerando inovação, a ciência deve assumir sua parcela de responsabilidade na solução de problemas da sociedade, cabendo à ela a formação de recursos humanos assume um papel estratégico na construção de uma base sólida para a inovação no Brasil (Souza *et al.*, 2020; Condessa; Thielmann, 2023).

O relacionamento entre instituições de ensino e empresas ampara o desenvolvimento de inovação e da aprendizagem dos alunos e, como exemplo, temos convênios feitos entre a Petrobras e instituições de ensino como Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), que criam um relacionamento importante, no qual é realizada uma troca de experiências e conhecimento (Souza et al., 2020). Deste modo, a promoção da inovação tecnológica passou a estar explicitamente entre os principais objetivos da política brasileira, evidenciando a necessidade de formar e capacitar recursos humanos alinhados com as demandas do mercado e as necessidades de inovação (Marini; Silva, 2011).

A falta de capital humano qualificado é apontada como um desafio para a geração de mudanças reais nos sistemas de inovação no Brasil (Ferreira *et al.*, 2012). Assim, a existência de uma base qualificada de recursos humanos é essencial para impulsionar a economia do conhecimento, onde o conhecimento é o recurso mais importante e a aprendizagem é o processo mais significativo da economia moderna (Lundvall, 2016). Portanto, de acordo com Ferreira *et al.* (2012), a qualificação profissional é essencial para o desenvolvimento econômico do país.

## **2.1. A IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS QUALIFICADOS NA ÁREA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

No Brasil existem várias instituições que atuam no fomento à pesquisa, à formação e ao desenvolvimento de recursos humanos na área de Ciência, Tecnologia e Inovação, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica, tecnológica e de inovação e promover a formação de recursos humanos qualificados para a pesquisa, em todas as áreas do conhecimento (Santiago, 2018).

Toda essa questão, envolve tanto a educação formal, quanto a educação continuada, que visa atualizar e aperfeiçoar os conhecimentos e as habilidades dos profissionais. A formação profissional e o seu impacto na aprendizagem e desempenho organizacionais são temas de estudo e de interesse para os gestores de recursos humanos, que buscam formas de desenvolver o potencial dos seus colaboradores e de alinhar os objetivos individuais aos organizacionais (Oliveira, 2016).

A importância da formação de recursos humanos qualificados na área de Ciência, Tecnologia e Inovação é evidente, pois se trata de um investimento que traz benefícios tanto para os indivíduos, quanto para as organizações e para a sociedade. A formação de recursos humanos qualificados na área de Ciência, Tecnologia e Inovação é uma forma de

garantir que o país tenha capacidade de produzir e de se apropriar do conhecimento, de gerar valor e de se manter competitivo no cenário global (Sigollo; Prestes Rosa, 2002).

Nos países desenvolvidos, a promoção da ciência, tecnologia e inovação reflete-se em altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, destacando a importância de políticas públicas que fomentem a formação de uma base sólida para a CT&I (Goulart, 2012). Desta maneira, com o trabalho individualizado substituído pelo trabalho em grupo, percebe-se a importância que as equipes de trabalho, gradativamente, foram adquirindo. Portanto, é possível dizer que as capacidades de diagnóstico e de solução de problemas, conjugadas com aptidões para tomar decisões, trabalhar em equipe, enfrentar situações em constantes mudanças e intervir para melhorar a qualidade dos processos, produtos e serviços, passaram a ser exigidas dos trabalhadores, diante das mudanças na natureza e no processo de trabalho (Mello; Amâncio Filho, 2010).

## 2.2. POLÍTICAS PÚBLICAS ADOTADAS PELO BRASIL E EM OUTROS PAÍSES

O Brasil testemunhou a implementação de ações governamentais voltadas à ciência, tecnologia e inovação desde meados do século XIX, com a criação de instituições científicas e técnicas. Porém, somente na década de 1950 que a política científica foi institucionalizada, marcando o surgimento da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) como órgãos centrais (Santiago, 2018).

Dentro desse cenário, o autor também reforça que os avanços significativos ocorreram nas décadas subsequentes, impulsionando a infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento, qualificação de recursos humanos e interação entre setor produtivo e instituições científicas.

No contexto brasileiro atual, o cenário de financiamento à inovação é predominantemente influenciado por instituições como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que desempenham papéis cruciais nesse contexto (Cagni; Santana, 2021).

A partir dos anos 1990, iniciativas para promover ciência, tecnologia e inovação ganharam enfoque econômico e de competitividade, refletindo nas legislações, como a Lei de Inovação (2004) e a Lei do Bem (2005). A Emenda Constitucional nº 85/2015 consolidou o papel do Estado no estímulo à inovação, abrindo caminho para parques tecnológicos e atuação de inventores independentes (Mazzetti *et al.*, 2020).

Desde então, o Brasil implementou diversos programas visando diretrizes estratégicas para ciência, tecnologia e indústria. Entre elas, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2012–2015, estabelecida em 2012, buscou expandir e consolidar o Sistema Nacional de Inovação (SNI), definindo metas abrangentes, incluindo formação de recursos humanos, fortalecimento da pesquisa, inovação e redução de assimetrias sociais. Destacou áreas prioritárias, como TICs, saúde, petróleo, defesa, aeroespacial e nuclear, alinhadas à promoção da economia verde e desenvolvimento social (MCTI, 2012 apud Condessa; Thielmann, 2023).

Um eixo central da ENCTI 2012–2015 foi a formação e capacitação de recursos humanos. A estratégia defendeu a educação como a base para impulsionar a inovação e o desenvolvimento. Destacou a importância de uma política de Estado para formação em todas as áreas, com ênfase em engenharias, formação no exterior, atração de profissionais

estrangeiros, desconcentração regional e crescimento na formação técnica e de nível médio (MCTI, 2012).

Embora a formação acadêmica seja vital, é considerada insuficiente para atender plenamente às demandas da inovação, demandando habilidades específicas voltadas para a resolução de problemas e uma estreita integração entre a academia e as necessidades corporativas (Cagni; Santana, 2021).

### **2.3. QUAIS AS PRINCIPAIS PROBLEMÁTICAS DO BRASIL NO REFERIDO RECORTE TEMÁTICO**

A gestão estratégica de recursos humanos é crucial para enfrentar a complexidade do ambiente moderno. Nesse sentido, a adoção de estratégias proativas, alinhadas aos objetivos organizacionais, é essencial para aprimorar a qualidade e eficiência dos serviços públicos (Mello; Amâncio Filho, 2010).

Nesse sentido, as políticas públicas no Brasil têm impactado a formação de recursos humanos para inovação ao direcionar a educação profissional técnica e tecnológica para o desenvolvimento de P&D, empreendedorismo e inovação, indo além da formação técnica e incluindo a formação em pesquisa e desenvolvimento (Ferreira *et al.*, 2012).

Com base nos estudos conduzidos por Cavalcante (2011), é possível identificar diversas problemáticas relacionadas à formação de recursos humanos qualificados na área de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil. Isso inclui a análise da trajetória da base científica, que revela uma notável expansão do número de doutores por 100 mil habitantes entre 2000 e 2008, indicando um crescimento expressivo nesse indicador.

No entanto, a distribuição regional desses recursos evidencia elevados níveis de desigualdades interestaduais e inter-regionais, com a região Sudeste apresentando mais do dobro de doutores por habitantes em comparação à região Nordeste em 2008.

Conforme destacado por Mello e Amâncio Filho (2010), um dos principais problemas é a necessidade de mapeamento preciso das competências necessárias ao planejamento da estratégia. A falta de alinhamento entre as demandas do setor de ciência e tecnologia e a formação acadêmica pode resultar em uma brecha de competências, comprometendo a eficácia das instituições.

Além disso, o planejamento estratégico, uma maneira de pensar sobre como atingir objetivos a longo prazo, é complicado e precisa ser feito de forma abrangente e constante. No Brasil, implementar essas práticas em instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação torna-se uma tarefa difícil. As pessoas não concordam sobre as definições e métodos a serem usados, enfrentando também resistência cultural e burocrática (Mello; Amâncio Filho, 2010).

Como ilustrado nas tabelas 1 e 2, apesar de existir um crescimento mais acelerado das Unidades Federativas (UFs) localizadas em regiões menos desenvolvidas, indicando um processo de convergência da base científica, a desaceleração desse processo ao longo do tempo sugere desafios persistentes (Cavalcante, 2011).

**Tabela 1** - Número de doutores cadastrados nos censos - CNPq - 2000-2008

	2000	2002	2004	2006	2008	Taxa de crescimento anual – 2000-2008 (%)
Norte	5,42	8,65	12,32	15,78	18,88	16,89
Nordeste	7,95	10,97	15,27	19,28	23,54	14,54
Centro-Oeste	16,33	20,20	29,53	33,63	40,28	11,94
Sudeste	24,26	28,21	38,79	44,72	49,60	9,35
Sul	20,22	28,32	39,93	48,17	55,37	13,42

Fonte: IBGE e CNPq, 2000-2008.

**Tabela 2** - Taxa do crescimento anual do número de doutores cadastrados nos censos - CNPq - 2000-2008

	2000-2002	2002-2004	2004-2006	2006-2008
Norte	26,34	19,36	13,16	9,40
Nordeste	17,48	18,02	12,37	10,49
Centro-Oeste	11,21	20,90	6,71	9,44
Sudeste	7,82	17,28	7,36	5,32
Sul	18,35	18,75	9,83	7,21

Fonte: IBGE e CNPq, 2000-2008.

Descrevendo que em lugares menos desenvolvidos, a quantidade de pessoas com formação no nível de doutorado, apresenta um crescimento de maneira progressiva, porém, quando olhamos para as regiões com maior concentração de doutores, a taxa de crescimento apresenta um comportamento mais modesto (Cavalcante, 2011). Refletindo na dificuldade de construção de uma base científica mais equilibrada.

Apesar do expressivo crescimento no número de doutores formados desde 2003, a maioria desses profissionais provém da área de ciências humanas e sociais, o que pode desviar da meta estabelecida de dar ênfase às engenharias e áreas relacionadas ao Plano de Desenvolvimento Produtivo (PDP), que representa uma tentativa de alinhar as políticas de formação de recursos humanos com as necessidades do setor produtivo (Silva; Milani; Antunes, 2019).

Os resultados das Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP) têm sido direcionados para a ampliação do acesso da população a produtos estratégicos, o desenvolvimento do CEIS no Brasil e a economicidade para a Administração Pública (Silva; Elias, 2017).

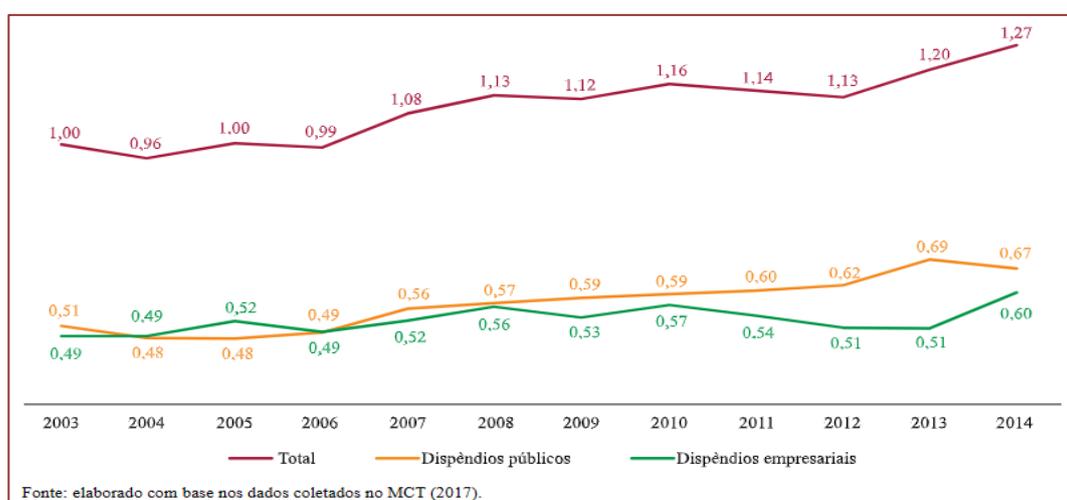
No entanto, apesar dos esforços nesse sentido, ainda há desafios em relação à absorção dos novos doutores pelo setor privado, bem como em relação à ênfase na ampliação do número de bolsas sem atenção para áreas prioritárias, o que pode tornar ineficaz o grande esforço na capacitação de recursos humanos (Silva; Milani; Antunes, 2019).

Nesse sentido, a política pública de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil enfrenta desafios relacionados à questão orçamentária e à baixa participação financeira das empresas em P&D e, além disso, o contingenciamento de recursos pelo Governo Federal tem diminuído as parcelas de recursos que deveriam ser aplicados no país,

enquanto a participação financeira das empresas em P&D é menor em comparação com outros países (Muraro; Castro-Lucas, 2021).

Como ilustra o gráfico 2, o Brasil investiu 0,59% do PIB em P&D, dos quais 0,59% foram gastos públicos e 0,57% foram gastos empresariais. Em 2007, os investimentos empresariais em P&D foram de R\$ 14,2 bilhões, representando 0,50% do PIB, enquanto em 2010, esses investimentos somaram R\$ 22 bilhões, o equivalente a 0,57% do PIB (Silva *et al.*, 2019).

**Gráfico 2:** Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como Percentagem do Produto Interno Bruto (PIB), por Setor Institucional, de 2003 a 2014



Fonte: Silva et al., 2019.

Deste modo, é necessário um maior investimento nos dispêndios privados em P&D no Brasil para superar a diferença em relação aos países desenvolvidos, conforme indicado por Silva, Milani e Antunes (2019). Em comparação com outros países, mediante análise, os autores exprimem que o Brasil investe menos em P&D como proporção do PIB. Em 2015, a média dos países da OCDE dispendeu em média 2,4% do PIB em P&D, com um aumento de 2,5% em relação ao ano anterior, representando um total de 68,8% do total de despesas em P&D como proporção do PIB (Silva; Milani; Antunes, 2019).

### 3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada na revisão bibliográfica e na análise crítica de documentos relevantes à formação de recursos humanos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no contexto brasileiro. O estudo preliminar da história, dificuldades e aprendizados relacionados à evolução desse campo foi conduzido com base em fontes primárias e secundárias, proporcionando uma compreensão aprofundada das mudanças ocorridas desde os anos 1990.

A coleta de dados abrangeu a revisão de literatura especializada, enfocando contribuições teóricas, a fim de embasar a análise crítica dos desafios enfrentados pelo Brasil na formação de recursos humanos em CT&I. Além disso, foram exploradas políticas

públicas, como aquelas implementadas a partir dos anos 1990 e destacadas por Turchi e Morais (2017), para compreender a evolução do cenário nacional.

A revisão teórica abrangeu ainda conceitos fundamentais relacionados ao pragmatismo no desenvolvimento científico, o relacionamento entre instituições de ensino e empresas, bem como a importância estratégica da formação de recursos humanos em CT&I, conforme discutido por diversos autores, que corroboram à análise dos dados levantados, incluindo a investigação das políticas públicas adotadas pelo Brasil, como os fundos setoriais, a Lei de Inovação e os incentivos fiscais da Lei do Bem, conforme apontado por Turchi e Morais (2017). Foram consideradas as principais iniciativas governamentais, como o Plano Inova Empresa de 2013, visando compreender a evolução do investimento em ciência e tecnologia.

Dessa forma, a metodologia adotada neste estudo visa proporcionar uma compreensão abrangente e fundamentada dos desafios enfrentados pelo Brasil na formação de recursos humanos em Ciência, Tecnologia e Inovação, contribuindo para a construção de um panorama claro e embasado sobre o tema.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados desta pesquisa revelam uma trajetória complexa e desafiadora na formação de recursos humanos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil. A análise histórica destaca transformações significativas desde os anos 1990, influenciando não apenas o desenvolvimento tecnológico, mas também o sistema educacional e o setor público. A revisão teórica aprofunda a compreensão da importância estratégica da formação de recursos humanos qualificados em CT&I, ressaltando o papel fundamental de instituições como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A interação entre instituições de ensino e empresas, exemplificada pelo convênio entre a Petrobras e o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), destaca a relevância do relacionamento colaborativo para impulsionar a inovação. No âmbito das políticas públicas, os dados analisados evidenciam a implementação de iniciativas governamentais, como os fundos setoriais, a Lei de Inovação e os incentivos fiscais da Lei do Bem. O Gráfico 1, ilustrando o investimento em ciência e tecnologia no Brasil de 2000 a 2020, reflete o impacto positivo dessas políticas, evidenciando um crescimento significativo em eventos e publicações mundiais.

Apesar dos avanços, a discussão dos resultados aponta desafios persistentes, como a desigualdade na formação de doutores em CT&I, revelando disparidades regionais que podem comprometer uma base científica equilibrada em todo o país. A necessidade de alinhamento entre as demandas do setor de CT&I e a formação acadêmica é destacada como um desafio significativo, com obstáculos como a falta de mapeamento preciso das competências necessárias e resistências culturais e burocráticas no planejamento estratégico. Diante desses desafios, torna-se evidente a importância de estratégias proativas para superá-los.

A promoção de formação técnica e de nível médio, a desconcentração regional e o estímulo à formação no exterior foram aspectos ressaltados pela Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2012–2015, indicando diretrizes para uma atuação mais efetiva. Em síntese, os resultados desta pesquisa fornecem insights valiosos para compreender a complexidade da formação de recursos humanos em CT&I no Brasil.

A discussão aponta para a necessidade de ações coordenadas, políticas públicas eficazes e uma abordagem integrada entre instituições acadêmicas, setor privado e governo para promover avanços significativos nesse campo crucial para o desenvolvimento socioeconômico do país.

#### 4.1. ANÁLISE DA BASE CIENTÍFICA BRASILEIRA

A evolução da base científica brasileira, com foco na expansão do número de doutores por habitantes, revela avanços significativos nas últimas décadas, conforme apontado por diversos estudos. Entre 1996 e 2010, o país experimentou um crescimento exponencial no número de doutores, passando de aproximadamente 17 mil para mais de 106 mil (Cagni; Santana, 2016). Esse aumento é atribuído a políticas de incentivo à formação de recursos humanos altamente qualificados e à ampliação do acesso à educação superior.

Contudo, a distribuição regional desses recursos apresenta desafios consideráveis. A concentração de doutores, principalmente no Sudeste, é apontada como um fator que pode impactar a inovação e o desenvolvimento regional (Bazin; Melnikov; Teslenko, 2021). Essa disparidade pode resultar em dificuldades de acesso a esses recursos em outras partes do país, conforme indicado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE (2010).

A concentração de doutores no Sudeste é uma realidade que se mantém ao longo do tempo, como evidenciado por Santiago *et al.* (2018), que destacam que, em 2015, 57,1% dos doutores estavam nessa região. Essa distribuição desigual pode acentuar disparidades econômicas e sociais entre as regiões, contribuindo para um acesso desigual aos benefícios da produção científica e tecnológica.

No entanto, iniciativas estão sendo implementadas para enfrentar esses desafios. Programas do CNPq e CAPES, como o Observatório Nacional e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energia e Ambiente, buscam ampliar a formação de doutores e mestres e fomentar a pesquisa e inovação em diferentes regiões (Cagni; Santana, 2016). Além disso, políticas públicas, como a Lei nº 13.243/2016, buscam fortalecer incubadoras e espaços de coworking em todo o país.

A análise dos resultados das ações de formação e capacitação de recursos humanos entre 2012 e 2015 indica um aumento nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, enquanto a região Sul apresentou um discreto aumento (Condessa; Thielmann, 2023). Essa descentralização sugere que as ações de fomento à ciência nessas regiões têm surtido efeito. Estas desigualdades inter-regionais precisam de maior atenção no que tange metas governamentais para que se possa equiparar a quantidade de mestres e doutores por habitante nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste aos patamares do Sudeste.

A análise regional da estrutura científica e tecnológica do Nordeste evidencia um aumento considerável no número de universidades federais e campi, indicando um esforço para descentralizar a base científica (Silva; Milani; Antunes, 2019). A formação de mestres e doutores na região também cresceu, contribuindo para o desenvolvimento local.

No entanto, a desigualdade persiste, com o Nordeste ocupando a terceira posição em número de pesquisadores, atrás do Sudeste e Sul. A convergência da base tecnológica é apontada como um desafio de longo prazo, requerendo investimentos em políticas de

desenvolvimento científico e tecnológico, integração regional e benefícios fiscais (Cavalcante, 2011).

A análise da base científica brasileira revela avanços notáveis, mas desafios persistentes, principalmente relacionados à desigualdade na distribuição regional de doutores. Iniciativas governamentais e programas de fomento têm contribuído para a descentralização, mas é fundamental uma abordagem mais ampla e integrada para superar as disparidades e promover uma base científica robusta e equitativa em todo o país.

A convergência da base tecnológica é um objetivo estratégico que exige esforços contínuos em políticas públicas, financiamento adequado e integração entre setores acadêmicos e produtivos. O comprometimento com a equidade territorial na produção científica é essencial para impulsionar o desenvolvimento econômico e social em todas as regiões do Brasil.

#### **4.2. A EFETIVIDADE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NA GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS QUALIFICADOS EM CT&I**

Quando se analisa a eficácia das estratégias governamentais na administração quanto à formação de profissionais qualificados em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil, surgem complexos desafios que requerem uma avaliação crítica e constante, visto que a crescente formação de doutores, destacada por Silva, Milani e Antunes (2019), não se traduz automaticamente em avanços econômicos e científicos. O dilema da baixa absorção desses profissionais pelo setor privado, devido a desafios no mercado de trabalho, é evidenciado, sugerindo uma necessidade urgente de alinhamento entre a formação acadêmica e as demandas do mercado, ou seja, adaptar os currículos acadêmicos e incentivar habilidades empreendedoras e gerenciais.

Outro aspecto relevante reside na gestão eficaz de recursos humanos em instituições públicas de CT&I, já que, como Mello e Amancio Filho (2010) enfatizam, a importância de projetos de educação permanente e critérios claros para cargos são imprescindíveis nesse processo, sinalizando a relevância da administração interna nas instituições públicas. Essa gestão eficaz é vital para garantir a efetividade das políticas públicas e, por conseguinte, para a qualidade dos serviços prestados à população.

A efetividade do trabalho político, essencialmente sobre a interação entre setores público e privado, conforme discutido por Bittencourt e Cário (2017), é um ponto chave e, nesse sentido, o estabelecimento de parques tecnológicos e incubadoras, como sugerido por Silva, Milani e Antunes (2019), emerge como uma estratégia para facilitar a colaboração entre universidades, empresas e governo, estimulando um ambiente propício à inovação. Além disso, Muraro e Castro-Lucas (2021) reforçam a importância do federalismo, mas ressaltam a necessidade de coordenação entre os níveis federal e estadual para evitar disparidades regionais. O aumento no orçamento destinado à CT&I, conforme indicado por Santiago *et al.* (2018), é positivo, mas a análise da execução orçamentária sugere que contingenciamentos e subutilizações podem comprometer os resultados efetivos.

A análise crítica das políticas recentes de fomento à inovação por Cagni e Santana (2021) oferece uma perspectiva otimista. Destacando a relevância dessas políticas no atual cenário econômico, a captação de recursos privados é considerada uma estratégia promissora para sustentar o financiamento público em CT&I.

Portanto, desafios como a baixa absorção de doutores pelo setor privado, apontam para uma discrepância entre a formação acadêmica e as demandas empresariais. Além disso, a expansão do orçamento para CT&I, conforme indicado por Santiago *et al.* (2018), destaca a necessidade urgente de uma execução orçamentária mais eficaz para garantir que os recursos sejam plenamente aproveitados. Nesse contexto, os programas recentes de fomento à inovação, como analisado por Cagni e Santana (2021), emergem como pontos positivos, proporcionando um impulso significativo, mas demandam uma avaliação criteriosa de seu impacto real, especialmente no que diz respeito à captação de recursos privados e resultados tangíveis.

Por fim, é essencial considerar não apenas os aspectos quantitativos, mas também aprimorar a gestão interna nas instituições públicas, conforme sugerido por Mello e Amancio Filho (2010), pois a ênfase na capacitação dos servidores, a definição criteriosa de cargos comissionados e funções gratificadas, e a implementação de projetos de educação permanente são elementos-chave para otimizar a eficácia das políticas públicas. Ademais, a articulação efetiva entre setores, conforme ressaltado por Muraro e Castro-Lucas (2021), destaca a importância de uma coordenação entre governos federal e estaduais para mitigar disparidades regionais e reforçar as políticas de CT&I. Em última análise, uma governança coordenada, avaliações orçamentárias regulares e uma abordagem estratégica na formação de recursos humanos, alinhando-se às demandas do setor produtivo, são cruciais para estabelecer um ambiente propício à inovação e ao desenvolvimento econômico e científico do Brasil.

#### 4.3. DESAFIOS ORÇAMENTÁRIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Os desafios orçamentários enfrentados pela política de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil, conforme evidenciado por Santiago *et al.* (2018), revelam que, apesar do aumento significativo no orçamento destinado à CT&I nos últimos anos, a execução adequada de recursos é comprometida por contingenciamentos e subutilização (Santiago *et al.*, 2018, p. 90). Essa situação é corroborada pelos dados apresentados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que indicam um corte expressivo no orçamento do MCTIC em 2018, comprometendo a realização de projetos e ações no âmbito da CT&I (MCTIC, 2020, p. 44).

A baixa participação do setor privado no financiamento da pesquisa e desenvolvimento (P&D) representa outro desafio orçamentário significativo, como discutido por Santiago *et al.* (2018). Os autores destacam que o esforço privado em pesquisa no Brasil é consideravelmente baixo em comparação com a média da OCDE, evidenciando a necessidade de estratégias para aumentar a colaboração entre setores público e privado (Santiago *et al.*, 2018, p. 53).

A importância de aumentar os investimentos públicos e privados em P&D é enfatizada por Santiago *et al.* (2018) como crucial para fortalecer a formação de recursos humanos em CT&I e permitir a criação de uma economia baseada em conhecimento (Santiago *et al.*, 2018, p. 140). A OCDE (2020) destaca a necessidade de colaboração entre universidades, empresas e governo para promover atividades conjuntas, compartilhamento de recursos e estabelecimento de projetos de pesquisa e desenvolvimento conjuntos, evidenciando a importância da cooperação para superar os desafios orçamentários (OCDE, 2020, p. 33).

Além disso, a formação de recursos humanos em CT&I é ressaltada como fundamental para o desenvolvimento tecnológico do Brasil (Santiago *et al.*, 2018, p. 140). O investimento na melhoria da qualidade e relevância da educação, juntamente com a estimulação do desenvolvimento de habilidades e competências empreendedoras, são estratégias necessárias para fortalecer a formação de profissionais capacitados (OCDE, 2020, p. 61).

Em relação às perspectivas futuras, Muraro e Castro-Lucas (2021) destacam o desafio do baixo investimento do setor privado em pesquisa e desenvolvimento, apresentando dados que evidenciam a discrepância entre o investimento brasileiro e o de países como Coreia do Sul, Israel e Finlândia (Muraro; Castro-Lucas, 2021).

A busca por formas adicionais de financiamento orçamentário, além do FNDCT, é apontada como um possível caminho para solucionar esses desafios (Muraro; Castro-Lucas, 2021), de modo a sustentar a necessidade de estratégias que visem à efetiva execução de recursos, aumento da colaboração público-privada e fortalecimento da formação de recursos humanos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do estudo prospectivo sobre a formação de recursos humanos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil, emerge uma realidade complexa, marcada por avanços significativos, mas também por desafios persistentes, haja visto que o país testemunhou um notável crescimento na base científica, com um aumento expressivo no número de doutores, reflexo de políticas de incentivo à qualificação e expansão do acesso à educação superior.

No entanto, a distribuição regional desses recursos revela disparidades preocupantes, concentrando-se majoritariamente no Sudeste e essa centralização não apenas impacta a inovação, mas também contribui para desigualdades econômicas e sociais entre as regiões. Por isso, a descentralização das atividades científicas e tecnológicas, proposta por iniciativas como a Estratégia Nacional de CT&I (ENCTI), mostra avanços, mas desafios persistem, demandando políticas públicas específicas para regiões menos desenvolvidas.

A eficácia das estratégias governamentais na gestão de recursos humanos em CT&I também enfrenta desafios complexos, visto que o aumento significativo no orçamento destinado a esta problemática é contraposto pela subutilização e contingenciamentos, revelando a necessidade urgente de uma execução orçamentária eficaz. Ademais, a baixa absorção de doutores pelo setor privado destaca a desconexão entre a formação acadêmica e as demandas do mercado, clamando por uma revisão dos currículos acadêmicos e uma promoção de habilidades empreendedoras.

A busca por soluções demanda não apenas o aumento de investimentos, mas uma abordagem estratégica que integre setores público e privado, pois, a colaboração efetiva entre universidades, empresas e governo, como proposto por parques tecnológicos e incubadoras, faz-se uma estratégia promissora para fomentar a inovação. Além disso, a gestão interna nas instituições públicas de CT&I é vital, exigindo projetos de educação permanente e critérios claros para cargos.

As perspectivas futuras apontam para a necessidade de enfrentar o desafio do baixo investimento do setor privado em pesquisa e desenvolvimento. Estratégias para

umentar a colaboração público-privada, explorando formas adicionais de financiamento, tornam-se cruciais e, por fim, a busca contínua por uma governança eficiente, avaliações orçamentárias regulares e uma abordagem estratégica na formação de recursos humanos são fundamentais para estabelecer um ambiente propício à inovação e ao desenvolvimento socioeconômico do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- [1] AUDY, Jorge. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. **Estudos avançados**, vol. 31, p. 75-87, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/rtKFhmw4MF6TPm7wH9HSpFK/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 01 de dezembro de 2023.
- [2] BITTENCOURT, Pablo Felipe; CÁRIO, Silvio Antônio Ferraz. Sistemas de inovação: das raízes no século XIX à análise global contemporânea. **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos ea economia global**, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/PabloBittencourt/publication/350978222\\_Sistemas\\_de\\_inovacao\\_das\\_raizes\\_no\\_seculo\\_xix\\_a\\_analise\\_global\\_contemporanea/links/625f46d3a279ec5dd704dc90/Sistemas-de-inovacao-das-raizes-no-seculo-xix-a-analise-global-contemporanea.pdf](https://www.researchgate.net/profile/PabloBittencourt/publication/350978222_Sistemas_de_inovacao_das_raizes_no_seculo_xix_a_analise_global_contemporanea/links/625f46d3a279ec5dd704dc90/Sistemas-de-inovacao-das-raizes-no-seculo-xix-a-analise-global-contemporanea.pdf). Acesso em: 06 de dezembro de 2023.
- [3] CAGNI, Priscila Leis; SANTANA, José Ricardo. FOMENTO À INOVAÇÃO NO BRASIL: PROGRAMAS RECENTES DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS. **Revista Economia & Gestão**, vol. 21, n.º. 60, p. 6-23, 2021. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/economiaegestao/article/view/23006>. Acesso em: 23 de novembro de 2023.
- [4] CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Desigualdades regionais em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil: uma análise de sua evolução recente**. Texto para Discussão, 2011. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/91452>. Acesso em: 29 de novembro de 2023.
- [5] CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e terra, 2005. Disponível em: <http://www.precog.com.br/bc-texto/obras/2021pack0286.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2023.
- [6] CONDESSA, Mauricio Santos; THIELMANN, Ricardo. Análise dos resultados das ações de formação e capacitação de recursos humanos estabelecidas na estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação 2012–2015. **Revista de Gestão e Secretariado**, vol. 14, n.º. 4, p. 5673-5696, 2023.
- [7] GUIMARÃES, Jorge A.; AVELLAR, S. O. CT&I no Brasil. Um balanço da capacitação e desempenho atual do sistema de pós-graduação e de pesquisa. In: **4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (4ª CNCTI)**. 2010. p. 53-83. Disponível em: <https://encurtador.com.br/IJKM3>. Acesso em: 23 de novembro de 2023.
- [8] LUNDEVALL, Bengt-Åke. **The learning economy and the economics of hope**. Anthem Press, 2016. Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31613>. Acesso em: 09 de dezembro de 2023.
- [9] MARINI, Marcos Junior; DA SILVA, Christian Luiz. Política de Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Nacional: reflexões sobre o plano de ação brasileiro. **Desenvolvimento em Questão**, vol. 9, n.º. 17, p. 9-38, 2011.
- [10] MAZZETTI, Antônio Carlos; GAZOLLA, Marcio; MARINI, Marcos Junior. PCTI no Brasil: a relação inovação e sistema produtivo na atual estratégia nacional. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, vol. 17, n.º 1, p. 105-120, 2020.
- [11] MELLO, Márcio Luiz Braga Corrêa de; AMANCIO FILHO, Antenor. A gestão de recursos humanos em uma instituição pública brasileira de ciência e tecnologia em saúde: o caso Fiocruz. **Revista de Administração Pública**, v. 44, p. 613-636, 2010.
- [12] MURARO, Leopoldo Gomes; CASTRO-LUCAS, Cristina. Os Desafios da estratégia nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI 2016/2022: Federalismo e Política Pública de CT&I no Brasil. **Revista de Empreendedorismo, Negócios e Inovação**, vol. 6, n.º. 1, p. 04–30, 2021.

- [13] OLIVEIRA, J. J. de. Ciência, tecnologia e inovação no Brasil: poder, política e burocracia na arena decisória. **Revista de Sociologia e Política**, 24, 129-147. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsocp/a/Frscb4FLFMkc5LW8VmNyPSq/?lang=pt>. Acesso em: 23 de novembro de 2023.
- [14] SANTIAGO, Luciana Santos et al. Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: uma análise dos impactos com base na execução orçamentária no período de 2006 a 2017. **Dissertação de mestrado**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.
- [15] SIGOLLO; W.; PRESTES ROSA; L. E. Introdução. In: BOOG, G.; BLOOG, M. (Orgs.). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/NbdQwrDPNtvmM96sVLcMPKp/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 17 de novembro de 2023.
- [16] **Manual de Gestão de Pessoas e Equipes**, FEA/USP. São Paulo: Gente, 2002. Acesso em: 23 de novembro de 2023.
- [17] SILVA, Gabriela de Oliveira; ELIAS, Flávia Tavares Silva. Parcerias para o desenvolvimento produtivo: um estudo de avaliabilidade. **Comunicação em Ciências da Saúde**, Brasília, vol. 28, n°. 2, p. 125-139, 2017.
- [18] SILVA, Tissiana de Sousa; MILANI, Ana Maria Rita; ANTUNES, Verônica Nascimento Brito. Análise Regional das Políticas de Apoio à C,T&I: Um Estudo Preliminar da Estrutura Científica e Tecnológica do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, vol. 50, n°. 3, p. 107-123, 2019.
- [19] SOUZA, Donizeti Leandro de et al. A perspectiva dos pesquisadores sobre os desafios da pesquisa no Brasil. **Educação e Pesquisa**, vol. 46, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/WgdZnSMrX49LLTJMffmsqNK/?lang=pt>. Acesso em: 29 de novembro de 2023.
- [20] TESLENKO, Valentina; MELNIKOV, Roman; BAZIN, Damien. Evaluation of the impact of human capital on innovation activity in Russian regions. **Regional Studies, Regional Science**, vol. 8, n°. 1, p. 109-126, 2021.
- [21] TURCHI, Lenita Maria Organizadora; MORAIS, José Mauro de Organizador. Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações, IPEA. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8125>. Acesso em: 29 de novembro de 2023.

# Capítulo 21

## *Desenvolvimento integrado e sustentável na região Amazônica*

*Alexia Fernanda Barbosa de Melo<sup>1</sup>*

*Pedro Henrique Bessa Maia<sup>2</sup>*

*Tales Emanuel Coelho Pereira<sup>3</sup>*

*Jenilson Ferreira da Costa<sup>4</sup>*

*Horácio Betcel Guimarães<sup>5</sup>*

*Wilkerson Willame Fernandes de Oliveira<sup>6</sup>*

*Marco Antonio Leandro Cabral<sup>7</sup>*

**Resumo:** A região amazônica é, sobretudo, um lugar de vasta diversidade tanto na fauna, como na flora, mesmo se compararmos com outras regiões do planeta. Este artigo visa compreender a questão do desenvolvimento sustentável da região amazônica através de um estudo de caso da economia e políticas públicas de toda a região da Amazônia Legal para determinar medidas menos degradantes ao ecossistema amazônico. Contudo, é possível ver também que as políticas aplicadas aparentam ter sua execução voltada apenas para as grandes empresas, o que faz total sentido. Porém, é igualmente necessário conscientizar os residentes daquela determinada região sobre o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-Chave:** Amazônia, Desenvolvimento sustentável, Economia, Políticas Públicas.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Mestrando em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade Integradas dos Tapajós.

<sup>6</sup> Mestrando em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela UFRN. Mestre em Engenharia de Produção e Graduado em Engenharia Elétrica pela UFRN. Docente da UFRN.

## 1. INTRODUÇÃO

A região amazônica é, sobretudo, um lugar de vasta diversidade tanto na fauna, como na flora, mesmo se compararmos com outras regiões do planeta. Ao analisarmos com um olhar mais preciso, é possível perceber que sua imensidade se estende o suficiente ao âmbito político e socioeconômico para ser um pilar vital no desenvolvimento das populações locais e, uma mina de ouro para aqueles que visam lucros.

Tal desenvolvimento visa um conceito muito conhecido no sistema global, que mescla a natureza do consumismo com a preocupação da conservação do meio ambiente, o chamado desenvolvimento sustentável. Contudo, a balança sistêmica imaginária que mede, de um lado, o peso da ambição humana incorporada na personificação do capitalismo, isto é, o dito consumismo, e do outro lado, a subsistência da natureza, é incapaz de se manter em constante equilíbrio.

O peso dessa instabilidade retrata os principais problemas que afrontam a região amazônica, tais como a própria urbanização da região ao criar usinas e rodovias de acesso que prejudicam a área, atividades clandestinas ligadas ao desmatamento ilegal e desenfreado, ocasionando a substituição dos recursos naturais locais por substâncias poluentes oriundas das práticas legais e ilegais.

Em virtude desta percepção, essa pesquisa visa trabalhar um estudo de caso em escala regional, especificamente da Amazônia Legal, analisando viés orçamentário e políticas públicas, para que seja possível responder o seguinte questionamento: quais mudanças significativas devem ser implementadas com a finalidade de reverter o desenvolvimento hostil e aplicar o desenvolvimento sustentável na região amazônica.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Boff (2012), desenvolvimento sustentável é um objetivo extremamente visado por diversos países do mundo pois proporciona o cenário ideal de máximo desenvolvimento econômico e social, com o mínimo – beirando ao zero – de práticas prejudiciais ao nosso planeta.

Entretanto, é um trabalho extremamente difícil de se conseguir pois inúmeras vertentes precisam ser avaliadas e colocadas na balança, além de uma proposta realista que funcione também para as gerações futuras.

A Organização das Nações Unidas (ONU) elaborou 17 pontos que um país precisa ter para ser referência em desenvolvimento sustentável no planeta, sendo eles os mais importantes: erradicação da pobreza, fome zero e agricultura sustentável, saúde e bem-estar, educação de qualidade, água potável e saneamento, igualdade de gênero, energia limpa. Os outros pontos não citados são igualmente importantes, porém derivam desses apresentados.

De acordo com o Plano Amazônia Sustentável no Brasil, possuíamos medidas que foram amplamente trabalhadas em governos anteriores que nos possibilitaram a saída do Mapa da Fome da ONU, porém, em virtude de dificuldades nacionais e globais, essa não é mais a nossa realidade.

Ainda assim, no dia 17 de Janeiro de 2023, o ministro da Fazenda (Fernando Haddad) e a ministra do Meio Ambiente e Mudança do Clima (Marina Silva) apresentaram, no Fórum Econômico Mundial, em Davos, na Suíça, medidas que a atual gestão do presidente Luís Inácio Lula da Silva visa implementar para o desenvolvimento

sustentável, tais como: reforma tributária em cima de impostos sobre consumo – para o primeiro semestre - e, para o segundo semestre, uma reforma tributária sobre a renda, visando a melhoria da distribuição de renda no país, alcançar o desmatamento zero até 2030, liderar iniciativa global de proteção de florestas e pôr em prática uma economia com o direcionamento sustentável.

Há também, como meta, zerar dívidas públicas em até dois anos, medidas de impulsionamento de crédito e fomento de indústria no Brasil e políticas de valorização do salário-mínimo.

Todos os principais problemas que impossibilitam ou dificultam ao extremo a implementação de tais medidas no país, são em virtude do próprio sistema capitalista, que fomenta o consumismo e, por conseguinte, a fragmentação do meio ambiente e sua degradação para atender a demanda de um mercado voltado para saciar o ego predador e silencioso, residente das classes mais privilegiadas da nossa sociedade, que moldam as classes menos favorecidas.

## 2.1. ECONOMIA

As questões econômicas dos residentes da região, precisamos entender dois conceitos que não estão necessariamente intrínsecos no nosso cotidiano, mas que estão diretamente ligados com esse tópico. O primeiro, é que a região amazônica corresponde a cerca de 58,9% do território brasileiro segundo os limites da Amazônia Legal para 2019, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), inclusive ocupando todo o estado do Mato Grosso, na região Centro-Oeste e não somente no estado do Amazonas. Determinada percepção nos permite o discernimento de que como uma nação, somos muito dependentes do PIB produzido pela região amazônica só pela sua área de existência.

O segundo conceito, que será retomado mais tarde, está diretamente ligado com as indústrias extrativistas e seu uso dos chamados *recursos renováveis e não renováveis* que, de acordo com a matéria do portal Potencial Biótico, é denominado com base na relação entre seu uso e a produção da matéria-prima, sendo renovável caso ele volte a se produzir organicamente e não renovável caso ele não se renove ou dependa do tempo geológico. No tempo geológico, isto é, centenas de milhões de anos, parte desses ditos recursos não renováveis que temos disponíveis no planeta voltam a se produzir de alguma maneira, mas são inviáveis por levar muito mais tempo de produção do que a própria existência da espécie humana.

De acordo com um trabalho sobre o retrato econômico da região amazônica, especificamente da região norte do país do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE), a região norte tem sua economia estruturada na prestação de serviços com 64,6%, indústria com 26% - que possui o dobro de atividade de indústrias extrativas do restante do país (6,2%) - e na agropecuária com 9,4%, ficando atrás na comparação nacional somente na parte de serviços (73%) mas, ainda assim, sendo referência na administração pública 25,9% enquanto no resto do país são 17,4%.

Entretanto, por quais motivos existem tantas discrepâncias sociais e preocupações com recursos naturais nessa região se existem dados que demonstram que ela consegue ser referência em algumas atividades econômicas quando comparadas com o restante do país? Bom, os mesmos dados responsáveis pelo seu sucesso, também são o grande motivo das suas atividades clandestinas terem crescido tanto e originado tantas consequências.

Visto como fonte de renda não somente pelas grandes indústrias do país, essas atividades na região são comumente atribuídas a questões individuais. Segundo uma entrevista de 2019 dada ao Instituto Humanista Unisinos (IHU), o coordenador técnico do Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), Antônio Victor Fonseca, diz que são diversos os motivos que causam a perda de floresta na região amazônica, como agricultura, pastagem, extração de madeira e minérios, grilagem de terras e a expectativa de redução de limites ou tipos de proteção de unidades de conservação.

Ainda sobre a entrevista, Antônio Victor Fonseca diz que a principal causa da elevação das taxas de desmatamento no país são as construções de hidrelétricas e a abertura e pavimentação de novas rodovias, visto que atraem um grande fluxo migratório para a região que valoriza as terras adjacentes, gerando uma ocupação desordenada nos centros urbanos e comunidades vizinhas.

## 2.2. POLÍTICAS PÚBLICAS

Como é possível de se imaginar, toda a problemática envolvendo a economia da região e o desenvolvimento sustentável não são tópicos recentes, por isso, existem medidas já implementadas tendo como base as décadas passadas que visam a redução desses acontecimentos. Porém, um dos problemas reais que assolam essa região é em decorrência da sua distribuição territorial, já que uma pequena porcentagem de terra pode ter sua repartição em mais de um órgão competente e assim, acaba dificultando esse trabalho de regulamentação. Contudo, o Governo Federal está constantemente trabalhando em alternativas que buscam abranger cada vez mais público para inspecionar toda e qualquer região na Amazônia Legal.

De acordo com o Fundo Amazônia, foram elaborados planos estaduais de combate ao desmatamento em todos os estados que fazem parte da Amazônia Legal, visando diminuir de forma progressiva o desmatamento, ao mesmo tempo em que se fomenta o modelo do desenvolvimento sustentável. O plano de ação responsável já possui 4 fases realizadas e, no ano de 2023, iniciou-se a 5ª fase que possui planejamentos até 2027.

Segundo a apresentação dos dados do Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter) do secretário-executivo do Ministério do Meio Ambiente (MMA), João Paulo Capobianco, de janeiro a julho de 2023 houve uma queda de 42,5% no desmatamento em comparação com o mesmo período de 2022, principalmente no mês de julho, que houve em especial uma queda histórica de 66% nos desmatamentos, sendo considerado o mês em que há maior índice em virtude dos eventos climáticos desfavoráveis para a região.

Há também a atuação do Ibama em comparação com o mesmo período nos últimos 4 anos um aumento extremamente significativo nos termos de apreensão (107%), autos de infração (173%), embargos (123%) e bilhões em multas arrecadadas (147%). A ministra do meio ambiente Marina Silva declarou que estes dados são sustentados por muita ciência, e destaca a importância de a ferramenta deter para a diminuição expressiva dos desmatamentos.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando a pergunta feita na introdução, quais mudanças significativas devem ser implementadas com a finalidade de reverter o desenvolvimento hostil e aplicar o desenvolvimento sustentável na região amazônica? A resposta está no decorrer deste artigo. Este estudo de caso específico da Amazônia Legal, ainda que em alguns momentos apenas da região norte, nos possibilita a percepção de um cenário que atualmente já se preocupa com questões de desenvolvimento sustentável e em maneiras de como preservar as áreas verdes, denotando uma mudança significativa em comparação com os últimos 4 anos.

Entretanto, é possível ver também que as políticas aplicadas aparentam ter sua execução voltada apenas para as grandes empresas, o que faz total sentido. Porém, é igualmente necessário conscientizar os residentes daquela determinada região sobre o desenvolvimento sustentável e, além disso, dispor energia e tempo para ouvir suas necessidades, visto que muitos deles utilizam a agropecuária como principal fonte de renda e precisam entender a importância de preservar aquilo que lhe é útil para as gerações futuras.

O objetivo deste estudo foi entender quais medidas deveriam ser tomadas e entendemos não só quais são essas medidas, mas também, que elas já estão sendo aplicadas. Mas é notório que falta divulgação da conscientização na base da pirâmide social que rege a Amazônia Legal.

### REFERÊNCIAS

- [1] BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.
- [2] **Desenvolvimento sustentável da Amazônia diversificação produtiva e promoção da bioeconomia a partir da zona franca de Manaus**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/livro\\_relatoriogt\\_pospandemia\\_v11082020.pdf](https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/livro_relatoriogt_pospandemia_v11082020.pdf)>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.
- [3] **Desenvolvimento Sustentável na Amazônia**. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/clima/clima\\_news/mudancas\\_especiais/live\\_earth/desenvolvimento\\_sustentavel\\_na\\_amazonia/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/clima_news/mudancas_especiais/live_earth/desenvolvimento_sustentavel_na_amazonia/)>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.
- [4] KINGO, A. et al. **O desenvolvimento mais sustentável da região amazônica: entre (muitas) controvérsias e o caminho possível**. v. 17, n. 4, p. 1–27, out. 2020.
- [5] **Matéria escolhida por utilizar os objetivos estipulados pela Organização das Nações Unidas (ONU) para melhorar as relações de vida no nosso planeta tendo como enfoque a erradicação da pobreza e outros 16 pontos que precisam ser, no mínimo, visados por todos os países**. Disponível em: <https://redda.com.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acesso em: 04 de novembro de 2023.
- [6] **Programa implementado no Amapá que trabalha alternativas para viabilizar e incorporar o desenvolvimento sustentável na região, proporcionando geração de renda através de outros meios e a preservação do meio ambiente da região, cada vez mais diminuindo o desmatamento como meio de sobrevivência, ideal esse que se assemelha com os objetivos da ONU e das políticas públicas do nosso país**. Disponível em: <https://estudosinstitucionais.com/REI/article/view/716> Acesso em: 04 de novembro de 2023.
- [7] **Agricultura, pecuária e garimpos: as causas do desmatamento na Amazônia Legal**. Entrevista especial com Antônio Victor Fonseca. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/revitalizacao-de-bacias/agricultura-pecuaria-e-garimpos-as-causas-do-desmatamento-na-amazonia-legal-entrevista-especial-com-antonio-victor-fonseca>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.

- [8] **IBGE atualiza Mapa da Amazônia Legal** | Agência de Notícias. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28089-ibge-atualiza-mapa-da-amazonia-legal>>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.
- [9] **PIB do Amazonas registra R\$ 116 bi e estado tem uma das menores quedas do Brasil em 2020**. Disponível em: <<https://www.seducti.am.gov.br/pib-do-amazonas-registra-r-116-bi-e-estado-tem-uma-das-menores-quedas-do-brasil-em-2020/#:~:text=A%20Ind>>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.
- [10] **Políticas públicas orientadoras**. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/fundo-amazonia/politicas-publicas-orientadoras/>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.
- [11] **Conheça algumas ações do Governo Federal para cuidar da Amazônia**. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2020/novembro/conheca-algumas-as-acoes-do-governo-federal-para-cuidar-da-amazonia>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.
- [12] **Desmatamento na Amazônia tem queda histórica de 66% em julho**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2023/08/desmatamento-na-amazonia-tem-queda-historica-de-66-em-julh>>. Acesso em: 6 de dezembro de 2023.

# Capítulo 22

## *Desafios e perspectivas da política industrial e energética brasileira: um enfoque nas cadeias produtivas estratégicas*

*Rafael Cristian Mauricio de Oliveira Fernandes<sup>1</sup>*

*Pedro Daniel Silva Oliveira<sup>2</sup>*

*Idamylton Garcia Cunha<sup>3</sup>*

*Caio Cesar Silva<sup>4</sup>*

*Horácio Betcel Guimarães<sup>5</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>6</sup>*

**Resumo:** Esse trabalho aborda a redução de vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas no Brasil, como saúde, energia, alimentos, minerais e sistemas de informação e comunicações, e destaca a importância de políticas industriais e de inovação para promover o desenvolvimento econômico e social do país. Ademais, discute a dependência excessiva de hidrelétricas na matriz energética brasileira e os desafios relacionados às mudanças climáticas, além de abordar questões relacionadas à necessidade de diversificação da economia, modernização das infraestruturas e estímulo à inovação tecnológica e à importância de políticas públicas que promovam a inclusão social e a redução das desigualdades regionais. Em suma, o presente estudo ressalta a importância de uma abordagem abrangente e integrada para fortalecer as cadeias produtivas estratégicas, promover a competitividade e a sustentabilidade, e impulsionar o desenvolvimento econômico do Brasil.

**Palavras-Chaves:** Redução De Vulnerabilidades; Cadeias Produtivas Estratégicas; Inovação; Energia; Obsolescência.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Mestrando em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade Integradas dos Tapajós.

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A política industrial é um componente fundamental das iniciativas dos Estados nacionais para estimular o desenvolvimento. Ela engloba uma estratégia abrangente e uma ampla variedade de ferramentas destinadas a promover mudanças na estrutura produtiva de um país. Isso envolve o fortalecimento da base industrial e a promoção da inovação, tendo um impacto significativo na qualidade, na competitividade e na eficiência da produção. Portanto, a política industrial é considerada uma parte essencial e inseparável de uma estratégia nacional de desenvolvimento econômico e social (Gadelha, 2016).

Conforme destaca Celso Furtado (2005), a estratégia fundamental para a industrialização no contexto nacional desenvolvimentista foi a substituição de importações e o controle cambial. Estes, pilares importantes que permitiram estabelecer um ambiente propício para o desenvolvimento do mercado interno e da indústria, impulsionados pelo protecionismo resultante das políticas já citadas.

Ademais, o autor Battahin (2023) discute que, mesmo com mudanças de governos e o regime militar, o movimento de desenvolvimento nacional persistiu até o governo Collor (1990), quando foi substituído por um projeto de orientação neoliberal. Assim, este governo, ao adotar o movimento neoliberalista, ampliou a autonomia e influência do mercado e da iniciativa privada, iniciando, portanto, o processo de privatizações de empresas estratégicas para a economia nacional. Como resultado, essas alterações retiraram o apoio à indústria do centro da política econômica do país.

As últimas décadas, que abrangem desde os anos 2000 até a presente década, o Brasil testemunhou uma série de mudanças significativas no *status quo* da sociedade e economia, muitas delas positivas. As políticas de inclusão social bem-sucedidas, a melhoria na distribuição de renda e o crescimento do mercado de trabalho tiveram um impacto benéfico no país.

Todavia, quando se refere à estrutura produtiva, o Brasil ainda enfrenta desafios significativos em termos de competitividade e fragilidade comercial em setores de alto valor agregado e conteúdo tecnológico avançado. Neste paradigma, a competitividade brasileira permanece mais robusta em atividades relacionadas a commodities, caracterizadas por produção em larga escala e baixo valor agregado, principalmente em setores que dependem de matérias-primas, insumos agrícolas e demandam grande consumo de energia (Cassiolato, 2015).

Nesta prerrogativa, o autor Olivera (2011), deliberou em sua obra a importância da inovação, ciência e tecnologia em qualquer sociedade já que ela foi capaz de trazer benefícios relevantes tanto economicamente como socialmente para toda a população. Neste sentido, em 2010 foi sancionada a Lei nº 12.193, que estabelece o Dia Nacional da Inovação e neste mesmo ano, foi lançado na 4ª CNCTI (Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação), o livro azul, no qual, a prerrogativa apresentada por Oliveira é confirmada, ademais, é feita a validação da necessidade emergencial brasileira de inocular a inovação em todos os poros da economia do país.

Portanto, a questão central que norteia este trabalho é como discutir e analisar os programas e planos da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) formulados para o quadriênio de 2016-2023, juntamente com a avaliação dos resultados obtidos, com enfoque na temática de Redução de vulnerabilidades em cadeias produtivas

estratégicas. A fim de, formular recomendações para elaboração do 5º ENCTI para o período de 2024 a 2030, considerando o *status quo* atual da prerrogativa em questão.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As cadeias produtivas são um conjunto de processos e atividades que visam a transformação de materiais e energia em bens e serviços de valor para o consumidor. Dessa forma, essa abordagem se destaca pela sua capacidade de identificar e aproveitar os recursos e o potencial de um país ou região, promovendo o desenvolvimento econômico e a criatividade.

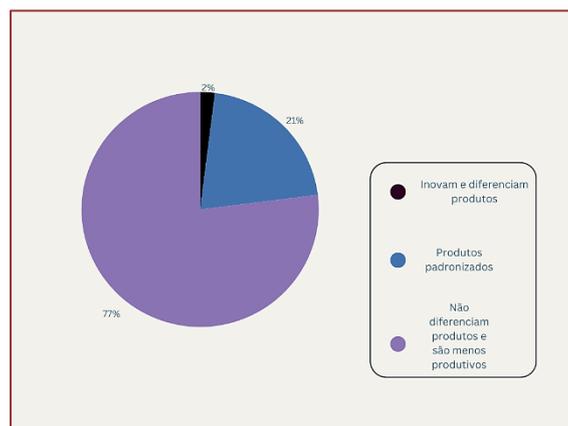
Ademais, foi discutida a importância das cadeias produtivas como uma estratégia de desenvolvimento, destacando seus benefícios e desafios, bem como suas implicações para a política industrial e a inovação tecnológica brasileira. Foi analisado como as cadeias produtivas podem ser utilizadas como um instrumento de planejamento e gestão para otimizar a produção e a distribuição de bens e serviços, contribuindo para a redução das barreiras para o desenvolvimento e a promoção de um ambiente de negócios mais competitivo e inovador.

Além disso, foram examinados os diferentes tipos de cadeias produtivas, como as cadeias curtas e as cadeias longas, e discutido sobre as estratégias e ferramentas necessárias para gerenciá-las eficientemente. Buscar compreender como as cadeias produtivas podem ser integradas com outras estratégias de desenvolvimento, como a inovação, a sustentabilidade e a inclusão social, criando um ambiente de negócios mais inclusivo, sustentável e resiliente.

### **2.1. CADEIAS PRODUTIVAS COMO ESTRATÉGIA PARA DESENVOLVIMENTO**

No processo produtivo, uma cadeia produtiva se revela um agrupamento de atividades, em diferentes etapas de processamento ou montagem, cujo objetivo é transformar matérias-primas básicas em produtos. Assim, em uma estrutura industrial razoavelmente desenvolvida, é inviável delimitar precisamente as cadeias produtivas, devido à interdependência geral das atividades e à possibilidade de substituições de insumos primários (Haguenauer, 2001).

É importante frisar que o setor produtor foi demonstrando que encontra integrado cada vez mais inovação tecnológica em suas agendas. Entretanto, segundo a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (IBGE, 2002), realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 32% das empresas desenvolveram pelo menos uma inovação no período de 1998 a 2000. Como esperado, a maioria dessas empresas (38%) ficaram no Estado de São Paulo, no entanto, teve uma taxa de inovação parecida com a nacional de 33% apenas promovendo a criatividade no produto, a taxa caiu significativamente de 19% para 6% (Fig. 1).

**Figura 1.** Dados do relatório do Ipea

Fonte: Autoria própria.

Reforçando este argumento, a imagem acima ilustra os dados do relatório recente do Ipea (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), apenas 2% das indústrias brasileiras “inovam e diferenciam produtos” (ARBIX, 2005). As outras são divididas em empresas especializadas em produtos padronizados (21%) e não diferenciam produtos e são menos produtivos (77%).

Por outro lado, com os benefícios financeiros e emocionais associados aos investimentos, a inovação tecnológica como força motriz de ideias. Faz com que o país corra um risco significativo de desgaste em suas cadeias produtivas estratégicas. Portanto, a incorporação da inovação tecnológica no crescimento econômico e social requer políticas públicas e administração de empresas de tratamento inovador (Plonski, 2005).

No Brasil, no final do século XIX, foi a época em que surgiram as primeiras indústrias de produção manufatureira. Esse processo, ainda com uma tecnologia incipiente, tinha uma maior relevância especialmente nos setores de alimentação, bebidas e vestuário.

O avanço da industrialização brasileira não aconteceu de forma igualitária, e conforme se intensificou nesse período, resultou em uma maior concentração industrial no Sudeste, especialmente em São Paulo. Assim, devido a este processo, se acentuou, ainda mais, as disparidades econômicas entre as diversas regiões do país (Ribeiro, 2010).

Durante a década de 90, significativas transformações ocorreram na economia brasileira, resultando em mudanças importantes na distribuição geográfica da indústria nos anos posteriores. Embora as conclusões de Ribeiro permaneçam válidas, Árias (1998) afirma que de forma geral observou-se um movimento da indústria em direção a alguns estados das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país, dispersando a concentração industrial no sudeste brasileiro.

Neste contexto, a política econômica enfatiza que iniciar a reorganização da economia nacional significa mudar imediatamente a dinâmica distributiva dos grupos sociais e seus interesses, além de alterar os acordos econômicos internacionais que já existem (Borges, 2007).

Sendo assim, uma cadeia produtiva estratégica que se destaca no Brasil é a cadeia energética. Haja vista, que segundo Bronzatti (2008), o Produto Interno Bruto, ou seja, uma atividade econômica, de um país tem uma forte correlação com sua demanda energética.

## **2.2. CADEIA PRODUTIVA ENERGÉTICA BRASILEIRA**

Os primórdios da história, o processo da civilização está intrinsecamente ligado à produção e ao uso da energia. A parte da descoberta do fogo para a preparação de alimentos, os recursos naturais foram explorados sem grandes preocupações.

Haja vista, que a crença predominante era de que esses eram infinitos, incluindo os combustíveis fósseis (Smil, 2011). Nesse sentido, Wrigley (2004) e Tolmasquim (2007), corroboram com a ideia de que a partir da Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos têm sido profundamente influenciadas pela sua matriz energética.

Assim como, já frisado anteriormente, a capacidade de fornecer logística e energia para o desenvolvimento da produção, com condições competitivas e ambientalmente sustentáveis é fundamental para a sustentabilidade econômica de um país (Guarnieri, 2011).

Nas próximas décadas, a questão da energia se apresenta para o Brasil como um desafio e uma oportunidade simultaneamente. Visto que, o desafio é garantir o suprimento de energia necessário para o desenvolvimento econômico e social do país, com segurança e sustentabilidade.

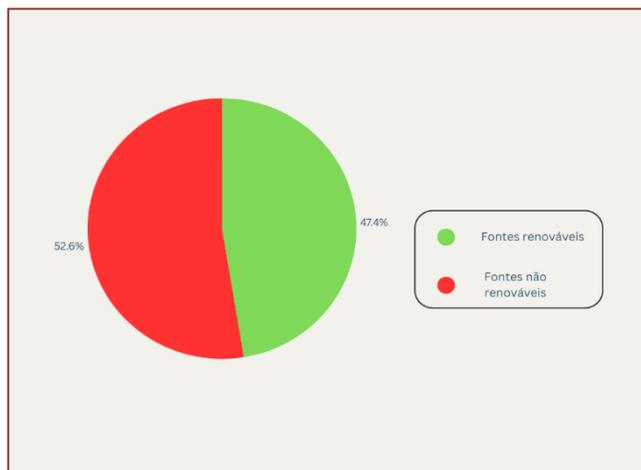
Ademais, há a possibilidade de aproveitar as condições específicas de recursos energéticos renováveis e a tecnologia do Brasil, a fim de transformar suas fontes de recursos naturais em energia, agregando valor à sua produção de riqueza Tolmasquim (2007).

Nesse sentido, de acordo com dados levantados pelo Balanço Energético Nacional (BEN), relatório fornecido anualmente pelo Ministério de Minas e Energia, o Brasil em 2022 possui uma matriz elétrica composta principalmente de fontes renováveis, com ênfase na fonte hídrica. Considerando isso, observa-se que a quase totalidade das importações vem da usina de Itaipu, onde a mesma, teve participação em 64% da oferta nacional neste mesmo período.

Segundo o BEN, cerca de 88% da oferta interna de eletricidade do Brasil vem de fontes renováveis, essas por sua vez, segundo Faz (2018), têm um grande potencial e, como são inesgotáveis, certamente supririam muitas das necessidades energéticas da humanidade.

A diversidade energética no Brasil foi um fator importante para o desenvolvimento sustentável do país. O mesmo, foi privilegiado em termos de recursos naturais, com grandes reservas de energia renováveis. Segundo o BEN de 2023, a matriz energética brasileira é composta por 47,4% de fontes renováveis e 52,6% de fontes não renováveis, como mostra a figura a seguir (Fig 2).

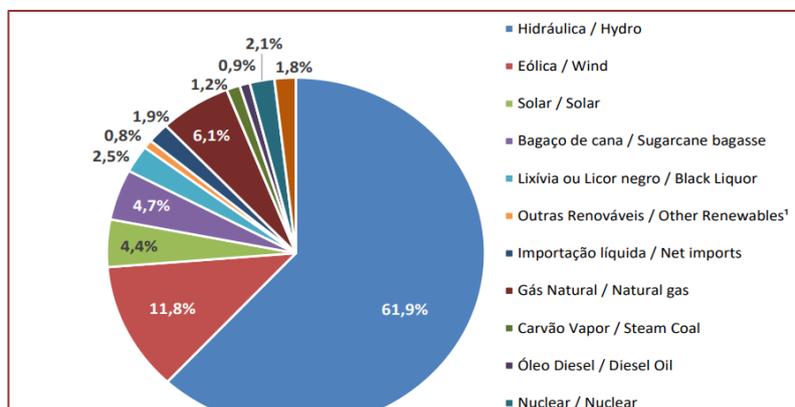
**Figura 2.** Fontes renováveis X fontes não renováveis (Dados do BEN 2023)



Fonte: Autoria Própria.

Além disso, a figura abaixo retirada do BEM de 2023 mostra que, as principais fontes renováveis são a energia hidrelétrica (60,1%), a energia eólica (9,1%) e a biomassa (18,3%), e as principais fontes não renováveis são o petróleo (33,6%), o gás natural (10,7%) e o carvão mineral (8,2%) (Fig. 3).

**Figura 03.** Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte



Fonte: BEN 2023.

Ainda segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), o futuro da matriz energética brasileira, como o avanço das tecnologias de energia renovável, o Brasil tem o potencial de se tornar um líder mundial em energia limpa. No entanto, mesmo considerando que o consumo de energias renováveis no Brasil é significativamente maior que a média global, isso não elimina as críticas relacionadas à sustentabilidade do modelo de energia adotado pelo país.

### **2.3. VULNERABILIDADES EM CADEIAS PRODUTIVAS ESTRATÉGICAS BRASILEIRAS**

As vulnerabilidades das cadeias produtivas brasileiras são múltiplas e afetam diversos aspectos da economia, como a dependência climática e a obsolescência. A primeira vulnerabilidade abordada foi a obsolescência, que se refere à tendência de obsolescência econômica e tecnológica.

A obsolescência pode afetar a cadeia produtiva de energias, fazendo com que tecnologias e inovações emergentes possam tomar as cadeias produtivas obsoletas ou desatualizadas. Essa vulnerabilidade pode levar a uma perda de competitividade e a uma redução de eficiência nas cadeias produtivas, o que pode afetar negativamente o desenvolvimento econômico do país.

A segunda vulnerabilidade a ser abordada é a dependência climática. As mudanças climáticas afetam diretamente os ecossistemas, economia, infraestrutura, cadeias produtivas e a biodiversidade do país. O Brasil possui vantagens estratégicas, como o aumento da geração de energia renovável, mas também enfrenta desafios, como o agronegócio dependente do clima e a geração de hidroeletricidade dependente da chuva.

Em suma, ao abordar essas vulnerabilidades, foi importante considerar as estratégias de mitigação e adaptação, como a promoção de tecnologias limpas, a inovação e a sustentabilidade, bem como a implementação de políticas públicas que possam ajudar a reduzir os impactos das mudanças climáticas e a obsolescência nas cadeias produtivas brasileiras.

Atualmente, a obsolescência tem sido um desafio significativo, pois interfere diretamente nas atividades de manutenção. A rápida evolução tecnológica e a introdução constante de novos produtos muitas vezes tornam obsoletos equipamentos e sistemas mais antigos. Isso pode resultar em dificuldades para encontrar peças de reposição, atualizações de software e até mesmo profissionais qualificados para realizar a manutenção (Rojo; Roy; Kelly, 2012).

### **2.4. DESAFIO DA DEPENDÊNCIA CLIMÁTICA**

A disponibilidade dos recursos hídricos desempenha um papel fundamental em várias atividades cruciais, abrangendo desde a agricultura com a irrigação até o abastecimento de água para as comunidades, a navegação em corpos d'água e até na geração de energia (Silva, 2005; Santana, 2013; Ana, 2015).

Ao focarmos na geração de energia hidroelétrica percebemos que ela está diretamente afetada pelos recursos hídricos, influenciados pelas condições climáticas, como temperatura, precipitação e evaporação.

Essas variáveis ambientais desempenham um papel crucial nas vazões que alimentam as usinas hidrelétricas. A quantidade de chuvas, as mudanças na temperatura e a taxa de evaporação são determinantes na disponibilidade de água nos rios, impactando a geração de energia (Lucena, 2010; Sae, 2015).

Neste paradigma, ao abordar especificamente a hidroeletricidade foi crucial destacar que a quantidade de energia gerada por uma hidrelétrica não está vinculada apenas à sua capacidade instalada, mas também à variação das vazões que chegam à usina.

A partir disso, os principais fatores climáticos que exercem influência nas vazões dos rios são a temperatura média da atmosfera e a precipitação. Nesse contexto, devido à matriz elétrica brasileira estar fundamentada na hidroeletricidade, ela revela uma considerável vulnerabilidade às mudanças climáticas (ANA, 2016; Schaeffer et al., 2012; Mma, 2016).

Nesse sentido, o sistema elétrico brasileiro tem como principal fonte a geração hidrelétrica, o que torna significativamente dependente dos recursos hídricos.

O aumento na intensidade e frequência de eventos extremos, como cheias e secas, pode ter impactos significativos no sistema hidrelétrico, elevando os riscos associados a situações críticas na geração de eletricidade (Virgílio, 2018). Ademais, como já foi falado anteriormente, o Brasil possui cerca de 62% da capacidade de energia fornecida por hidrelétricas (Ben, 2023; Santana, 2013).

Por fim, apesar de ser um cenário preocupante já que a produção de energia tem diminuído, principalmente devido às recentes crises hídricas. Essas crises resultaram em uma considerável redução na disponibilidade de recursos hídricos nos últimos anos, levando os planejadores do setor elétrico a direcionarem sua atenção para a urgência de diversificar as fontes de energia no país.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Brasil enfrenta desafios significativos em suas cadeias produtivas estratégicas, especialmente no setor de energia. A dependência excessiva da hidroeletricidade e as recentes crises hídricas evidenciam a vulnerabilidade do país em relação ao fornecimento de energia elétrica. Além disso, a falta de diversificação da matriz energética e a obsolescência das infraestruturas também contribuem para a fragilidade do setor.

Para lidar com essas vulnerabilidades, é necessário adotar uma abordagem abrangente que envolva políticas públicas, investimentos em infraestrutura e estímulo à inovação tecnológica. A diversificação da matriz energética, com maior ênfase em fontes renováveis e alternativas, é fundamental para garantir a segurança e a sustentabilidade do suprimento de energia.

Além disso, foi importante promover a modernização e a atualização das infraestruturas existentes, a fim de garantir a eficiência e a confiabilidade do sistema elétrico. Isso requer investimentos em novas tecnologias, como redes inteligentes e armazenamento de energia, bem como a melhoria da gestão dos recursos hídricos.

Contudo, ao enfrentar as vulnerabilidades nas cadeias produtivas estratégicas, é necessário adotar uma abordagem abrangente que envolva diversificação da matriz energética, modernização das infraestruturas, estímulo à inovação tecnológica e promoção da sustentabilidade. A implementação de políticas públicas eficazes e o fortalecimento da cooperação entre os setores público e privado são fundamentais para impulsionar o desenvolvimento e a competitividade da indústria brasileira.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: ANA, GGES, 2016.
- [2] ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: ANA, GGES, 2015.
- [3] ARBIX, G. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Versão preliminar. Estudos e Pesquisas. Rio de Janeiro: **Instituto Nacional de Altos Estudos**, n. 96, 2005.
- [4] ÁRIAS, A. F. **A Evolução do Emprego Celetista (CLT) na Década a Luz de Estimativas compatibilizadas entre PNAD, RAIS e o CAGED: Uma Proposta Metodológica**. Brasília: IPEA, 1998.
- [5] BATTAHIN, Janaína Fernanda. **Abordagens ao desenvolvimento: elementos para uma análise sobre o desenvolvimentismo no Brasil**. 210 f. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2023.
- [6] Borges, M. A. **Particularidades do Capitalismo Brasileiro na Controvérsia Desenvolvimento versus Crescimento**. In: Desafios para o Brasil – como retomar o crescimento econômico nacional? São Paulo: Saraiva, 2007.
- [7] BRONZATTI, Fabricio Luiz; IAROZINSKI NETO, Alfredo. Matrizes energéticas no Brasil: cenário 2010-2030. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, vol. 28, p. 13-16, 2008.
- [8] CASSIOLATO, Jose Eduardo; SZAPIRO, Marina Honorio de Souza. **Os dilemas da política industrial e de inovação: os problemas da Região Sudeste são os do Brasil**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social: Rio de Janeiro, 2015.
- [9] CHAVES, Aurélio Ricardo Troncoso. **Trajетória da industrialização brasileira e suas diferenças regionais**. DRPEES-Desenvolvimento Regional com Políticas Econômicas Estratégicas e Sustentáveis: Governos Municipais, Estaduais e Federal Integrado, vol. 1, nº. 1, 2020.
- [10] FAZ. Redação Assim que se. 8 Tipos de energia renovável da atualidade. Disponível em: <https://www.assimquefaz.com/8-tipos-de-energia-renovavel-da-atualidade/>. Acesso em: 08 de novembro de 2023.
- [11] FREITAS, M. A. V. e SOITO, J. L. S. Energia e Recursos Hídricos. Parcerias Estratégicas. Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. **Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE)**, vol. 13, nº 27. Brasília, 2008.
- [12] FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 32ª Edição. Companhia Editora Nacional: 2005.
- [13] GADELHA, Carlos Augusto Grabois. **Política industrial, desenvolvimento e os grandes desafios nacionais**. In: O futuro do desenvolvimento: ensaios em homenagem a Luciano Coutinho. Campinas: Editora Unicamp, p. 215-251, 2016.
- [14] GUARNIERI, Patrícia. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Patricia Guarnieri, 311p, 2011.
- [15] HAGUENAUER, Lia; BAHIA, Luiz Dias; CASTRO, Paulo Furtado de; RIBEIRO, Márcio Bruno. **Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de 90**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro – RJ: 2001.
- [16] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial: Inovação Tecnológica 2000**. Departamento de Indústria. 114 p. Rio de Janeiro, 2002.
- [17] LIMA, J. W. M., COLLISCHONN, W. e MARENGO, J. A. **Efeitos das Mudanças Climáticas na Geração de Energia Elétrica**. São Paulo: AES Tietê, 2014. 360 p.
- [18] LUCENA, A. F. P. **Proposta Metodológica para Avaliação da Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas Globais no Setor Hidroelétrico**. 186 p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2010.
- [19] MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas. Brasília, 2016
- [20] NETO, José Vieira. O fenômeno da urbanização no Brasil e a violência nas cidades. **Espaço em Revista**, vol. 13, nº 2, 2011.

- [21] OCAMPO, J. A.; PARRA, M. A. "The Dual Divergence: Growth Successes and Collapses in the Developing World since 1980". **DESA Working Paper** n°. 24, 2006.
- [22] OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. **O inovacionismo em questão**. *Scientiae Studia*, vol. 9, n°3, p. 669-675, 2011.
- [23] PLONSKI, Guilherme Ary. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil. **São Paulo em perspectiva**, vol. 19, n°1, p. 25-33, 2005.
- [24] RIBEIRO, Carine Pereira. **Desenvolvimento e subdesenvolvimento segundo Celso Furtado: influência no debate sobre a questão regional Brasileira**. 130f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.
- [25] KELLY, S; ROY, R; VERMELHO, F. J. Romero. Obsolescence Risk Assessment Process Best Practice. **Journal of Physics**, 364, 2012.
- [26] SAE – Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima**. Resumo Executivo. Brasília, 2015.
- [27] SANTANA, T. B. **Impacto de Mudanças Climáticas sobre o Regime de Vazões e a Geração Hidrelétrica de Energia**. Dissertação de Mestrado. 135f. Universidade Federal de Itajubá: Itajubá, 2013.
- [28] SCHAEFFER, R.; SZKLO, A. S.; LUCENA, A. F. P et al. Energy Sector Vulnerability to Climate Change: A review. **Energy**, vol.38, Ed.1, p.1-12, 2012.
- [29] SILVA, B. C. **Previsão Hidroclimática de Vazão para a Bacia do rio São Francisco**. 280F. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2005
- [30] TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos CEBRAP**, n° 79, p. 47-69, 2007.
- [31] VIRGÍLIO, Rebeca Meloni. **Operação de Usinas Hidrelétricas de Regularização sob Condições de Mudanças Climáticas: estudo de caso da UHE Três Marias**. 145f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá, 2018.
- [32] WRIGLEY, EA. **Energy and the English Industrial Revolution**. Cambridge University Press, 2004.

# Capítulo 23

## *Contribuições da ciência, tecnologia e inovação na redução das vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas: um estudo de caso no Brasil*

*Thiago Vitor Faustino Barbosa<sup>1</sup>*

*Matheus Mozart Wanderley de Medeiros<sup>2</sup>*

*Aquiles Jordan Ferreira de Moraes<sup>3</sup>*

*Sthéphanie Karen Martins Batista<sup>4</sup>*

*Jéssica Aparecida Silva Costa<sup>5</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>6</sup>*

**Resumo:** O Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável revelou descobertas interessantes sobre conexões entre desenvolvimento sustentável e inovação no Brasil. Dados os seus abundantes recursos naturais, o Brasil está em uma posição privilegiada para assumir a liderança nessa frente. Essas inovações, ancoradas em uma economia baseada no conhecimento da natureza, têm o potencial de gerar riqueza para combater desigualdades sociais persistentes. Criar estruturas para analisar eficiências produtivas e gerenciar riscos em setores-chave, como a pecuária leiteira, é um passo necessário para impulsionar programas e projetos estratégicos nacionais no âmbito da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Finalmente, o artigo ressalta a importância de implementar a CT&I como um meio de reduzir vulnerabilidades sistêmicas no Brasil, promovendo o desenvolvimento econômico e sustentável. O Livro Azul destaca a competição nacional e internacional e oferece um roteiro para o futuro do país no contexto da inovação e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Ciência; Desenvolvimento; Vulnerabilidades; Tecnologia; Brasil.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Discente do Mestrado de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

A Ciência, Tecnologia e Inovação (CT & I) é importante para o progresso do conhecimento e para a geração de riqueza e a promoção do desenvolvimento em geral (Silva *et al.*, 2001). Isso nos é mostrado através do mapeamento da realidade dos recursos naturais, humanos e patrimônio do país, assim como as vulnerabilidades sociais e econômicas, descritos no livro verde.

Os mesmos autores, também nos alertam para a necessidade das informações básicas sobre as cadeias produtivas estratégicas para o Brasil para a contribuição na formulação de políticas públicas, planejamento de empresas e a gestão territorial.

Também é importante citar o Livro Branco da Ciência, Tecnologia e Inovação, do Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil (2002), que descreve o país, no período em questão, como marcado pelo impacto das tecnologias de informação e comunicação. E ainda, adverte para a importância estratégica em deter e produzir conhecimento e transformá-lo em inovações nas esferas econômica e social.

Em seguida, a terceira edição da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (3ª CNCTI) teve como objetivo aprofundar a discussão e apresentar propostas concretas para a utilização da ciência, tecnologia e inovação, originadas no território brasileiro como elementos fundamentais de uma política de Estado destinada a promover o progresso econômico, político, social e cultural da nação. (Conferência Nacional De Ciência, Tecnologia e Inovação, 2006).

Bem como, o Livro Azul, da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável, relata, o caminho de desenvolvimento sustentável no Brasil, e as questões energética e da mudança climática como os seus focos centrais. Além disso, defende o sistema de inovação do País, principalmente estando alicerçado em seus recursos naturais, como responsável por esse caminho e o meio de fortalecê-lo (Becker *et al.*, 2010).

Fica evidente, portanto, que há uma necessidade de abrangência nas estratégias nacionais, as quais até hoje permanecem na zona de conforto do país - os recursos naturais ou sociais.

O nosso objetivo geral é analisar a redução da vulnerabilidade do Brasil em cadeias produtivas estratégicas. Para isso buscaremos identificar o contexto histórico e as análises do tema no âmbito nacional e internacional. Além de fornecer análises sobre o problema e fornecer insights necessários para a política brasileira, no que se refere às reduções de vulnerabilidades das cadeias produtivas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os desafios estratégicos abordados em um dos capítulos para a Ciência e Tecnologia no Brasil, através do mapeamento e conhecimento da realidade nacional, em seus recursos naturais, recursos humanos e patrimônio intangível. Além de identificar e analisar as vulnerabilidades importantes da sociedade e da economia. E mapeiam iniciativas de amplo alcance, que elevem o patamar de capacitação em algumas áreas estratégicas para o desenvolvimento econômico sustentável (Silva *et al.*, 2001).

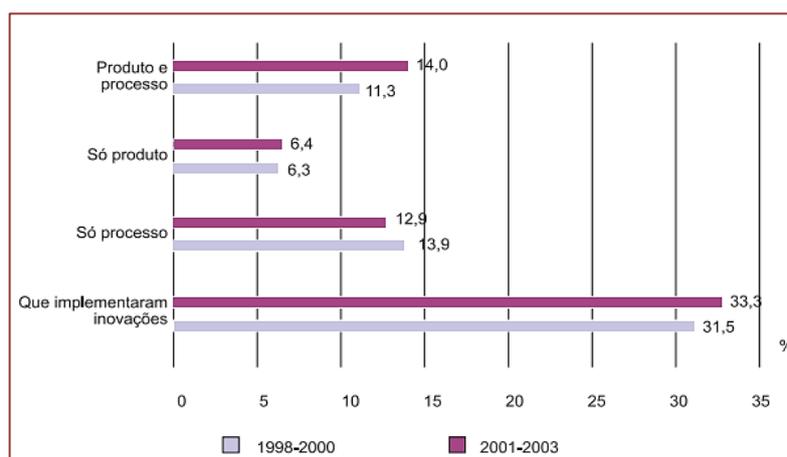
No quadro 1, destacamos os ingredientes básicos, citados no livro verde, como elementos para enfrentar os desafios estratégicos encontrados naquele período.

**Quadro 1** – Ingredientes básicos para enfrentar os desafios estratégicos

Ingrediente	Descrição
Recursos humanos adequadamente treinados	Programas consistentes de formação de recursos humanos em áreas estratégicas e absorção de pessoal em empregos qualificados.
Avanço do conhecimento	Pesquisa própria e absorção de resultados produzidos em outros países, com o domínio de um vasto campo de conhecimentos em múltiplas áreas e capacidade não apenas para operar tecnologias disponíveis, mas também para inovar e acompanhar o progresso tecnológico em campos-chave.
Oportunidades e escolhas tecnológicas	Capacidade para identificar oportunidades e fazer escolhas tecnológicas adequadas às necessidades dos vários programas considerados.
Integração de esforços de pesquisa	Integração de esforços de pesquisa, com programas de natureza cooperativa entre agentes do setor público, setor privado e terceiro setor, cujo escopo e escala lhes garantam abrangência social ou impacto econômico.
Participação do setor privado	Forte participação do setor privado, com programas de incentivo e fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação em empresas nacionais e condições para que empresas estrangeiras realizem pesquisa e desenvolvimento em escala compatível com os benefícios econômicos que obtêm no mercado brasileiro e que tenham um retorno real para o País.
Instituições e espaços adequados	Instituições e ambiente institucional adequado e favorável ao desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação, que são fundamentais para vencer com sucesso os desafios estratégicos do País.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023), com base nas informações de Silva *et al.* (2001).

Observando o quadro 01, podemos verificar a importância da participação do setor privado nacional com programas de incentivo e fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação. O gráfico a seguir, elaborado conforme dados do IBGE nos mostra essa participação no período de 1998 – 2003.

**Gráfico 1** - Participação percentual do número de empresas que implementaram inovações - Brasil

Fonte: Elaborada pela Conferência Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (2005), com base em dados do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de indústria, Pesquisa industrial de Inovação.

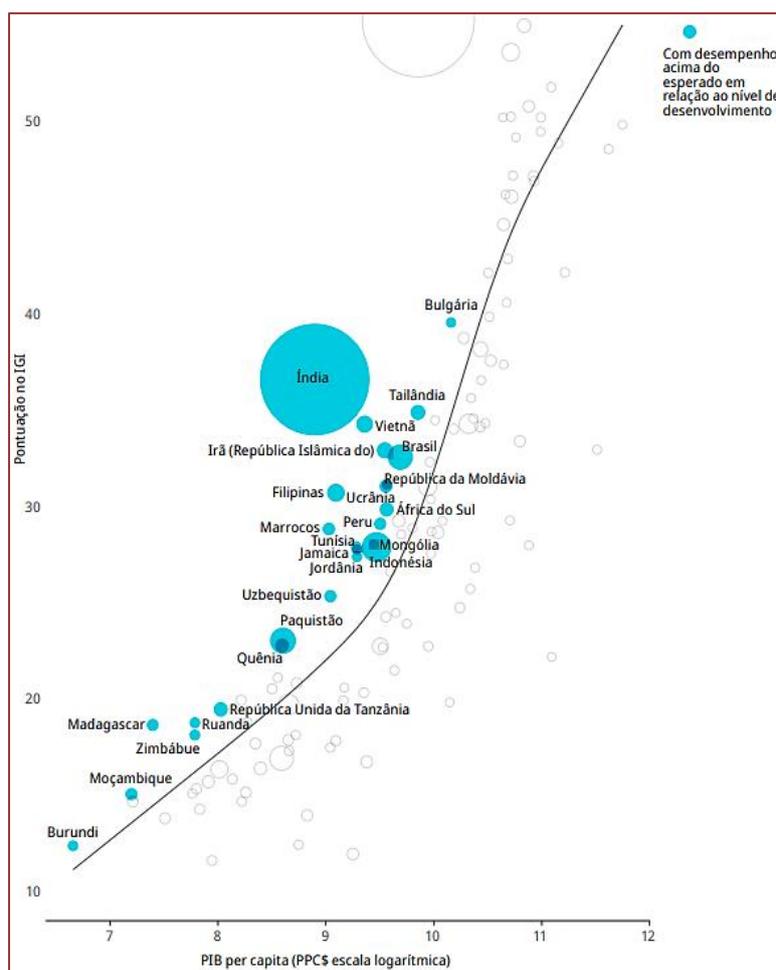
No gráfico 1, observamos que a participação das empresas na inovação do país nos períodos mostrados era de aproximadamente 30%, com um crescimento de 1,8% de um período em relação ao outro.

Isso nos leva a analisar a sociedade e a economia internacional, no mesmo sentido. O Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil (2002), em seu livro Branco, afirma que as nações mais bem-sucedidas são as que investem, de forma sistemática, em Ciência e Tecnologia e são capazes de transformar os frutos desses esforços em inovações.

Como também, o mesmo livro destaca, através da definição de objetivos, a necessidade de otimizar as relações entre a ciência, a tecnologia e a inovação. Ou seja, busca unir a ciência e a tecnologia para trazer a inovação para o país, e assim contribuir com a melhoria da qualidade de vida da população; o avanço sustentado da competitividade do aparato produtivo; a redução de desequilíbrios sociais e regionais.

Essas informações nos levam a observação do gráfico 02, o Índice Global de Inovação (IGI) 2022, de forma mais precisa a relação positiva entre Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) e a inovação, ou seja, a transformação dos conhecimentos científicos e tecnológicos em Tecnologia.

**Gráfico 2 - A positiva relação entre inovação e desenvolvimento**



Fonte: Elaborada por WIPO (2022), com base nos dados do Índice Global de Inovação, OMPI, 2022.

No gráfico 2, vemos que o desempenho do Brasil foi melhor que o esperado. Mas podemos ainda analisar as classificações gerais por pilares, conforme no gráfico a seguir:

**Tabela 1** - Mapa de calor: Classificações gerais e por pilar no IGI 2022

País/Economia	IGI geral	Instituições	Capital humano e pesquisa	Infraestruturas	Sofisticação do mercado	Sofisticação empresarial	Produtos de conhecimento e tecnologia	Produtos criativos
Suíça	1	2	4	4	8	7	1	1
Estados Unidos da América	2	13	9	19	1	3	3	12
Suécia	3	19	3	1	13	1	2	8
Reino Unido	4	24	6	8	5	22	8	3
Países Baixos	5	4	14	14	18	10	5	10
República da Coreia	6	31	1	13	21	9	10	4
Cingapura	7	1	7	11	4	2	13	21
Alemanha	8	20	2	23	14	19	9	7
Finlândia	9	11	8	3	17	5	4	18
Dinamarca	10	9	10	5	15	15	12	14
China	11	42	20	25	12	12	6	11
França	12	18	15	17	10	17	15	6
Japão	13	21	21	12	9	8	11	19
Hong Kong, China	14	10	13	6	2	27	60	5
Canadá	15	15	12	30	6	20	24	20
Israel	16	41	24	42	7	6	7	36
Áustria	17	8	11	9	38	18	19	26
Estônia	18	12	34	10	3	25	21	24
Luxemburgo	19	5	32	40	31	4	33	9
Islândia	20	14	29	22	41	14	22	13
Malta	21	28	42	27	33	16	32	2
Noruega	22	3	19	2	28	21	25	30
Irlanda	23	16	23	15	55	13	14	29
Nova Zelândia	24	7	18	21	24	31	29	22
Austrália	25	17	5	18	20	24	37	27
Bélgica	26	29	16	37	45	11	18	32
Chipre	27	36	39	28	29	23	20	17
Itália	28	58	28	26	35	33	16	16
Espanha	29	38	26	16	30	32	27	28
República Tcheca	30	43	33	20	76	28	17	37
Emirados Árabes Unidos	31	6	17	7	23	26	59	45
Portugal	32	47	22	39	42	34	35	25
Eslovênia	33	37	25	24	68	29	26	56
Hungria	34	48	37	35	67	30	23	46
Bulgária	35	67	68	34	62	40	30	23
Malásia	36	34	38	51	26	41	39	41
Türkiye	37	101	41	48	37	47	47	15
Polónia	38	65	36	43	61	38	38	38
Lituânia	39	26	44	45	32	37	48	47
Índia	40	54	43	78	19	54	34	52
Letônia	41	35	48	52	65	36	44	42
Croácia	42	77	46	31	56	46	45	39
Tailândia	43	78	71	54	27	43	43	49
Grécia	44	69	31	46	64	55	46	54
Maurício	45	22	66	70	16	96	82	31
Eslováquia	46	68	59	41	70	45	28	70
Federação Russa	47	89	27	62	48	44	51	48
Vietnã	48	51	80	71	43	50	52	35
Romênia	49	75	74	33	63	51	31	57
Chile	50	39	57	47	46	57	54	55
Arábia Saudita	51	50	30	53	22	53	65	66
Catar	52	25	56	29	47	73	69	59
Irã (República Islâmica do)	53	131	54	75	11	115	50	33
Brasil	54	102	50	65	49	35	55	51
Sérvia	55	53	52	38	83	65	42	76
República da Moldávia	56	98	62	84	58	79	49	43
Ucrânia	57	97	49	82	102	48	36	63
México	58	93	58	63	54	76	58	50
Filipinas	59	90	86	81	78	39	41	58
Montenegro	60	59	61	44	53	58	72	71
África do Sul	61	81	81	77	39	63	56	64
Kuwait	62	86	55	36	73	101	68	60
Colômbia	63	72	79	59	66	42	67	75
Uruguai	64	32	73	60	77	62	62	85
Peru	65	61	47	79	40	49	90	65
Macedônia do Norte	66	88	75	49	34	59	57	93

■ 4º quartil (melhores desempenhos, entre as 1ª e 33ª posições)    
■ 3º quartil (entre as 34ª e 66ª posições)    
■ 2º quartil (entre as 67ª e 99ª posições)    
■ 1º quartil (entre as 100ª e 132ª posições)

Fonte: Elaborada por WIPO (2022), com base nos dados do Índice Global de Inovação, OMPI, 2022.

Na Tabela 1, é possível observar que a posição do Brasil, na maioria dos pilares encontra-se no terceiro quartil (entre as 34<sup>a</sup> e 66<sup>a</sup> posições), o que o coloca na 54<sup>a</sup> posição geral, mas no que se refere às instituições há um desempenho baixo (102<sup>a</sup> posição). Desta forma, precisamos buscar entender o que nos coloca nessa posição, e como podemos trazer a inovação para nossas instituições.

Em uma análise feita em relação à competição existente no âmbito nacional e internacional pelo Livro Azul, com ênfase na necessidade do aumento de investimentos na área de CT&I, Becker *et al.* (2010), expressam:

A economia mundial atravessa há três décadas um período de intensa dinâmica tecnológica e de forte aumento da concorrência. O progresso técnico e a competição internacional passaram a demandar crescentes investimentos em C,T&I. As atividades nesse campo tornaram-se instrumentos fundamentais para o desenvolvimento, o crescimento econômico, a geração de emprego qualificado e renda, e a democratização de oportunidades.

Assim, advertem, no mesmo livro, para o investimento em CT&I alicerçado no conhecimento dos recursos naturais do País, como meio de promoção do desenvolvimento sustentável da nação e o seu fortalecimento, trazendo assim uma competitividade internacional não baseada na exploração dos recursos.

Com base no relatório da WIPO (2022) e especificado no gráfico 03, os 25 primeiros colocados no IGI 2022, são os que têm um forte e equilibrado desempenho nos sete pilares de inovação. Além disso, a WIPO afirma que os países que apresentaram desequilíbrio, mas que ficaram nos primeiros em determinadas áreas no mundo e com boa eficiência nos produtos, como é o caso do Brasil, indicam que há sistemas de inovação dinâmicos com um grande potencial de evolução.

Nesse sentido, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016|2022 (2016) apresenta a inovação como eixo central das estratégias de retomada de crescimento de países mais desenvolvidos em inovação, como Estados Unidos e China. Validando a ideia de que as políticas de ciência, tecnologia e inovação mostram-se como fatores fundamentais para o desenvolvimento econômico dos países.

Vale ressaltar ainda, que uma das mais eficazes políticas de CT&I é a que direciona ao aumento de incentivos para a comercialização da pesquisa pública - a qual inclui o repasse de conhecimento. Tal estímulo visa aumentar a receita de Institutos Públicos de Pesquisa (IPPs) e Universidades, com o intuito de produzir mais conhecimento, e repassá-lo para empresas inovadoras. Entretanto, ainda se observa uma dificuldade entre essa interação Academia e Indústria; seja ao observar o âmbito internacional, como também o nacional.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observa-se que podem ser desenvolvidos novos frameworks para a gestão das vulnerabilidades de cadeias produtivas estratégicas para o Brasil, com o objetivo de torná-las mais eficientes, ao ter ciência de suas vulnerabilidades, auxiliando assim a adotar, de forma mais rápida e contínua, ações para reduzir ou até mitigar os riscos que trazem.

Nesse sentido, Bassoto *et al.*, (2022), criaram um framework para análise da eficiência produtiva e dos riscos para propriedades leiteiras, contribuindo para os contextos econômico, político, sociocultural e financeiro que particularizam a realidade brasileira.

E ainda, Rauta *et al.*, (2017) estudaram a tecnologia da rastreabilidade na cadeia produtiva do leite e defenderam o sistema como forma de agregar valor ao produto, à indústria e ao consumidor não somente no mercado do leite. Pode-se observar que é um sistema de alto custo, mas que traz eficiência e qualidade para a cadeia produtiva. Desta forma, destaca-se a importância de incentivos e investimentos na área da CT&I para gerar eficiência em cadeias produtivas estratégicas nacionais. Como no mercado de alimentos, citado anteriormente, que tem grande importância econômica para o cenário brasileiro.

Além disso, Gadelha, Costa (2012), mostra que a sustentabilidade estrutural do sistema de saúde brasileiro remete ao padrão de desenvolvimento do País em função de como este se expressa e reproduz na saúde de sua população. Isso decorre não somente de sua dimensão social como também da econômica, uma vez que responde por parcela significativa do produto interno bruto e da criação de empregos, e exerce relevante impacto na geração de inovação e competitividade nacional.

No Brasil, os avanços observados na diminuição da pobreza e inclusão de parcela significativa da população na classe média realçaram a fragilidade da base produtiva e tecnológica em saúde. Há necessidade de se conhecerem os instrumentos aportados para o desenvolvimento de todo o complexo da saúde no País, adequá-los ou aprofundá-los.

Ainda no âmbito da saúde, Gadelha, Braga(2016), destacam que o aumento da demanda por serviços de saúde, decorrente da implantação do SUS, coincidiu com a adoção de um modelo político liberal que afastou o Estado nacional de sua função de indutor e mediador dos interesses envolvidos na produção em saúde. Por consequência, o que se verificou foi a fragilidade de uma base de conhecimento e produtiva, então incompatível com a demanda, que não se desenvolveu voltada para os interesses da saúde da população

Segundo os mesmos autores, a vulnerabilidade e a dependência estrutural brasileira para assegurar os direitos à saúde são expressas no crescimento substantivo do déficit comercial no sistema produtivo da saúde - quadruplicado em termos reais no período de 2003 a 2013, atingindo o patamar de US\$ 12 bilhões em 2013 - e na ampliação do hiato entre o potencial de pesquisa e de geração de inovação brasileiro em relação aos países desenvolvidos.

Observa-se, segundo Leão, Vasconcellos (2015), a globalização da economia como responsável pela alteração do padrão produtivo na atualidade e a formação de cadeias de produção é um fenômeno central nessa nova conjuntura. Descreve as cadeias produtivas como processos de extração, produção, transporte, distribuição, consumo e descarte de bens e serviços. E nos mostra que para o seu desenvolvimento existem investimentos governamentais, econômicos/ financeiros, por vezes em confronto direto com os interesses da proteção da saúde dos trabalhadores e ambiental. Isso porque são gerados diversos danos, riscos e vulnerabilidades sociais, ambientais, sanitárias e ocupacionais ao longo das cadeias.

Referindo-se às estruturas encarregadas pelo subsistema de transporte, referente ao sistema agroindustrial, Torrens (2020), demonstra que existem fatores claros de vulnerabilidade. Uma vez que durante, e após o cenário pandêmico provocado pelo SARS-

CoV2, diversos elementos acabaram contribuindo para aceleração e potencialização das condições de fragilização na base dos sistemas. Sendo assim, podemos analisar a importância quanto a implementação da CT&I na redução de tais vulnerabilidades, quando relacionadas ao setor produtivo, industrial e agropecuário, os quais estão diretamente relacionados ao setor econômico do Brasil; tal análise serviria de base para uma nova era de desenvolvimento no país.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável apresenta uma visão clara da importância da conexão entre desenvolvimento sustentável e inovação no Brasil. O país possui recursos naturais valiosos e está em uma posição estratégica para liderar nessa área.

Através de inovações baseadas no conhecimento da natureza, é possível gerar riqueza e combater desigualdades sociais. No entanto, para impulsionar programas estratégicos de CT&I, é necessário criar estruturas que analisem eficiências produtivas e gerenciem riscos em setores-chave.

A implementação da CT&I é fundamental para reduzir vulnerabilidades sistêmicas e promover o desenvolvimento econômico e sustentável. O Livro Azul destaca a importância da competição nacional e internacional e oferece um roteiro para o futuro do país em termos de inovação e sustentabilidade. Portanto, é essencial que o Brasil invista em políticas e estratégias que promovam a conexão entre ciência, tecnologia, inovação e desenvolvimento sustentável, a fim de garantir um futuro próspero e equilibrado para as gerações presentes e futuras.

A redução de vulnerabilidades em cadeias produtivas estratégicas é um processo contínuo que requer o envolvimento de todos os participantes da cadeia. Diante disso, podemos citar a adoção de medidas de gerenciamento de riscos como fator essencial para garantir a continuidade das operações e a segurança do abastecimento.

Desta forma, torna-se necessário promover a inovação por meio dos recursos naturais envolvendo estratégias que equilibrem o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental e que gerencie os riscos envolvidos. Para isso, sugere-se:

- Fomento a startups e empreendedorismo verde - Criar programas de apoio financeiro e técnico para startups e empreendedores que desenvolvam soluções inovadoras para o uso sustentável de recursos naturais.
- Investimento em pesquisa, desenvolvimento e Inovação - Destinar recursos significativos para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras que promovam a utilização sustentável dos recursos naturais, incluindo métodos mais eficientes de extração, processamento e reciclagem.
- Parcerias Público-Privadas - Estimular a colaboração entre setores público e privado para promover inovações que maximizem o uso eficiente de recursos naturais, compartilhando conhecimento e recursos.
- Incentivos para tecnologias de baixo risco - Oferecer incentivos financeiros e fiscais para empresas que adotem tecnologias de baixo risco ambiental, incentivando a inovação sustentável e a redução da exposição a eventos adversos.

- Educação e capacitação - Investir em programas de educação e treinamento para capacitar profissionais nas áreas de ciência, tecnologia e engenharia ambiental, incentivando o surgimento de especialistas em inovação sustentável.
- Avaliação de impacto ambiental (AIA) - Exigir a realização de AIAs abrangentes antes da implementação de projetos que envolvam a utilização de recursos naturais. Essa avaliação deve considerar os potenciais impactos ambientais, sociais e econômicos, permitindo a identificação e mitigação de riscos.
- Desenvolvimento de infraestrutura verde - Investir em projetos de infraestrutura que promovam a sustentabilidade, como sistemas de transporte público eficientes, redes de energia renovável e projetos de construção sustentável.

## REFERÊNCIAS

- [1] BASSOTO, L. C.; LOPES, M. A.; BRITO, M. J. D.; BENEDICTO, G. C. D. Eficiência produtiva e riscos para propriedades leiteiras: uma revisão integrativa. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol. 60, 2021.
- [2] BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: MCT/CGEE, 2010. 99 p.
- [3] BORGES, F. Q.; VASCONCELOS, M. R. D. **O papel do setor elétrico na redução da vulnerabilidade social. 2022**. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29327/25292>. Acesso em: 20 de set. de 2023.
- [4] BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Livro branco: Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília, 2002.
- [5] BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016/2022. Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social. **Livro branco: Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília, 2016.
- [6] CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 3., 2005, Brasília, DF. **3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: síntese das conclusões e recomendações**. Brasília: MCT/CGEE, 2006.
- [7] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa industrial de Inovação. 2003**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6513.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- [8] GADELHA, C. A. G.; BRAGA, P. S. DA C. Health and innovation: economic dynamics and Welfare State in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, sup. 32, 2016.
- [9] GADELHA, C. A. G.; COSTA, L. S. Saúde e desenvolvimento no Brasil: avanços e desafios. **Revista de Saúde Pública**, vol. 46, p. 13–20, dez. 2012.
- [10] LEÃO, L. H. D. C.; VASCONCELLOS, L. C. F. D. Cadeias produtivas e a vigilância em saúde, trabalho e ambiente. **Saúde Soc** vol. 24, n°4, p. 1232-1243, oct.-dic. 2015.
- [11] RAUTA, J., PAETZOLD, L.J., WINCK, C.A. Traceability of the dairy production chain as a competitive Advantage. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, vol.10, n° 2, p. 459-474, 2017.
- [12] SILVA, Cylon Gonçalves da; MELO, Lúcia Carvalho Pinto de (Coord.). **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira – livro verde**. Brasília: MCT/Academia Brasileira de Ciências, 2001.
- [13] SOUZA, T. O. de. **Transformação Digital e Suas Implicações na Vulnerabilidade das Organizações: Uma Revisão Sistemática da Literatura**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco, 2022.
- [14] TORRENS, J. C. S. Sistemas Agroalimentares: impactos e desafios num cenário post pandemia. **P2P e Inovação**, Rio de Janeiro, vol. 7, n°1, p. 192–211, 2020.
- [15] WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Índice Global de Inovação. 2022**. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/32/22/32229133-b943-44a1-b3da-da0ba829e256/gii\\_2022\\_pt-exsum\\_web.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/32/22/32229133-b943-44a1-b3da-da0ba829e256/gii_2022_pt-exsum_web.pdf). Acesso em: 08 nov. 2023.

# Capítulo 24

## *Desafios e perspectivas da política brasileira de ciência, tecnologia e inovação: rumo a uma lei nacional de promoção de CT&I*

*Esaul dos Santos Silva<sup>1</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>2</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>3</sup>*

*Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins<sup>4</sup>*

*Felipe Macedo<sup>5</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>6</sup>*

**Resumo:** A inovação e o desenvolvimento tecnológico são produtos da coletividade. É a interação entre vários agentes econômicos que produz o desenvolvimento tecnológico. Sendo assim, foi extremamente oportuna a iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia ao promover o debate sobre o desenvolvimento científico e tecnológico nacional. O Brasil necessita investir decisivamente nessa área de forma planejada e organizada. Ao mesmo tempo, é necessário incorporar parcela da população a este mundo moderno, garantindo a condição de cidadania e contribuindo para a formação e capacitação dos seus recursos humanos. Contudo, a dupla prioridade não pode ser vista como dicotômica, que envolve duas escolhas de governo mutuamente excludentes. Pelo contrário, a sociedade que deseja o avanço científico e tecnológico nacional é a mesma sociedade que deseja o desenvolvimento humano.

**Palavras- Chave:** Ciência e Tecnologia; Inovação.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Graduada em enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>5</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, nos últimos dez anos, uma das principais prioridades da política de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) foi melhorar a infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica no país. Isso envolveu a criação de fundos setoriais e a reformulação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) pelo governo federal, o que resultou em um aumento significativo dos investimentos em infraestrutura física, laboratórios e aquisição de equipamentos para universidades, institutos e centros de pesquisa públicos.

Esses investimentos impulsionaram projetos individuais e colaborativos envolvendo universidades, centros de pesquisa e empresas, onde os principais objetivos desse projeto incluíram a criação de um sistema com informações atualizadas sobre a infraestrutura de pesquisa nas ICTs públicas, o auxílio à comunidade científica, tecnológica e empresarial na identificação e acesso a recursos, serviços e instalações para atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o estímulo à partilha de recursos e colaboração entre grupos de pesquisa e a disponibilização de informações para gestores de políticas visando direcionar melhor os recursos públicos.

A redução de assimetrias regionais na produção e no acesso à Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) é de vital importância para o desenvolvimento territorial brasileiro. Como destacado no documento do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC, 2016), reconhecer as competências e potencialidades dos Sistemas Regionais de CT&I é um passo fundamental para a definição de estratégias que superem as disparidades observadas no país.

A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) atual coloca ênfase na consideração das diferentes escalas espaciais, desde o âmbito local até o global, promovendo a participação ativa de atores regionais de CT&I. Além disso, enfatiza a necessidade de planejar e executar ações coordenadas entre as agências de fomento estaduais e federais. É relevante notar que, apesar da relevância do tema, a análise das políticas públicas relacionadas ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) realizada no Senado em 2016 não abordou a conexão entre esses fundos e os sistemas regionais ou locais de CT&I. Isso destaca a necessidade de uma maior atenção a essa interação crucial, a fim de promover um desenvolvimento mais equitativo e sustentável em todo o território brasileiro.

O Programa de Trabalho relacionado à temática de Materiais Avançados no período de 2014-2015. Este programa concentrou-se nas chamadas KETs (Key Enabling Technologies) no contexto da liderança em tecnologias habilitadoras e industriais, especificamente nas áreas de nanotecnologias, materiais avançados, biotecnologia e manufatura e processamento avançado. Dentro desta temática, o programa identificou seis áreas prioritárias, incluindo a superação da lacuna entre pesquisa e mercado, aplicação de nanotecnologia e materiais avançados em saúde e produção de energia eficiente e com baixa emissão de carbono. Este programa também destacou a importância da cooperação internacional, citando o exemplo do governo japonês, que também priorizou a nanotecnologia e materiais avançados em suas estratégias científicas e tecnológicas. Além disso, a introdução menciona a colaboração entre países do BRICS na promoção do desenvolvimento científico e tecnológico, com ênfase em áreas específicas, como nanomateriais e materiais para energia.

A rápida evolução do cenário global de ciência, tecnologia e inovação tem desafiado o Brasil a adaptar sua estrutura legal para promover não apenas o desenvolvimento de

sua base de conhecimento, mas também a capacidade de transformar esse conhecimento em inovação tecnológica. Nesse contexto, os arranjos legais desempenham um papel fundamental na criação de um ambiente propício para o progresso científico, o avanço tecnológico e a promoção da inovação, tanto no setor público quanto no privado. A cadeia do conhecimento, que abrange desde a pesquisa fundamental até a inovação e sua aplicação no mercado, é composta por uma miríade de atores institucionais, incluindo universidades, centros de pesquisa, institutos governamentais de pesquisa e empresas.

Nesse contexto, a tese apresentada neste texto destaca a necessidade premente de desenvolver uma "Lei Nacional de Promoção de Ciência, Tecnologia e Inovação". Essa legislação visa consolidar um arcabouço legal que não apenas permita a flexibilidade na gestão de C&T, mas também estimule a formação de um sistema de sustentabilidade jurídico-institucional, fundamental para impulsionar o desenvolvimento socioeconômico sustentável do país. Os objetivos desta lei abrangente incluem acelerar a geração e qualidade do conhecimento fundamental, criar ambientes favoráveis para o desenvolvimento tecnológico em instituições de pesquisa, promover a inovação no setor privado e incentivar a colaboração entre esses setores. Os pontos-chave a serem abordados pela lei incluem a flexibilização da gestão de C&T, a mobilidade de profissionais entre instituições e setores, a eliminação de barreiras para a absorção de talento estrangeiro e a promoção da inovação tecnológica no ambiente empresarial.

A criação de uma "Lei Nacional de Promoção de Ciência, Tecnologia e Inovação" tem o potencial de estabelecer as bases para um "Sistema Nacional de Inovação", impulsionando a capacidade inventiva do país e sua competitividade em um cenário global onde a transformação de conhecimento em produtos, processos e serviços é essencial. Exemplos de legislações similares em outros países, como a Lei Francesa de Inovação e os programas dos EUA e Coreia, ilustram como estruturas legais adequadas podem estimular o desenvolvimento científico, tecnológico e inovação no setor industrial. Portanto, a construção de uma lei similar no Brasil se torna crucial para acompanhar a evolução do cenário global de C&T e promover o desenvolvimento sustentável do país.

## 2. PROCEDIMENTO

Conceituou-se "infraestrutura de pesquisa" como o conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio – equipamentos, recursos e serviços – utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de P&D. Este conceito abrange os seguintes elementos, incluindo os recursos humanos a eles associados:

- Principais equipamentos ou grupos de instrumentos utilizados em atividades de P&D;
- Instrumentos conectados permanentemente, geridos pelo operador da instalação para o benefício de todos os usuários;
- Recursos baseados em conhecimento (como coleções, arquivos e base de dados) utilizados em pesquisas científicas;
- Infraestruturas e recursos de tecnologias da informação e comunicação (como grids, redes de alto desempenho, softwares específicos e infraestruturas de comunicações);
- Qualquer outra infraestrutura de natureza singular utilizada em atividades de P&D. São exemplos de infraestruturas de pesquisa: grandes instalações de

pesquisa, laboratórios, redes integradas de instalações de P&D, plantas-piloto, biotérios, salas limpas, redes de informática de alto desempenho, bases de dados, coleções, bibliotecas especializadas, observatórios, telescópios, navios de pesquisa, reservas e estações experimentais, entre outras. A coleta de informações sistematizadas sobre as infraestruturas de pesquisa das ICTs brasileiras envolve uma série de obstáculos metodológicos relacionados à grande diversidade e heterogeneidade das infraestruturas existentes em diferentes instituições e áreas científicas e tecnológicas. Por isso, optou-se por trabalhar inicialmente com alguns tipos de infraestruturas cujas similaridades, do ponto de vista das informações relevantes a serem levantadas, permitiriam a aplicação de um único questionário padrão.

Por se tratar de pesquisar e explorar os recursos naturais brasileiros e por estas atividades serem consideradas estratégicas, o Brasil deve elaborar um planejamento para o desenvolvimento científico e tecnológico, com recursos nacionais. Portanto, trata-se, desde já, de estabelecer programas de formação de recursos humanos de alto nível e de constituição de uma infraestrutura para a pesquisa. Além da formação de recursos humanos, há necessidade de ampliar significativamente a realização de atividades tecnológicas no Brasil. O setor privado já conta com alguns incentivos para alcançar esse objetivo, como é o caso da Lei de Informática. Todavia esse incentivo por si só é insuficiente para a promoção de um programa ambicioso na área de microeletrônica no Brasil, para ampliar esse campo do conhecimento no Brasil, ainda é necessária a formação de recursos humanos qualificados e a constituição de infraestrutura científica e tecnológica específica para essa tecnologia, tais como os bancos de germoplasma. Nesse processo de formação de recursos humanos e de realização de pesquisas torna-se fundamental contar com a cooperação internacional. De outra parte, deve ser promovida maior divulgação junto à sociedade e ao meio empresarial das possibilidades de desenvolvimento e de oportunidades de negócios com o emprego da biotecnologia.

Pelo seu caráter estratégico a biotecnologia não pode ficar restrita ao conhecimento científico.

Reduzir assimetrias regionais na produção e no acesso à CTI, parte do pressuposto descrito no próprio documento no sentido de que “reconhecer competências e potencialidades dos Sistemas Regionais de CT&I é etapa fundamental para definir as linhas de ação mais adequadas para superar os contrastes observados no desenvolvimento territorial brasileiro” (MCTIC, 2016, p. 66-67).

De acordo com a atual ENCTI, o investimento em CT&I deve considerar as diferentes escalas espaciais – local, regional, nacional e global, com a participação de atores regionais de CT&I, além do planejamento e execução de ações articuladas entre as agências de fomento estaduais e federais. No documento de avaliação das políticas públicas do FNDCT do Senado (2016), não foi realizada nenhuma análise sobre a relação dos fundos com os sistemas regionais ou locais de CT&I ou tema correlato. Realizou-se uma busca no documento para palavra regional, sem nenhum resultado, e, para a palavra regionais, foi encontrada uma referência, mas que trata unicamente da competência das Comissões. Transcreve-se o único trecho encontrado no documento: “É também a Carta Magna que confere às Comissões da Câmara dos Deputados e do Senado Federal a competência de apreciar programas de obras, planos nacionais, regionais e setoriais de desenvolvimento e sobre eles emitir parecer” (Senado, 2016, p. 3).

O Entrevistado 1 destacou que deve o Governo Federal instituir o Sistema Nacional de CT&I, o SNCTI, previsto no artigo 219-B da Constituição Federal, incluído na reforma feita pela Emenda Constitucional n. 85/15, no qual deverá ser incluído o fortalecimento das políticas e programas de apoio à CT&I nos Estados. O Entrevistado 2 ressaltou a necessidade de a CONFAP, entidade que representa as Fundações de Amparo à Pesquisa dos Estados (FAPs), participar de comitês executivos que discutam as ações e programas de CT&I, além de se abrir canais de comunicação nas agências federais com as outras agências, federais e estaduais, bem como com entidades estaduais, incluindo a possibilidade de criação de Grupos de Trabalhos (GTs) temáticos para discutir e resolver problema e apontar soluções em P&D.

Programa de Trabalho 2014-2015: Neste Programa de Trabalho, a temática Materiais Avançados foi explorada no âmbito das KETs, no sub-eixo “Liderança em Tecnologias Habilitadoras e Industriais”, temática “Nanotecnologias, Materiais Avançados, Biotecnologia e Manufatura e Processamento Avançado”. Nesta temática, seis áreas/conceitos foram consideradas prioritárias: (i) Superação da lacuna entre as pesquisas em nanotecnologia e o mercado; (ii) Nanotecnologia e materiais avançados para cuidados mais eficazes em saúde; (iii) Nanotecnologia e Materiais Avançados para produção de energia com baixa emissão de carbono e maior eficiência energética; (iv) Explorar o potencial multidisciplinar das nanotecnologias e materiais avançados para impulsionar competitividade e sustentabilidade da indústria; (v) Segurança de aplicações baseadas na nanotecnologia e suporte para o desenvolvimento da regulamentação; e (vi) Abordar as necessidades de suporte à governança, padrões, modelos e estruturação da nanotecnologia, materiais avançados e fabricação e processamento avançados. Nestas seis áreas foram realizadas 40 chamadas públicas, todas com um desafio específico, escopo, impacto esperado, orçamento disponibilizado e tipo de ação (pesquisa ou inovação).

O governo federal japonês, por meio de seus ministérios temáticos, vem dedicando especial atenção às tecnologias habilitadoras, em especial, à nanotecnologia e sua interface com a área de materiais avançados, cabendo registrar que esta é uma ênfase muito semelhante dada pelo governo federal brasileiro à temática. Neste sentido, as ações japonesas visam explorar as potenciais aplicações das tecnologias habilitadoras, oportunidades e necessidades da nanotecnologia, que é uma das três áreas centrais do Instituto Nacional de Ciência dos Materiais japonês. Em adição, o 5º Plano Básico de Ciência e Tecnologia (2016-2020) do Japão, equivalente à nossa Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia, elencou nanotecnologia e materiais como uma de suas quatro áreas prioritárias, juntamente com a análise de grandes conjuntos de dados armazenados (big data), biotecnologia e inteligência artificial.

Assim como no Brasil, no Japão considera-se que as áreas de nanotecnologia e de materiais guardam estreita relação epistemológica e que elas ganham especial dimensão econômico-tecnológica quando associada à manufatura e às tecnologias de informação e comunicação. BRICS: (i) Forte cooperação internacional para promoção do desenvolvimento científico e tecnológico e a formação de recursos humanos; (ii) nanomateriais, materiais para energia, materiais magnéticos e materiais para biotecnologia e saúde como áreas prioritárias; e (iii) fomento a infraestruturas de pesquisa singulares e compartilhamento das mesmas.

A estratégia para proposição de um arcabouço legal que considere o contexto global de ciência, tecnologia e inovação, envolvendo, não só as questões de flexibilização da gestão, mas todos os arranjos legais que possam promover:

- O desenvolvimento da ciência fundamental em busca da criação e da excelência;
- O desenvolvimento tecnológico de alta relevância para a sociedade brasileira;
- A promoção da inovação nos ambientes privados e/ou público/privado. Nos tópicos anteriores foram discutidas as flexibilidades pontuais de gestão de C&T concedidos pelo poder público aos Centros de P&D e o retorno aos estados estacionários promovidos pelo poder dos sistemas de controle do Estado.

Na opinião do autor, apenas analisar a situação de cada espécime raro no cenário de C&T não tem o poder de criar as condições de formatação de sistemas/mecanismos de sustentabilidade jurídico-institucional e de flexibilidade de gestão de C&T nos diferentes ambientes. Em uma rápida visão da cadeia do conhecimento, constata-se a existência de inúmeros atores institucionais que compõem o sistema complexo de ciência, tecnologia e inovação, incluindo universidades, centros públicos e privados de P&D, institutos governamentais de pesquisa e sistemas de gestão em CT&I. As atividades de CT&I deveriam ir desde a geração do conhecimento fundamental, passando pelo desenvolvimento tecnológico até a inovação, em um processo certamente não linear, porém, resultando com a inserção do resultado da pesquisa no mercado para atender às demandas do usuário final que é o cidadão. Os grandes desafios institucionais, quanto à flexibilidade de gestão em C&T devem ser examinadas não apenas no tocante à execução da pesquisa no ambiente das universidades, centros de P&D e institutos, mas também no setor industrial com referência aos fluxos de competências do setor público para o setor privado e com o aporte de outros recursos como incentivos fiscais e não fiscais.

O desafio da flexibilidade de gestão de CT&I 'per si' não impulsiona a capacidade de inovação do país. Neste sentido, a tese que aqui se defende é a necessidade de construção de uma "Lei Nacional de Promoção de Ciência, Tecnologia e Inovação" que deveria, em hipótese, consolidar um arcabouço legal que dê condições ao país de, efetivamente, construir um modelo de desenvolvimento socioeconômico sustentável. Os objetivos de uma Lei desta natureza seriam:

- Aumentar a velocidade de geração e da qualidade do avanço do conhecimento fundamental, como base para ampliar a capacidade de invenção do país;
- Criar ambientes favoráveis para ampliar a capacidade de desenvolvimento tecnológico nas universidades, institutos de pesquisa e centros de P&D;
- Promover e incentivar a inovação tecnológica no ambiente privado. O escopo da ação desta lei seria determinado a partir de um conjunto de critérios propostos para fortalecer a capacidade nacional de gerar conhecimento e transformá-lo em inovação.

Abaixo, serão enumerados alguns pontos relevantes:

Flexibilização da gestão de C&T nas universidades, centros de pesquisa e institutos governamentais de pesquisa;

- Criar mecanismos legais de movimentação de cientistas, engenheiros, tecnólogos e gestores de C&T intra e inter-institucional, intra e interestadual (acabar com as barreiras legais que inviabilizam a movimentação de pessoal entre as instituições de ensino e pesquisa);

- Eliminar as barreiras legais que impedem a absorção, nos quadros das instituições de C&T, de estrangeiros e criar mecanismos que possam atrair especialistas estrangeiros de alta qualificação e de importância estratégica para o país;
- Eliminar as barreiras legais que impedem a extinção da isonomia e estabilidade de cientistas, engenheiros e tecnólogos dos serviços públicos federal e estadual, como forma de criar um sistema dinâmico que valoriza a competência e premia o desempenho;
- Criar mecanismos para incentivar a movimentação de cientistas, engenheiros, tecnólogos e gestores de CT&I entre os ambientes público e privado (Lei Francesa de Inovação);
- Criar mecanismos que estimulem os pesquisadores que desejem lançar-se no mundo empresarial (projeto do Senador Roberto Freire);
- Propor forma de estimular a inovação tecnológica no ambiente privado, por exemplo, através de: a) apoio público à atividade de P&D nas empresas, respeitadas as limitações impostas pela OMC; b) incentivos fiscais e não fiscais; c) encomenda de pesquisa e desenvolvimento aos centros de P&D; d) participação privada em grandes projetos mobilizadores; e) poder de compra do Estado.
- Estimular o surgimento de um parque empresarial, sobretudo à base de PME's, intensivas em conhecimento, através de apoio público às diferentes estratégias de gestão (incubadoras, pólos e parques tecnológicos) e a criação da figura do seed money para incentivar as empresas do tipo start-up. Com a proposta de criação da lei para promoção da CT&I, tem-se em perspectiva a construção de um "Sistema Nacional de Inovação" tendo como pilares a capacidade inventiva do país, consubstanciada na base de C&T, e na inovação tecnológica no ambiente privado, especialmente, em uma forte interação com os centros públicos de P&D ou de C&T.

A competitividade entre as economias nacionais depende fundamentalmente de um cenário da economia planetarização, da capacidade e velocidade de transformação de conhecimento e informação em produtos, processos e serviços que serão inseridos nos diferentes mercados. Este cenário levou vários países a construírem leis que estimulam o desenvolvimento científico, tecnológico e a inovação; alguns exemplos serão discutidos a seguir:

- A Lei Francesa de Inovação (Lei no. 99-587, de 12/07/99) estabelece as condicionantes legais da relação público-privada, além de criar mecanismos que estimulem a inovação tecnológica no ambiente universitário.
- O estímulo à inovação nos EUA, é regulamentado por legislação própria e permite que o Estado supra recursos financeiros às PME's e apoie a transferência de tecnologia com recursos não reembolsáveis através da "Small Business Administration" – SBA, que tem sob a sua guarda dois grandes programas: "Small Business Innovation Research Programme" – SBIR "Small Business Technology Transfer Programme"- STTR A Coreia promulgou, em 1967, a "Lei da Promoção de C&T" – Lei n o . 1.864 com vistas à consolidação do desenvolvimento tecnológico e à criação das infra-estruturas de C&T, assentado no modelo learning by doing. Em 1989, uma outra Lei é promulgada, a "Lei de Promoção da Pesquisa Básica"- Lei no . 4.196, que expressa a visão política de que a inovação depende essencialmente da capacidade inventiva do país, para fazer face ao novo modelo de desenvolvimento

industrial learning by research. A experiência internacional é rica e os exemplos acima citados servem apenas como ilustração para demonstrar que os países que consideram C&T como atividade estratégica constroem arcabouços legais que estimulam, de forma coordenada, o desenvolvimento científico, tecnológico e a inovação no setor industrial.

### 3. CONSIDERAÇÃO FINAL

Como o conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio utilizados pelos pesquisadores para realizar atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Exemplos de infraestruturas de pesquisa incluem grandes instalações de pesquisa, laboratórios, redes de instalações de P&D, plantas-piloto, biotérios, salas limpas, redes de informática de alto desempenho, bases de dados, coleções, bibliotecas especializadas, observatórios, telescópios, navios de pesquisa, reservas e estações experimentais, entre outras. É importante notar que a coleta de informações sobre as infraestruturas de pesquisa envolve desafios metodológicos devido à diversidade e heterogeneidade dessas infraestruturas em diferentes instituições e áreas científicas e tecnológicas. Onde sugere a aplicação de um único questionário padrão a tipos de infraestruturas semelhantes, a fim de sistematizar informações sobre esses recursos essenciais para atividades de pesquisa no Brasil.

Destaca-se a variedade de infraestruturas disponíveis, desde laboratórios e redes de informática de alto desempenho até observatórios e coleções, mostrando a diversidade de recursos necessários para apoiar a pesquisa em diversas áreas científicas e tecnológicas. Além disso, um planejamento estratégico para o desenvolvimento científico e tecnológico no país. Isso inclui a formação de recursos humanos qualificados, o estabelecimento de infraestrutura para pesquisa e o incentivo à colaboração internacional. Também ressalta que o setor privado pode desempenhar um papel fundamental nesse processo, com incentivos como a Lei de Informática. A biotecnologia é mencionada como um campo de conhecimento estratégico, e o texto destaca a necessidade de promover a divulgação dessas oportunidades e possibilidades de desenvolvimento tanto para a sociedade quanto para o meio empresarial, no geral, o texto destaca a importância da infraestrutura de pesquisa e do desenvolvimento científico e tecnológico para o Brasil, enfatizando a necessidade de planejamento, formação de recursos humanos, colaboração e conscientização sobre o potencial da pesquisa e inovação no país.

A importância de superar a lacuna entre a pesquisa em nanotecnologia e sua aplicação no mercado, bem como o papel crucial dessas tecnologias em cuidados de saúde, produção de energia limpa e sustentabilidade industrial. Além disso, destaca a necessidade de regulamentação e governança para garantir a segurança das aplicações baseadas na nanotecnologia. É notável que o governo federal japonês compartilhe uma abordagem semelhante, priorizando nanotecnologia e materiais avançados em seu 5º Plano Básico de Ciência e Tecnologia. Isso demonstra uma consciência global da importância dessas áreas para o avanço econômico e tecnológico.

A cooperação internacional, especialmente entre os países do BRICS, é destacada como um meio para promover o desenvolvimento científico e tecnológico, impulsionando áreas-chave como nanomateriais, energia, materiais magnéticos e biotecnologia. O fomento a infraestruturas de pesquisa e compartilhamento de recursos destaca o compromisso com a colaboração global. No geral, esses esforços ressaltam a necessidade

de investimento contínuo e colaboração no campo dos Materiais Avançados e da nanotecnologia para enfrentar os desafios globais e impulsionar o progresso econômico e tecnológico em todo o mundo.

Após a exploração dos complexos desafios relacionados à gestão flexível de Ciência, Tecnologia e Inovação (C&T) no contexto brasileiro, bem como a apresentação da proposta de uma "Lei Nacional de Promoção de Ciência, Tecnologia e Inovação", é evidente que a construção de um arcabouço legal abrangente é fundamental para impulsionar o desenvolvimento socioeconômico sustentável do país. O Brasil está diante de um cenário global dinâmico, onde a capacidade de geração de conhecimento e sua transformação em inovação desempenham um papel crucial na competitividade econômica. A tese aqui apresentada destaca que a mera flexibilidade na gestão de C&T não é suficiente para fomentar a inovação e o avanço tecnológico.

Uma abordagem mais holística e coordenada é necessária, abrangendo não apenas instituições de pesquisa, mas também a interação entre os setores público e privado. A "Lei Nacional de Promoção de Ciência, Tecnologia e Inovação" proposta visa criar um ambiente que acelere a geração de conhecimento fundamental, estimule o desenvolvimento tecnológico, promova a inovação no setor privado e facilite a mobilidade de profissionais e especialistas nacionais e estrangeiros. Essa legislação tem o potencial de estabelecer as bases para um "Sistema Nacional de Inovação", onde a competência e o desempenho são valorizados e recompensados, independentemente de barreiras legais. Ao observar experiências internacionais, como as leis de inovação da França, os programas dos EUA e a abordagem da Coreia do Sul, fica claro que os países que reconhecem a C&T como atividade estratégica construíram estruturas legais que incentivam o desenvolvimento científico, tecnológico e a inovação de forma coordenada e eficaz.

Em resumo, a construção dessa lei é crucial para capacitar o Brasil a enfrentar os desafios do século XXI, impulsionando a capacidade inventiva do país e sua inserção competitiva no cenário global de C&T. Ao promover o avanço da ciência, o desenvolvimento tecnológico e a inovação, o país poderá não apenas acompanhar, mas também liderar as transformações que moldarão o futuro socioeconômico. Portanto, a proposta de uma "Lei Nacional de Promoção de Ciência, Tecnologia e Inovação" representa um passo essencial em direção a um Brasil mais inovador, competitivo e sustentável.

## REFERÊNCIA

- [1] BELLUCCI, Felipe Silva. **Políticas públicas na área de materiais avançados, principais características e tendências: sugestões à política de CT&I brasileira (2019)**. Disponível em: [repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3862/1/Felipe%20Bellucci%20%20Vers%c3%a3o%20Final%20TCC.pdf](https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3862/1/Felipe%20Bellucci%20%20Vers%c3%a3o%20Final%20TCC.pdf). Acesso em: 30 de novembro de 2023.
- [2] CALDAS, Ruy de Araújo. A construção de um modelo de arcabouço legal para ciência, tecnologia e inovação. **Parcerias Estratégicas**, vol. 11, nº6, p. 5-27, 2001.
- [3] LONGO, W. P. **Incentivos de Natureza Fiscal e Não Fiscal para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico visando a Inovação em Bens e Serviços**, vol I e II. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2000. 15 e 30 p.
- [4] MURARO, Leopoldo Gomes; CASTRO-LUCAS, Cristina. Os Desafios da estratégia nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação–ENCTI 2016/2022: Federalismo e Política Pública de CT&I no Brasil. **Revista de Empreendedorismo, Negócios e Inovação**, vol.6, nº1, p. 04-30, 2021.

[5] RIBEIRO, Púlio Vieira Valadares; DE NEGRI, Fernanda. **Infraestrutura de Pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI**. Disponível em: <[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5367/1/Radar\\_n24\\_Infraestrutura.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5367/1/Radar_n24_Infraestrutura.pdf)>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.

[6] STAUB, Eugênio. **Desafios estratégicos em ciência, tecnologia e inovação**. Parcerias Estratégicas vol.6, n°13, p. 5-22, 2001. Disponível em: [iedi.org.br/admin\\_ori/pdf/desafios.pdf](http://iedi.org.br/admin_ori/pdf/desafios.pdf). Acesso em: 30 de novembro de 2023.

# Capítulo 25

## *Desafios e perspectivas do Programa Espacial Brasileiro: avanços, limitações e oportunidades*

*Caio Matheus Cabral Alves<sup>1</sup>*

*Jessica Caroline Macedo Teixeira Martins<sup>2</sup>*

*Orivaldo Vieira de Santana Junior<sup>3</sup>*

*José Henrique Fernandez<sup>4</sup>*

**Resumo:** Este artigo aborda o Programa Espacial Brasileiro no contexto do interesse histórico da humanidade pelo espaço destacando a emblemática corrida espacial das décadas de 1950 e 1960. Tal evento impulsionou avanços tecnológicos e motivou nações ao redor do mundo a desenvolver suas capacidades tecnológicas. O Brasil, embora tenha desenvolvido um programa espacial rapidamente, lançou seu primeiro satélite em 1993. Contudo, tem progredido significativamente nos últimos anos. Este artigo tem como objetivo analisar o Programa Espacial Brasileiro, destacando desafios, avaliando a autonomia tecnológica do país e examinando os mecanismos adotados pela Agência Espacial Brasileira (AEB) para superar obstáculos. A pesquisa utilizará revisões bibliográficas, avaliação do impacto econômico e social das tecnologias espaciais desenvolvidas no Brasil. A relevância desse estudo reside na crescente importância da exploração espacial global e o potencial do Brasil, com sua vastidão territorial e recursos naturais, para maximizar os benefícios dessa exploração e fortalecer sua posição nesse cenário.

**Palavras-chave:** Programa Espacial Brasileiro; Autonomia Tecnológica; Exploração Espacial; Desafios Espaciais; Recursos Naturais.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Graduada em enfermagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Doutor e Mestre em Ciência da Computação pelo CIN/UFPE, Bacharel em Ciência da Computação pelo DCC/UFBA. Docente da Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN

<sup>4</sup> Doutor e Mestre em Geofísica Espacial pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

O espaço e suas características intrigantes entendem que um desejo antigo da humanidade, podemos ver claramente esse interesse histórico em diversos pontos, mas vamos destacar a corrida espacial como um dos mais importantes que vem desde as décadas de 1950 e 1960, onde conseguimos quebrar diversas barreiras tecnológicas com a colaboração intensa de diversos cientistas com o objetivo de realizar a primeira viagem à Lua com a missão Apollo 11 em 1969.

Estados Unidos e a União Soviética foram pioneiros nessa empreitada e motivaram diversas nações a expandirem suas bases tecnológicas. O Brasil não foi uma exceção, apesar de ser o terceiro país a ter um programa espacial, o lançamento do primeiro satélite só aconteceu no ano de 1993. No entanto, o Brasil progrediu bastante em seu Programa Espacial nos últimos anos, mas os desafios persistem em fortalecer a autonomia e as capacidades tecnológicas nacionais no desenvolvimento espacial brasileiro.

O objetivo principal deste artigo foi analisar Programa Espacial Brasileiro, fornecendo um panorama global do assunto e esclarecendo os principais desafios, além disso verificar a autonomia do país com relação às capacidades tecnológicas para o avanço do programa e os mecanismos empregados pela Agência Espacial Brasileira (AEB) que podem ser empregados para superar adversidades.

O Brasil possui uma longa e rica trajetória na área espacial, que remonta aos anos 1960, quando iniciou suas atividades de pesquisa e desenvolvimento em foguetes, satélites e lançadores. Ao longo das décadas, o país consolidou sua presença no cenário internacional, participando de importantes projetos de cooperação com outras nações, como os satélites SCD-1 e SCD-2, lançados em parceria com os Estados Unidos, e os satélites CBERS, desenvolvidos em conjunto com a China. O Brasil também possui um patrimônio estratégico de grande valor, que é o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), localizado no estado do Maranhão, considerado um dos melhores locais do mundo para o lançamento de veículos espaciais, devido à sua proximidade com a linha do Equador.

No entanto, o Brasil ainda enfrenta diversos desafios para ampliar sua autonomia e suas capacidades tecnológicas no desenvolvimento do programa espacial brasileiro, que é considerado um setor estratégico para o fortalecimento da soberania, do crescimento econômico e do desenvolvimento social do país. Entre esses desafios, destacam-se a necessidade de aumentar os investimentos em ciência, tecnologia e inovação, de formar e capacitar recursos humanos qualificados, de modernizar e integrar a infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, de estimular a inovação nas empresas e na indústria nacional, de promover a articulação entre os atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, de alinhar os objetivos institucionais com as políticas públicas do setor espacial e de participar de programas e projetos estratégicos nacionais e internacionais.

Nesse sentido, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) estabeleceu, por meio da Portaria MCTI nº 6.998, de 10 de maio de 2023, as diretrizes para a elaboração da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o período de 2023 a 2030, que deverão orientar a atuação institucional dos órgãos e unidades que integram a estrutura do MCTI, entre eles, a Agência Espacial Brasileira (AEB), que tem como missão colocar em prática a política espacial brasileira. Uma das diretrizes é a ampliação da autonomia e das capacidades tecnológicas nacionais no desenvolvimento do programa espacial brasileiro, que faz parte do eixo de ciência, tecnologia e inovação para programas e projetos estratégicos nacionais.

Para cumprir essa diretriz, a AEB divulgou, em dezembro de 2022, o seu Plano Estratégico para o período de 2023 a 2026, que tem como propósito fornecer uma estrutura para alinhar os objetivos institucionais com as políticas públicas do setor espacial, a fim de garantir que a tecnologia, os processos de trabalho, a inovação, a sua infraestrutura e, principalmente, os seus profissionais sejam o elo integrador que possibilite à AEB coordenar, de maneira eficiente e eficaz, o Programa Espacial Brasileiro (PEB). O Plano Estratégico da AEB encontra organizado em quatro eixos: I - Desenvolvimento de Satélites; II - Desenvolvimento de Veículos Lançadores; III - Desenvolvimento de Infraestrutura de Lançamento; e IV - Desenvolvimento de Aplicações Espaciais.

Dentre os principais projetos previstos no Plano Estratégico da AEB, destacam-se: o desenvolvimento e o lançamento dos satélites Amazônia-1, Amazônia-2, CBERS-5, CBERS-6, FloripaSat-2, ITASAT-2, Lattes-1, entre outros; o desenvolvimento e o lançamento do Veículo Lançador de Microsatélites (VLM-1) e do Veículo Lançador de Satélites (VLS-1); a modernização e a operacionalização do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI); e o desenvolvimento de aplicações espaciais nas áreas de telecomunicações, meteorologia, sensoriamento remoto, navegação, defesa, entre outras.

Com esses projetos, o Brasil espera ampliar sua autonomia e suas capacidades tecnológicas no desenvolvimento do programa espacial brasileiro, bem como gerar benefícios para a sociedade, como a melhoria dos serviços públicos, a geração de emprego e renda, a preservação do meio ambiente, a promoção da educação e da cultura, a integração nacional e a cooperação internacional. O Brasil também espera contribuir para o avanço do conhecimento científico e tecnológico na área espacial, bem como para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).

No intuito de atingir os objetivos e expor dados de maneira clara e objetiva, este estudo utilizará pesquisas bibliográficas, análise de periódicos com foco em exploração espacial e análise dos resultados econômicos ou sociais resultantes das tecnologias espaciais utilizadas para uso da população em geral desenvolvidas no Brasil.

A relevância desse estudo é evidenciada pelo destaque global que esse tema vem ganhando nos últimos anos, a exploração espacial está se fortalecendo, um exemplo disso é o lançamento do telescópio espacial James Webb 25 de dezembro de 2021. O Brasil, possui um território extenso que possui diversos recursos naturais, com potencial elevado para ser aproveitado em inúmeras aplicações espaciais, além disso o país dispõe de instituições acadêmicas estimadas que podem fornecer recursos humanos e estrutura para desenvolver parcerias. Essa pesquisa tem o intuito de entender como o país pode melhorar sua posição nesse contexto e maximizar os benefícios resultantes da exploração espacial.

## **2. METODOLOGIA**

O artigo terá uma abordagem qualitativa e exploratória, buscando compreender o contexto histórico, político, econômico e social do programa espacial brasileiro, bem como os desafios e as oportunidades para o seu desenvolvimento.

A pesquisa foi realizada por meio de revisão bibliográfica e documental, utilizando fontes primárias e secundárias, tais como livros, artigos científicos, relatórios, leis, decretos, planos, programas e projetos relacionados ao tema.

A análise dos dados será feita por meio de categorização e interpretação, identificando os principais atores, fatores, processos e resultados do programa espacial brasileiro, bem como as suas implicações para a autonomia e as capacidades tecnológicas nacionais.

As organizações públicas, privadas e internacionais envolvidas no programa espacial brasileiro, tais como a Agência Espacial Brasileira (AEB), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), a Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER), a Visiona Tecnologia Espacial, a Agência Espacial Europeia (ESA), a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos Estados Unidos (NASA), a Agência Espacial Federal da Rússia (ROSCOSMOS), a Agência Espacial Canadense (CSA), a Agência Espacial Japonesa (JAXA), a Agência Espacial Chinesa (CNSA), entre outras.

Os programas de incentivo e desenvolvimento de projetos educacionais para o programa espacial brasileiro, tais como o Programa AEB Escola, que visa estimular o interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia espacial, o Programa de Educação Tutorial, que apoia grupos de estudantes de graduação em atividades de ensino, pesquisa e extensão, o Programa de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica, que fomenta a participação de estudantes de graduação em projetos de pesquisa, o Programa de Bolsas de Mestrado e Doutorado, que financia a formação de recursos humanos qualificados na área espacial, o Programa de Bolsas de Pós Doutorado, que promove a inserção de pesquisadores em instituições de excelência na área espacial, o Programa de Bolsas de Estudos no Exterior, que possibilita a realização de cursos de graduação, pós-graduação e estágios em instituições estrangeiras de renome na área espacial, o Programa de Extensão Universitária, que incentiva a interação entre a universidade e a sociedade por meio de projetos de extensão, entre outros.

O artigo utilizará esses programas como fonte de dados, apresentando exemplos de projetos educacionais realizados ou em andamento no âmbito do programa espacial brasileiro, bem como os seus resultados e impactos para a formação e capacitação de recursos humanos na área espacial.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados dos avanços tecnológicos da exploração espacial geram diversos impactos positivos na sociedade principalmente no monitoramento por satélite no intuito de analisar o desmatamento sendo importante monitorar o agravamento da situação ou até mesmo a conservação ambiental. Porém seu uso não está limitado também é utilizado em gestão agrícola, navegação e comunicação podendo beneficiar uma grande variedade de setores.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto brasileiro podemos constatar que embora o programa espacial brasileiro promova grandes avanços tecnológicos o país esbarra em uma dificuldade comum em diversas áreas a falta de investimento necessário para o desenvolvimento expressivo do programa espacial, o orçamento da AEB caiu de R\$ 50.246.475,19 em 2021 para R\$ 25.826.567,76 em 2022 uma redução de aproximadamente 50%, vale salientar que apesar deste grave problema.

No entanto, o Brasil demonstrou resiliência e criatividade ao superar essas adversidades seguindo com avanços devido em grande parte da qualidade expressiva dos recursos humanos disponíveis no país.

#### REFERENCIAS

- [1] BARBOSA, M. F. **Parcerias internacionais no Programa Espacial Brasileiro: Desafios e oportunidades**. São Paulo: Editora Espaço Global, 2012.
- [2] FURTADO, J. F. **A autonomia tecnológica no Programa Espacial Brasileiro**. São Paulo: Editora Brasília, 2020.
- [3] FERNANDES, L. S. **Exploração espacial no Brasil: Desafios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora Astronáutica, 2019.
- [4] LIMA, S. P. **Desenvolvimento de satélites e aplicações espaciais no Brasil**. Brasília: Editora Espaço Aberto, 2014.
- [5] PIRES, R. M. **Política espacial e autonomia tecnológica no Brasil**. Brasília: Editora Espaço Estratégico, 2011.
- [6] SANTOS, R. C. **Política espacial brasileira: Um panorama histórico**. São Paulo: Editora Espaço e Sociedade, 2017.
- [7] SILVA, A. M. **O impacto do Programa Espacial Brasileiro no desenvolvimento tecnológico nacional**. Brasília: Editora Espaço Brasil, 2018.

# Capítulo 26

## *Tecnologias aeroespaciais: um estudo tecnológico e de mercado*

*Arthur Kewen Ferreira Agapito<sup>1</sup>*

*Elias Reis dos Anjos<sup>2</sup>*

*Guilherme da Silva Cruz<sup>3</sup>*

*Artur Silva Santos<sup>4</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>5</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>6</sup>*

*Thiago Bruno Lopes da Silva<sup>7</sup>*

*Carlos Alexandre Camargo de Abreu<sup>8</sup>*

**Resumo:** As inovações e avanços neste setor têm um impacto significativo em várias áreas, como transporte, comunicação, ciência e segurança. Isso inclui o desenvolvimento de aeronaves, satélites de comunicação e exploração espacial. Nesse artigo, foi realizada uma exposição das principais tecnologias e áreas de atuação do setor, dando destaque da importância que os satélites e em especial os microssatélites têm na sua aplicação direta no monitoramento, mapeamento e sensoriamento na agricultura.

**Palavras-Chaves:** Aeroespacial; Brasil; Economia; Tecnologias, Agricultura, Microssatélites, Monitoramento.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>3</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>5</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>6</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>7</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>8</sup> Doutor em Ciência e Engenharia do Petróleo pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

As tecnologias aeroespaciais são tecnologias que permitem o acesso ao espaço; confecção de aeronaves; lançamentos de satélites (comunicação, observação da terra, navegação, etc.). No mundo, a indústria aeroespacial teve um grande impacto na economia e nos benefícios sociais a partir dos lançamentos dos primeiros satélites.

Segundo uma matéria publicada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação no ano de 2020, mais de 9,5 milhões de satélites foram lançados no espaço, em média, 3 satélites foram lançados por semana. Em 1993, foi lançado o primeiro satélite desenvolvido no Brasil, o SCD-1 (Andrade, et al., 2018).

Esses satélites por sua vez, podem ser utilizados para vários fins, dentre eles, no Brasil essa tecnologia é utilizada para o monitoramento do desmatamento do cerrado brasileiro, uso específico para meios de comunicação como satélites direcionados a tvs pagas, telefonia, internet e a utilização para previsão da produção de soja a qual tornou-se dominante no agronegócio brasileiro, desempenhando um papel fundamental nas exportações e na economia do país.

Entretanto, a indústria brasileira de novas tecnologias aeroespaciais ficou restrita por falta de investimentos na área. Acompanhando o histórico social e político pela trajetória dos museus brasileiros, é possível perceber o quão complexo é o desenvolvimento aeroespacial e consequentemente o seu impacto positivo para o país.

Neste cenário a inserção de tecnologias da informação em vários setores da economia tem se mostrado o padrão da indústria 4.0, não diferente desta tendência, o setor agropecuário brasileiro tem-se demonstrado um captador de recursos e produtos provenientes da indústria aeroespacial no que tange à utilização de imagens e dados climáticos obtidos por satélites. Tal reformulação no setor corrobora com a exposição de Silva (2017), em que coloca que o uso de imagens da Terra se concentra em assistência e prevenção de desastres, agricultura e monitoramento de estrutura.

Segundo Silva et al, 2019, a agricultura de precisão desempenha um papel importante no aumento da produtividade de alimentos e gestão eficiente de recursos naturais. Assim a capacidade de monitorar campos agrícolas de forma precisa e em tempo real se torna um potencial fator de utilização otimizada de recursos agrícolas, aliado com a análise em tempo real de dados atmosféricos e climáticos obtidos por satélites miniaturizados promovendo um componente de maior acesso à informação no que tange à tomada de decisões de como, quando e onde plantar, irregularidades no terreno, assim como a melhora na integração entre operadores de máquinas e agricultores, estas missões de coleta de dados ambientais no agronegócio, surgiram da necessidade de inúmeras empresas e instituições obterem regularmente informações colhidas em lugares remotos.

No contexto brasileiro, o uso de microssatélites e nano satélites na agricultura promete não apenas melhorar a eficiência agrícola, mas também fortalecer a indústria aeroespacial nacional. Exemplo são os cubesats, satélites de pequeno porte com medidas padronizadas que pretendem reduzir o custo de fabricação e lançamento de um satélite, tendo em vista suas dimensões reduzidas aliado a um satisfatório funcionamento de coleta de dados atmosféricos. Cada cubesat é padronizado em unidades de 10 cm<sup>3</sup> e com 1 kg de massa, podendo exceder esse padrão até 12 U (unidade padrão), segundo Silva e colaboradores, (2019), os cubesats são projetados com componentes comerciais, ou seja, elementos com a confiabilidade reduzida e de fácil acessibilidade.

Outro estudo que corrobora essa tendência de miniaturização é de Silva (2017), que aponta que essa tendência é oriunda da necessidade de redução de custos. Satélites maiores e mais pesados requerem foguetes maiores e o custo de lançamento é mais elevado; satélites menores e mais leves podem ser lançados a bordo de veículos lançadores menores e mais baratos e, algumas vezes, podem ser lançados em conjunto”.

Além disso, Silva (2017) destaca o impacto desses avanços na indústria aeroespacial brasileira. O desenvolvimento, fabricação e lançamento de micro e nano satélites têm impulsionado a capacidade do Brasil de competir globalmente na área de tecnologia espacial. À medida que o mercado de satélites de pequeno porte cresce, novas oportunidades de pesquisa e desenvolvimento surgem, estimulando a inovação e a criação de empregos especializados.

Em síntese, a utilização de micro e nano satélites na agricultura, representa um marco significativo na interseção entre a agricultura de precisão e a tecnologia espacial. Essa convergência está gerando benefícios tangíveis para o setor agrícola, ao mesmo tempo em que fortalece a indústria aeroespacial do Brasil. Ainda segundo Silva (2017), a pesquisa e o desenvolvimento contínuos nessa área têm o potencial de transformar positivamente a agricultura brasileira e posicionar o país como um player importante no cenário global da tecnologia espacial.

Atualmente a utilização de cubsats na agricultura se baseia no monitoramento e controle de criações e plantações, contaminação do solo e irrigação, que segundo Silva et al (2019) promove um componente de maior acesso à informação, no que tange à tomada de decisões como quando e onde plantar, irregularidades no terreno, assim como a melhora na integração entre operadores de máquinas e agricultores.

O setor industrial de satélites é um setor de alta tecnologia com elevado potencial de geração de novas soluções tecnológicas e desenvolvimento econômico para um país ou região. As pesquisas na área, assim como o desenvolvimento de empresas podem gerar resultados com impactos de longo prazo em uma economia ao gerar setores industriais de alta complexidade econômica e com mão de obra qualificada.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste trabalho será realizada uma análise do setor de satélites observando quais são os países que dominam o desenvolvimento tecnológico e o mercado mundial. Analisam-se onde estão ocorrendo o desenvolvimento de patentes, ao longo do tempo, e também quais são os países líderes em exportações nesse mercado, ou seja, que possuem o domínio aplicado da tecnologia em suas indústrias.

### **2.1. ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

Realiza-se a análise de patentes registradas a partir da pesquisa na plataforma de pesquisa patentária spacenet a partir das seguintes palavras-chave: Cubesatellites or Cubesats or Miniaturized Satellites. Obtendo um total de 5676 registros no período dos últimos 25 anos, ou seja, a partir de 1998 até o de 2023. A análise evidenciou uma concentração de patentes associadas com o setor de engenharia aeroespacial, elétrica e também do setor de tecnologias da informação.

Contudo, algumas categorias “exóticas” foram verificadas, mesmo que com baixa representatividade percentual, como as patentes relacionadas com ciências médicas e

veterinárias com 0,84% de frequência. Tal presença é explicada por uma aplicação de patentes relacionadas à identificação e medição de diferentes níveis de radiação. Algumas outras categorias “curiosas” foram identificadas, mas apresentaram frequência abaixo de 1%. Ao todo foram encontradas 18 categorias de depósito patentário. Entretanto, apenas 4 categorias concentraram cerca de 82% das patentes analisadas, como demonstra a tabela 1.

**Tabela 1.** Porcentagem das principais categorias patentárias

Principais categorias patentárias	Frequência %
H01 – Elementos elétricos	38,7
H04 – Comunicação elétrica	23,5
G01 – Mensuração e teste	11,3
B64 – Aeronave, aviação e cosmonáutica	9,3
Acumulado	82,8
Outras	17,2

**Fonte:** Elaboradas pelo autor com dados da Espacenet.

A partir da observação dos dados da tabela 1 pode-se afirmar que cerca de 60% das patentes depositadas envolvem componentes e sistemas elétricos responsáveis pelo funcionamento dos cubosatelites e seus instrumentos. Em seguida a categoria de mensuração e teste representando aproximadamente 11% das patentes, com possíveis aplicações de aparelhos de medição de variáveis físicas, que podem ser relacionados com a aplicação de acompanhamento climático, adiante observa-se que cerca de 9% das patentes relacionadas diretamente com o setor aeroespacial de construção e operação de veículos aeroespaciais e aeronáuticos.

Dentro das quatro classes principais da Tabela 1 observaram-se subclasses, que envolvem tecnologias de antenas de rádio e transmissores de ondas de rádio, assim como dispositivos semicondutores e eletrolíticos. Essas patentes envolvem tecnologias de redes de comunicação sem fio, assim como sistemas de radionavegação, como o GPS.

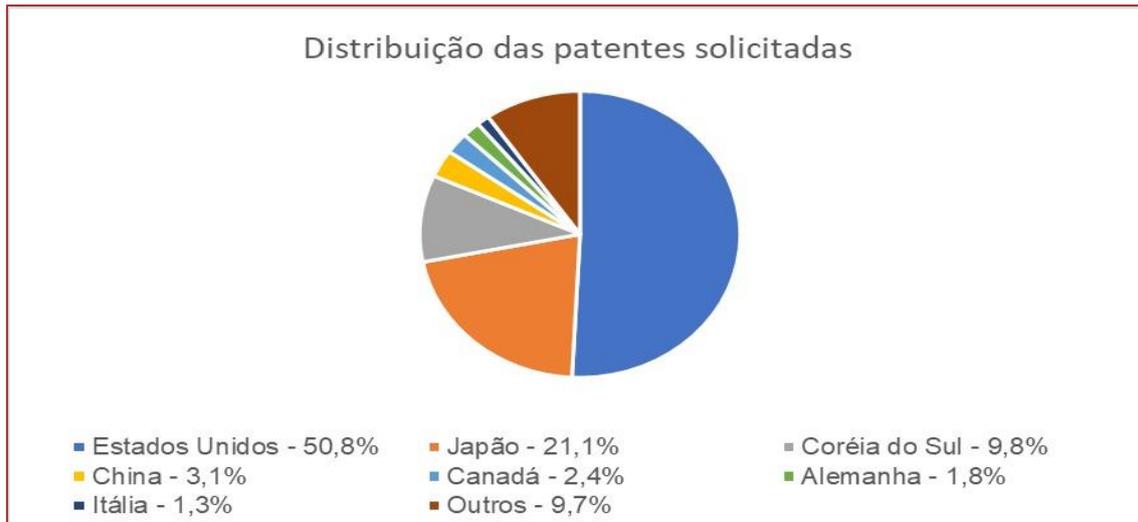
Observaram-se também subclasses que envolvem tecnologias referentes à sistemas de rádio e de sinais portadores de informação, respectivamente, assim como, que envolvem detalhes de sistemas de televisão e adaptações para redes de comunicação sem fio. Patentes associadas a tecnologias relacionadas à orientação de navegação por ondas de rádio e medição de distâncias por efeito doppler também possuem relevância.

Duas subclasses se destacam representando cerca de 90% das patentes, no caso as patentes que registram sistemas de posicionamento via satélite como “GPS”, “GLONASS” e GALILEO”. Satélites artificiais e veículos interplanetários e sistemas de navegação e rastreamento de veículos cosmonáuticos também foram alvo de desenvolvimento patentário.

Um total de 46 países foram identificados como solicitantes de patentes. Cerca de 90% das solicitações se concentram em apenas 7 países, sendo os principais players os Estados Unidos da América, Japão e Coreia do Sul. Os dados representados pela figura 1 possibilitam a compreensão da alta concentração das patentes em poucos países solicitantes, que apresentam perfis relacionados com alto desenvolvimento tecnológico em seus setores econômicos.

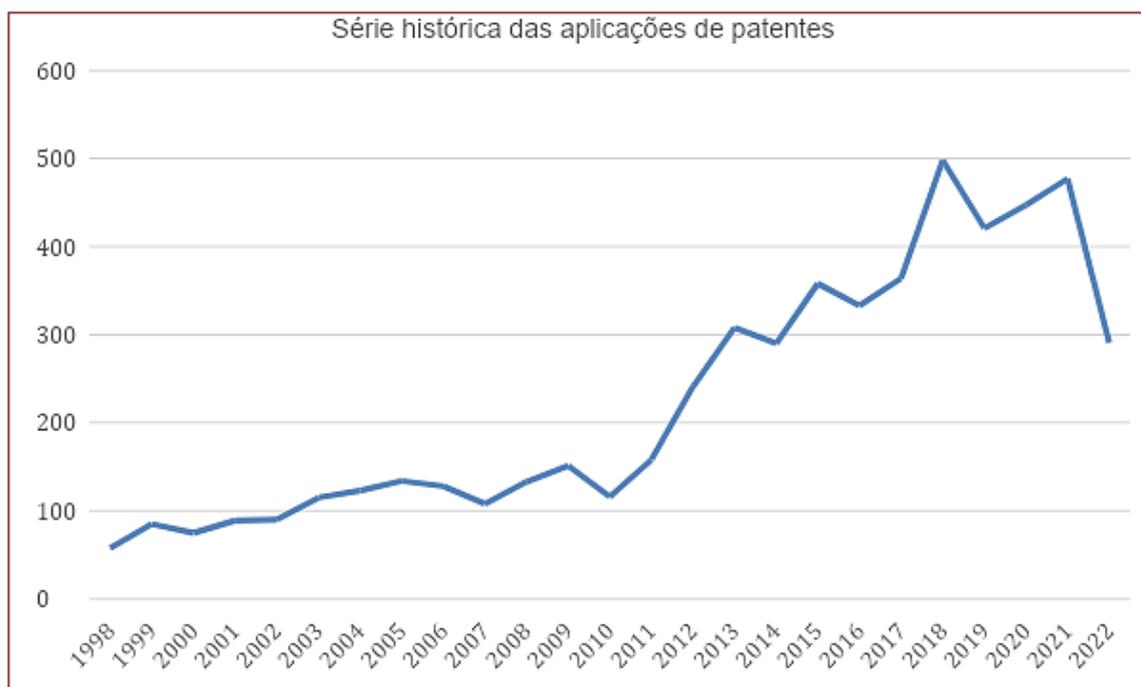
Nesta análise o Brasil se fez presente, contudo, com apenas 0,05% das patentes solicitadas, indicando uma profunda dependência tecnológica nacional neste setor, o que se caracteriza como um reflexo do perfil econômico brasileiro de ser majoritariamente exportador de commodities e de ter pesquisas aeroespaciais concentradas em institutos de pesquisa altamente especializados na questão de defesa nacional como ITA e INPE, característica mencionada por Silva (2017).

**Figura 1.** Distribuição das patentes solicitadas por países



**Fonte:** Elaborada pelo Autor (2023).

A partir da análise da figura 2 pode-se deduzir que nos primeiros 10 anos da série histórica o ritmo de aplicações patentárias crescia de forma lenta, com apenas alguns períodos de queda, em 1999, 2006 e 2009, mas que a partir de 2010 o setor apresentou um rápido crescimento, apresentando cerca de 3 vezes mais patentes aplicadas que o período anterior. Tal crescimento se manteve sólido até o ano de 2018, onde atingiu o seu ápice com 498 aplicações realizadas, sofrendo uma queda significativa em 2019 com um total de 421 aplicações, e retomando o nível de registros em 2021, contudo apresentando uma significativa e vertiginosa queda de 2021 para 2022, possivelmente em função da pandemia de Covid-19.

**Figura 2.** Série histórica patentária no período de 1998 até 2023

**Fonte:** Elaborada pelo Autor (2023).

Analisou-se as principais organizações depositantes de patentes, com organizações dos principais países dominando a tecnologia. No ranqueamento das 12 principais empresas depositantes de patentes, duas empresas se destacaram das demais, a Semiconductor Energy Lab e a Seiko Epson Corp, evidenciado na tabela 2. A maioria das patentes são do setor comercial de componentes eletrônicos e de semicondutores. Contudo a lista também contém empresas de outros setores como a Canon e a Fujifilm corp, que são empresas especializadas em lentes fotográficas. Também lançaram patentes a Daiichi Shokai, que produz peças e acessórios para veículos automotores e por fim, a Nasa, que atua em todo setor aeroespacial, principalmente na construção de veículos aeroespaciais.

**Tabela 2.** Principais empresas depositantes de patentes

Empresas	Quantidade de patentes
SEMICONDUCTOR ENERGY LAB	316
SEIKO EPSON CORP	284
SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD	167
LG ELECTRONIC INC	71
SONY CORP	70
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	60
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	59
CANON KK	55
FUJIFILM CORP	52
DAIICHI SHOKAI KK	50
NASA	34
TOSHIBA CORP	34

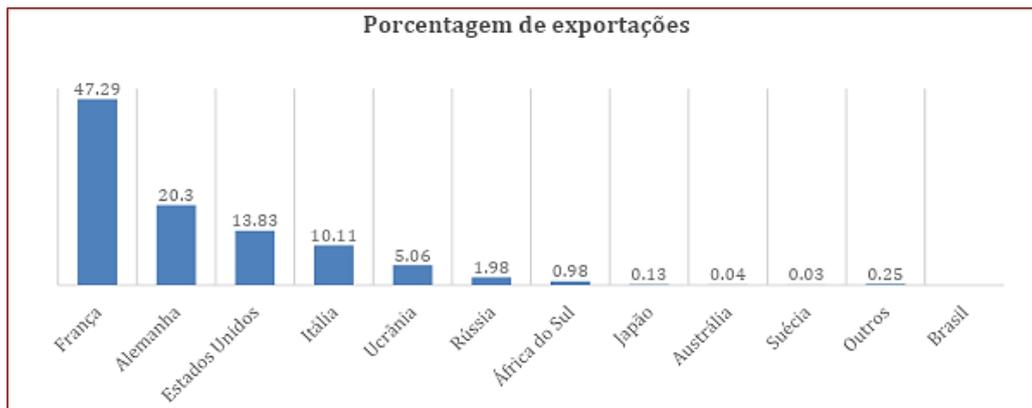
**Fonte:** Elaboradas pelo autor com dados da espacenet.

## 2.2. ANÁLISE DE EXPORTAÇÕES

O Setor de satélites foi analisado a partir das exportações observadas no “The Atlas of Economy Complexity” (2023), onde foram obtidas as exportações de países no setor econômico “Espaçonaves, Satélites e veículos de lançamento.

O recorte temporal analisado se deu a partir do ano de 2000 até o ano de 2020, com dados analisados nos anos 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. No primeiro ano da análise, foi constatada uma dominância da França no setor, seguida por Alemanha, Estados Unidos e Itália, conforme pode se observar na Figura 3.

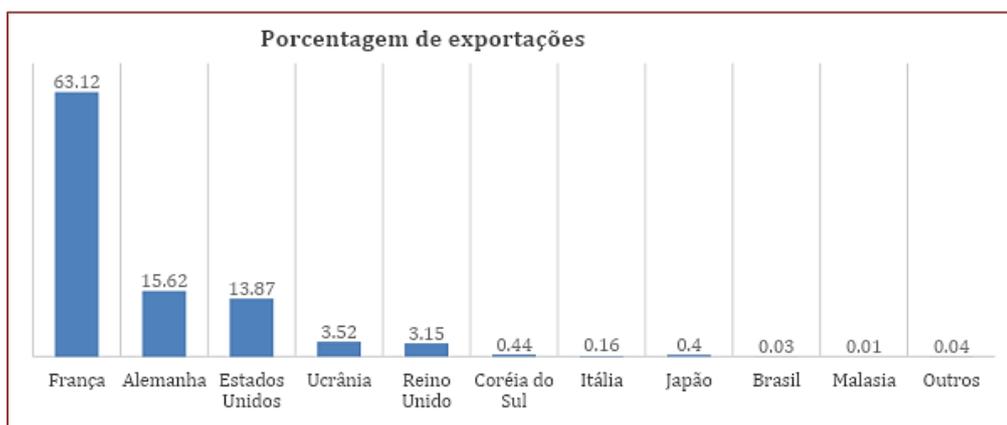
**Figura 3** - Exportações de satélites por país no ano de 2000



Fonte: Elaborada pelo Autor (2023).

Cinco anos depois, novamente, os principais países exportadores no setor de satélites foram França, Estados Unidos e Alemanha, com destaque oportuno para o Brasil como 9º maior exportador, mesmo que com apenas 0,03% das exportações. O cenário mercadológico no ano de 2005 seguiu o mesmo padrão de dominância das três principais potências até então, com a França, através de suas empresas, apresentando um maior domínio do mercado internacional, conforme a Figura 4.

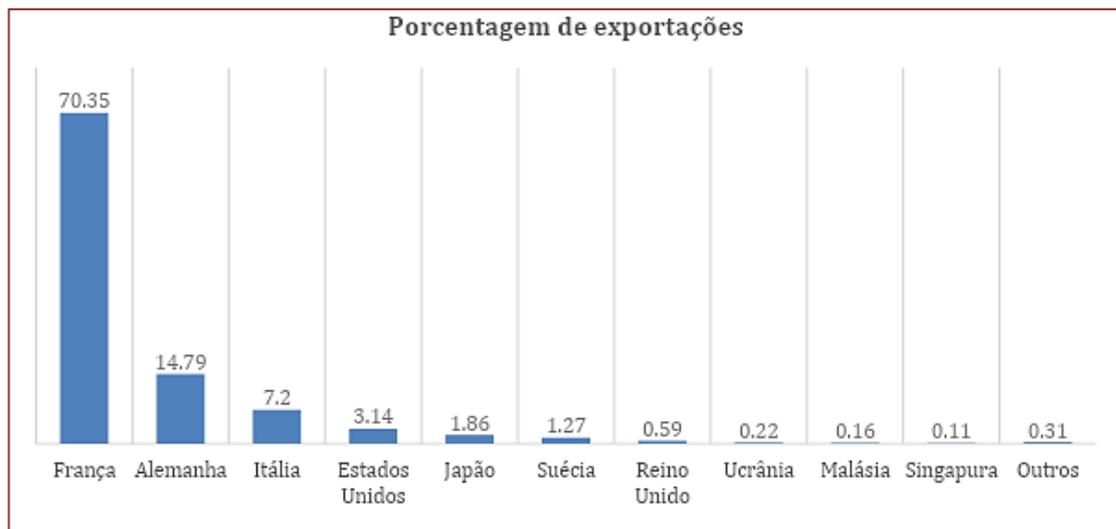
**Figura 4** - Exportações de satélites por país no ano de 2005



Fonte: Elaborada pelo Autor (2023).

No ano de 2010 o mercado se apresentou ainda mais concentrado em torno das exportações francesas, que isoladamente representou cerca de 70% do mercado global. Destaque para a Alemanha que se manteve de forma consolidada como segunda potência, e também para os Estados Unidos que apresentou queda de aproximadamente 10 pontos percentuais em comparação com o ano de 2005. O Brasil não apresentou exportações significativas nesse ano, tendo, portanto, uma atividade nula no mercado mundial de satélites.

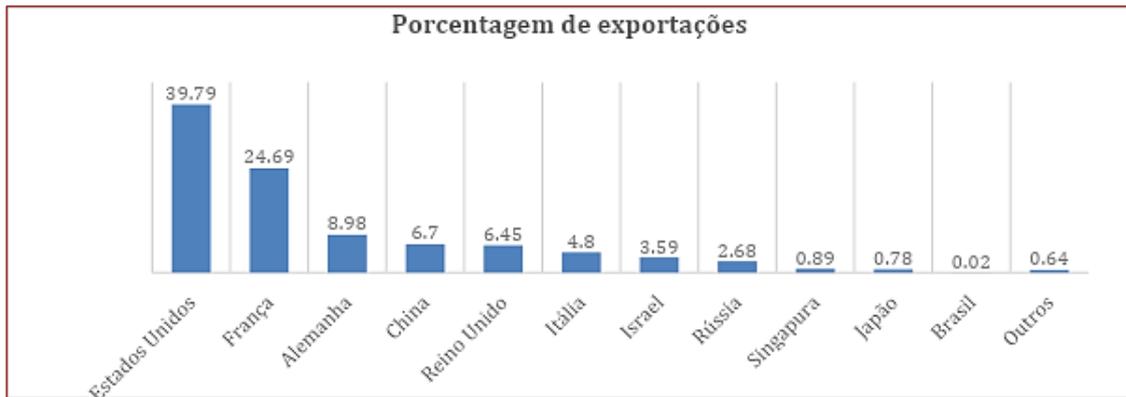
**Figura 5.** Exportações de satélites por país no ano de 2010



**Fonte:** Elaborada pelo Autor (2023).

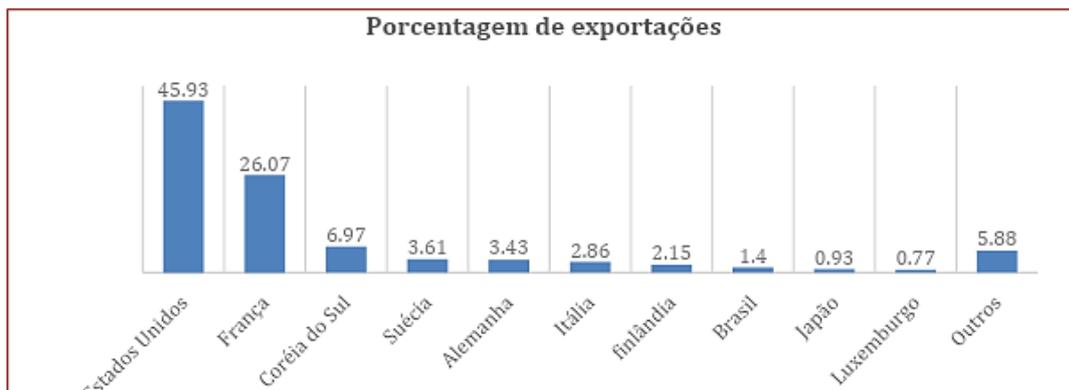
No ano de 2015 a tendência dos anos anteriores não se alterou em relação aos principais players, contudo destaca-se um importante crescimento das exportações por parte dos Estados Unidos, saltando de 3% no ano de 2010 para aproximadamente 40%, liderando pela primeira vez o mercado mundial de aeronaves e satélites.

Outro ponto de destaque é o posicionamento da China como 4º maior exportadora, iniciando uma fase de consolidação econômica no que tange à produção de produtos com significativa complexidade. Novamente o Brasil apresenta uma ínfima participação no segmento com apenas 0,02% do mercado global de satélites, como disponível na figura 6.

**Figura 6 - Exportações de satélites por país no ano de 2015**

Fonte: Elaborada pelo Autor (2023).

No ano de 2020, na figura 7, a tendência de domínio americano se confirma com uma participação de aproximadamente 45% do mercado, seguidos pela França e pela Coreia do sul. Destaque para o posicionamento do Brasil como o 8º maior exportador, com parcela de 1,4% do mercado.

**Figura 7 - Exportações de satélites por país no ano de 2020**

Fonte: Elaborada pelo Autor (2023).

### 2.3. CONTEXTO DE COMPLEXIDADE ECONÔMICA

O setor demanda investimento substancial em pesquisa e desenvolvimento, visto que a complexidade econômica está intrinsecamente ligada a esses investimentos. A inovação contínua é uma peça fundamental nesse cenário, sendo essencial para impulsionar o progresso tecnológico e manter a competitividade.

A tecnologia aeroespacial abre um fascinante cenário de inovação, onde as linhas entre laboratórios e indústria se entrelaçam, impulsionando não apenas setores específicos, mas ecoando na economia global. A constante busca por avanços nos torna um ponto de convergência com os desafios enfrentados na exploração aeroespacial, onde a eficiência é crucial.

A exploração de novos materiais, nos semicondutores, reflete uma tentativa de desbravar novos limites na eletrônica. Esse movimento ressoa nas necessidades da tecnologia aeroespacial, onde materiais leves, estão moldando o design de aeronaves para uma abordagem mais sustentável.

Assim, revela uma sinergia tecnológica e econômica, onde cada avanço nos. Uma jornada de inovação que não só impacta setores específicos, mas também desenha as linhas de um futuro em que a conexão entre ciência e economia impulsiona o progresso. A conexão entre o avanço tecnológico e o crescimento econômico em setores específicos mostra como inovações podem impulsionar não apenas empresas, mas também a economia de um país. Ao explorar a economia e tecnologia na tecnologia aeroespacial, percebemos como esses progressos são essenciais para o desenvolvimento econômico.

Na tecnologia aeroespacial, a busca por aeronaves mais eficientes não é apenas sobre voar. Significa que as viagens ficam mais rápidas, a entrega de mercadorias se torna mais eficiente e até mesmo abre portas para novos tipos de transporte. Esses avanços têm um grande impacto no setor e na economia como um todo. Quando se fala sobre a importância econômica do desenvolvimento setorial, estamos falando sobre como isso afeta a economia do país como um todo. Setores tecnológicos fortes não apenas criam empregos diretamente, mas também estimulam outros setores relacionados, gerando um ciclo positivo de crescimento econômico.

Portanto, entender essa relação entre avanços tecnológicos e desenvolvimento setorial não é apenas sobre coisas complicadas de negócios. É sobre como essas inovações ajudam as empresas a crescerem, criam oportunidades e impulsionam a economia para frente. Olhando para o futuro, podemos esperar mais avanços que não apenas mudarão a forma como as empresas operam, mas também influenciarão positivamente o panorama econômico.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento industrial baseado em tecnologias como a tecnologia aeroespacial possui uma importância significativa para a economia brasileira, trazendo consigo uma série de impactos positivos. No que se refere à tecnologia aeroespacial, o Brasil possui um cenário propício para o desenvolvimento nesse setor, onde atualmente é pouco representativo no desenvolvimento de patentes, assim como na participação no mercado internacional.

A exploração de aeronaves mais eficientes não só beneficiaria a indústria da aviação, mas também abriria portas para oportunidades em transporte e logística. Isso poderia ter impactos positivos na economia brasileira, especialmente considerando as dimensões continentais do país, onde o transporte aéreo desempenha um papel crucial na conectividade regional.

A relevância econômica do desenvolvimento setorial baseado nessas tecnologias é ainda mais acentuada quando consideramos a necessidade de diversificação da base industrial brasileira. A concentração em setores tradicionais pode ser ampliada, impulsionando não apenas a inovação tecnológica, mas também criando oportunidades para startups e empresas locais emergentes.

Além disso, o desenvolvimento industrial nessas áreas pode fortalecer as parcerias e colaborações internacionais. O Brasil, ao investir em tecnologias avançadas, pode se

posicionar como um protagonista global, atraindo investimentos estrangeiros e estabelecendo parcerias que impulsionam o desenvolvimento tecnológico e econômico de maneira sustentável.

Ao se considerar os impactos positivos para a economia brasileira do desenvolvimento industrial baseado em semicondutores e tecnologia aeroespacial, fica claro que essas inovações não são apenas aspirações distantes. São oportunidades tangíveis para diversificação econômica, criação de empregos de alta qualificação e inserção estratégica do Brasil no cenário global de tecnologia e indústria. Este é um caminho que, se percorrido de maneira estratégica, pode catalisar um futuro promissor para a economia brasileira.

## REFERÊNCIAS

- [1] Atlas of Economic Complexity. Atlas CID - Explore. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/explore>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.
- [2] DE OLIVEIRA ANDRADE, Israel *et al.* O Centro de Lançamento de Alcântara: Abertura para o mercado internacional de satélites e salvaguardas para a soberania nacional. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília, v. Texto para discussão, n. 2423, 2018.
- [3] EUROPEAN PATENT OFFICE (Alemanha). **Espacenet Patent Search**. 2022. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/patent/>. Acesso em: 22 de set. 2023.
- [4] FERREIRA DA SILVA, Cláudio. O Mercado brasileiro de micro e nano satélites. **Análise Estratégica**, Brasília, v. 7, n. 1, dez 2017. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/CEEEExAE/article/view/1382>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.
- [5] SILVA, T.I *et al.* Tecnologia de Nanosatélite para mapeamento e sensoriamento remoto na agricultura, disseminação e indústria agropecuária. *In: CONGRESS OF INDUSTRIAL MANAGEMENT AND AERONAUTICAL TECHNOLOGY*, n. 6. 2019. **Anais eletrônicos [...]** São José dos Campos - SP, 2019. Disponível em: <https://publicacao.cimatech.com.br/index.php/cimatech/article/view/175>. Acesso em: 24 de setembro de 202

# Capítulo 27

## *Projeto Cometa Nordeste: uma experiência sobre tecnociência solidária e empreendedorismo como soluções para educação inovadora*

*Elaine Cristina Farias de Oliveira<sup>1</sup>*

*Ana Keila Queiroz da Silva<sup>2</sup>*

*Francisco Belarmino de Macedo Neto<sup>3</sup>*

*Thiago Bruno Lopes da Silva<sup>4</sup>*

*Leonardo Andrade de Almeida<sup>5</sup>*

*Herculana Torres dos Santos<sup>6</sup>*

**Resumo:** Este estudo tem como objetivo apresentar O Projeto de Extensão da ECT/UFRN, "Cometa Nordeste: popularizando Astronomia e Astronáutica como ferramenta de incentivo a vocação científica nas escolas", como educação empreendedora e também Tecnociência Solidária (TS) eficaz para uma educação inovadora. Abordar-se-á a contribuição da TS para o uso de inovação tecnológica na educação realizada pelo Projeto. A fundamentação das ideias deste trabalho deu-se através de pesquisa bibliográfica, como também por observação e execução do Projeto Cometa Nordeste da Escola de Ciência e Tecnologia da UFRN. Conclui-se que o Cometa Nordeste se configura como uma TS que promove difusão de conhecimento científico em escolas de nível médio na zona metropolitana de Natal-RN, e exerce educação empreendedora para graduandos da ECT/UFRN, contribuindo para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Os equipamentos educativos se apresentam como inovação no ensino das ciências na educação básica e tem potencial empreendedor.

**Palavras-chave:** Tecnociência Solidária; Empreendedorismo; Inovação; Educação; Impressão 3D.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>2</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Pesquisador do Grupo de Negócios pelo Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Bacharel em Engenharia da Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>5</sup> Doutor e Mestre em Astrofísica pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e bacharelado em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<sup>6</sup> Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Ciência e Engenharia do Petróleo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

Nessa pesquisa, o objeto de estudo foi apresentar a Tecnociência Solidária, sua história, seus conceitos e aplicações no Brasil. A fase de estudo da aplicação das TS demonstrou estreita relação entre o uso de TS e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Os ODS têm um objetivo geral de gerar compromisso de líderes da comunidade mundial com mais atenção, recursos e, principalmente ação, para reduzir a pobreza, a fome e preservar o meio ambiente. Neste sentido, as ações desenvolvidas para alcançar os ODS são realizadas em comunidades pequenas de países em desenvolvimento onde saúde, educação, ciência e tecnologia têm recursos escassos.

O Cometa Nordeste é um projeto de extensão da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN - Polo Natal) em colaboração com a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS - Polo Feira de Santana) e o Instituto Federal da Bahia (IFBA - Polo Vitória da Conquista). Neste projeto são desenvolvidas ações de difusão e popularização de ciências principalmente relacionadas à Astronomia e Astronáutica, nos Estados da Bahia e do Rio Grande do Norte. As ações são itinerantes e englobam: palestras sobre educação e ciência, sessões de planetário, experimentos associados com eventos astronômicos, várias oficinas incluindo montagem de lunetas e foguetes. Em alusão à passagem de um cometa, o projeto visita cada escola com 1 dia de imersão científica nas áreas da Astronomia e da Astronáutica.

Objetivando o resgate e a valorização da ciência, o projeto proporciona aos estudantes a oportunidade de acesso ao conhecimento científico através de equipamentos educativos tecnológicos e inovadores, produzidos com materiais acessíveis e seguros para o ensino em sala de aula e fora dela. Esses equipamentos configuram uma variedade de materiais didáticos que contribuem para o ensino dos professores do ensino básico e representam um incentivo para a criação de práticas pedagógicas inovadoras no ensino das ciências. Além disso, a confecção desses equipamentos, seu uso e replicabilidade geram uma oportunidade empreendedora, pois o impacto promovido pela sua utilização gera uma demanda das escolas para a sua aquisição.

Popularizando a Astronomia, o Cometa Nordeste consegue desenvolver atividades que promovem 'Educação de Qualidade', 'Trabalho Decente e Crescimento Econômico', 'Redução das Desigualdades', 'Cidades e Comunidades Sustentáveis' e 'Consumo e Produção Responsáveis', os ODSs 4, 8, 10, 11 e 12 da Agenda 2030 da ONU. Alfabetização científica e inclusão social estão entre os objetivos específicos deste Projeto de Extensão.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A observação das atividades do projeto Cometa Nordeste foi realizada de junho de 2023 a fevereiro de 2024 (9 meses). Neste período os graduandos bolsistas do projeto, em parceria com professores colaboradores, estudaram, elaboraram e montaram experimentos científicos nas áreas de Astronomia e Astronáutica. Esta fase inicial foi realizada no Laboratório de Física Experimental da Escola de Ciências e Tecnologia (ECT/UFRN), aonde foram, também, elaborados equipamentos educativos para o ensino dessas ciências nas escolas. Os equipamentos foram confeccionados com materiais presentes no nosso dia a dia, materiais acessíveis, sustentáveis, e/ou de baixo custo, e até reciclados, aliados a tecnologias atuais como modelagem e impressão 3D.

Num segundo momento a observação das atividades do projeto se deu durante sua execução nas seguintes escolas: Escola Estadual em Ver. José Moacir de Oliveira (São Gonçalo do Amarante-RN), Escola Estadual Raimundo Soares (Natal-RN) e Escola Estadual João Tibúrcio (Goianinha-RN). Nelas a equipe de graduandos e professores do projeto realizaram palestras, oficinas e experimentos científicos junto aos alunos do ensino médio. Este momento possibilitou a observação da TS em ação diante de seu público-alvo. Todas as atividades do Cometa Nordeste foram registradas por vídeos curtos e fotografia jornalística.

Um terceiro momento observado foi o pós-ação nas escolas. Neste período, as bolsistas de comunicação do Projeto elaboraram matéria jornalística a ser publicada no Portal de Notícias da UFRN. Após a publicação, veículos de notícias do país (como a Folha de São Paulo/UOL, TV Assembleia RN, etc) demonstraram interesse e realizaram entrevistas e matérias com a equipe do Projeto. O que gerou divulgação das ações para um público maior que o esperado.

Além disso, num quarto momento, foi observado que Estudantes da 3ª série do ensino médio escolheram a área de Ciências e Tecnologia (C&T) no SISU 2024 e serão novos graduandos na Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN, o que mostra o objetivo maior do projeto Cometa Nordeste sendo alcançado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

"É preciso aumentar o grau de consciência para que as ações de transformação do planeta sejam voluntárias, direcionadas e eficazes" (Ribeiro, 2021). Um certo grau de consciência coletiva e, digamos, solidariedade planetária são necessárias para que um lugar, uma vivência, uma realidade sejam transformadas. Para que a Tecnociência Solidária seja eficaz, é necessário que cada ser humano em seu próprio lugar, em sua própria vivência da realidade, se veja como protagonista dessa transformação.

Com base na TS, vários projetos sociais, educacionais, de capacitação e renda estão transformando a vida de brasileiros e brasileiras que antes viviam uma história única de exclusão. Nesse caminho, cada ação de TS engloba os mesmos princípios do Desenvolvimento Sustentável, um ciclo de interdependência entre caráter social, ambiental e econômico para o crescimento das comunidades.

"Se a tecnologia cumpre satisfazer as necessidades e desejos da sociedade, deve haver uma utilização inteligente dos materiais. Isso envolve a seleção de materiais com características, custo e disponibilidade mais favoráveis, a fim de incorporá-los num projeto que seja seguro, confiável e compatível com o bem-estar de cada um." (Van Vlack, 1920).

Desde o início do século XX a tecnologia já era vista como material eficaz ao desenvolvimento humano, já no Brasil a partir de 2010, Renato Dagnino discute sobre Tecnologia Social e, nos anos seguintes, introduz o termo Tecnociência Solidária para se referir à utilização de alta tecnologia e material humano qualificado para o desenvolvimento social de comunidades pequenas de países em desenvolvimento econômico.

Em Natal-RN, os estudantes de Ciências e Tecnologia da UFRN, vem participando de capacitações tais como modelagem 3D, linguagem de computação, desenvolvimento de startups sustentáveis e de parcerias com projetos de jogos e aplicativos digitais a fim de

agregar tecnologias 4.0 e soluções sustentáveis aos seus experimentos e equipamentos educativos. Neste ínterim, as próximas ações do Projeto serão imersivas, utilizando tecnologia para levar o conhecimento das ciências às crianças e adolescentes não apenas à zona metropolitana mas também ao interior dos Estados do Rio Grande do Norte e da Bahia. Uma dessas ações está sendo desenvolvida na Escola de Ciências e Tecnologia e se trata de um planetário totalmente móvel e tecnológico que apresenta de forma realista galáxias, sistemas planetários, viagens no espaço e simulações no universo. Além disso, a equipe vem criando e melhorando seus equipamentos com a tecnologia de impressão 3D. Além disso, atualmente está em fase de estudo o desenvolvimento do seu próprio filamento sustentável para dar suporte ao uso dessa tecnologia.

O crescimento com sustentabilidade melhora o mundo, mas nem sempre essa relação é recíproca. Para que a sustentabilidade fosse introduzida na vida cotidiana em comunidades ao redor do planeta, houve um esforço de várias áreas da sociedade, incluindo Instituições Públicas, Universidades, Cientistas e Sociedade Civil. A Organização das Nações Unidas vem propondo Agendas de Desenvolvimento Sustentável buscando o compromisso de líderes da comunidade mundial para assim trazer mais atenção, recursos e, principalmente ação, para reduzir a pobreza, a fome e preservar o meio ambiente.

Atualmente no Brasil, políticas públicas, pesquisas científicas, projetos de responsabilidade social e ambiental estão oficialmente alinhados com os ODS da Agenda 2030 da ONU. Entretanto, a TS vem impulsionando os indicadores brasileiros para o alcance das metas propostas. A Fundação Banco do Brasil apoia uma rede de tecnologias sociais chamada 'Transforma'. Nessa rede, está a maior base de dados de tecnologias sociais do Brasil. De 2001 até agora, o Transforma já conseguiu certificar 676 TS, garantindo sua replicabilidade. Os 676 projetos de Tecnologia Social/Tecnociência Solidária, certificados pelo Transforma, estão espalhados por todo o território nacional brasileiro. Uma das referências da Rede para a certificação desses projetos são os 17 ODS da ONU. Cada projeto inscrito abrange quantidade e variedade diferentes das metas e se transforma no produto final de indicadores que vão apontar se o Brasil está cumprindo o compromisso com a Agenda 2030. Assim, novas tecnologias estão sendo criadas e/ou adaptadas para estas comunidades.

Contribuindo para os ODS 4, 8, 10, 11 e 12 da ONU o Cometa Nordeste tem participado ativamente desse processo de adaptação de novas tecnologias para o ensino das ciências, principalmente no que se refere a impressão 3D e jogos digitais, trazendo novos produtos criados a partir do conhecimento de professores e graduandos da UFRN e construindo uma nova experiência tecnológica e lúdica ao ensinar as ciências nas escolas públicas em sua comunidade.

**Figura 1:** Equipe do Projeto Cometa Nordeste na ECT/UFRN, Natal-RN. Nas fotos da esquerda e direita, a equipe na saída para a Ação em São Gonçalo do Amarante - RN e na foto oficial em frente da Escola de Ciências e Tecnologia da UFRN



Fonte: Autoria própria.

Nas palestras realizadas pelo Projeto, os estudantes aprendem sobre o espaço e sobre cientistas que o estudam.

O **Cosmo Cine:** é literalmente uma sessão de cinema onde os alunos assistem a um episódio da série Cosmos. Nessa série o cientista Neil de Grasse Tyson comenta vários fenômenos astrofísicos que ocorrem no Universo (Figura 2).

**Figura 2:** Cosmo Cine



Fonte: Autoria própria.

**Oficina de Expansão do Universo:** é uma oficina em que os estudantes aprendem sobre o como o universo se expande usando um balão, ar e cálculos que resultam em dados, que podem ser utilizados em um jogo digital para calcular a Expansão do Universo, ali mesmo em sala de aula (Figura 3).

**Figura 3:** Oficina de Expansão do Universo



Fonte: Autoria própria.

Os seminários experimentais trazem uma variedade de assuntos científicos com demonstrações que utilizam os equipamentos educativos produzidos pelos graduandos da UFRN/ECT:

**Fases da Lua** - Experimento que usa um equipamento, no qual se pode, praticamente, visualizar como a Lua é iluminada pelo Sol durante seu trajeto em volta da Terra. Esse equipamento consiste num produto físico em forma de maquete simples da fração do sistema Solar que compreende o Sol, a Terra e a Lua e como um acessório de ombros é vestido pelo estudante que se mantém na posição da Terra enquanto vê a Lua sendo iluminada pelo Sol. Um dos experimentos que mais chamam a atenção dos estudantes do ensino básico, o Fases da Lua causa curiosidade e animosidade entre eles, que reagem fazendo perguntas (Figura 4).

**Figura 4:** Fases da Lua



Fonte: Autoria própria.

**Trânsito Planetário** - É um experimento que reproduz o percurso de um planeta em torno de sua estrela. O que chamamos de translação. Este equipamento criado de forma exclusiva e produzido com a tecnologia de modelagem e impressão 3D, demonstra como a luz da estrela se comporta diante o movimento dos planetas em torno dessa estrela, revelando aos estudantes como astrônomos descobrem novos sistemas planetários no vasto espaço. O Trânsito Planetário é composto por uma maquete giratória motorizada que reproduz o espaço numa fração mínima, cabendo numa mesa de estudos em sala de aula. Essa maquete pode ser conectada à rede elétrica convencional que acende a luz da esfera que representa a estrela. Algumas esferas representando os planetas giram ao redor da estrela central. Em um monitor é apresentado o comportamento do brilho da estrela ao longo do tempo que chamamos de curva de luz. Nessa curva é possível notar uma diminuição do brilho na forma de "u" quando o planeta passa na linha entre o observador e a estrela. Esse tipo de assinatura na curva de luz é característico de um trânsito planetário. Um equipamento que causa um impacto considerável nos alunos de ensino básico que reagem com surpresa em compreender algo que imaginavam tão distante (Figura 5).

**Figura 5: Trânsito Planetário**



Fonte: Autoria própria.

**Planetário Móvel** - É um experimento que reproduz parte do Universo observável e também simula distâncias, trajetórias e órbitas. O Planetário (nome personalizado dado ao planetário do Cometa Nordestino) é um equipamento que projeta o céu em um domo inflável e pode-se usar programas de simulações para estudo e divulgação de Astronomia. Nesta experiência os estudantes podem compreender de forma imersiva sobre o espaço, e podem ver planetas, estrelas, galáxias e o universo através das simulações (Figura 6).

**Figura 6: Planetário Móvel.**



Fonte: Autoria própria.

**Oficina de Montagem de Foguetes** - Ação que introduz informações histórico-científicas sobre ciência aeroespacial trazendo os foguetes como o elemento central de chamamento dos estudantes para aprenderem sobre Astronáutica. Nessa oficina, depois de uma instrução sobre o assunto, os estudantes são orientados a construir foguetes de garrafas pet, material reciclado de fácil acesso. Aprendendo a construir foguetes com material encontrado facilmente no seu dia a dia, eles podem replicar a atividade tanto na escola quanto em casa e estudar brincando. O equipamento educativo desenvolvido para esta oficina é a *Base de Lançamento de foguetes*, também construída com material simples e acessível como placas de madeira e barbante. A Base de Lançamento também possui uma bomba de ar que irá se ligar ao foguete de garrafa pet para impulsioná-lo. Este equipamento promove lançamentos a distâncias e alturas diferentes, sendo versátil e garantindo experiências diversificadas para os estudantes. A utilização de várias bases, promove uma competição entre os foguetes construídos durante a Oficina. Essas competições mobilizam todos os alunos da escola, seja em 'torcidas' informais para os foguetes a serem lançados, seja em equipes de lançamento, todos participam com vibração, sendo a Oficina com muito engajamento (Figura 7).

**Figura 7:** Oficina de Foguetes



Fonte: Autoria própria.

**Oficina de Montagem de Lunetas** - Nesta ação os estudantes aprendem sobre a história da observação do céu feita pelos cientistas conhecidos, e podem “ver mais de perto” como os astrônomos descobriram os astros no espaço. A montagem de lunetas simula como Galileu Galilei construiu seu próprio equipamento, a *Luneta Astronômica*. Este equipamento revolucionou a Astronomia e é o precursor dos Telescópios. Nessa Oficina os estudantes montam sua própria luneta com materiais simples, sustentáveis e pequenas lentes, formando um aparelho rudimentar, assim como o de Galileu, mas que já é suficiente para observar astros no céu. Este Equipamento educativo promove uma experiência de imersão, trazendo praticidade e eficácia ao ensino da Astronomia (Figura 8).

**Figura 8: Oficina de Montagem de Lunetas**

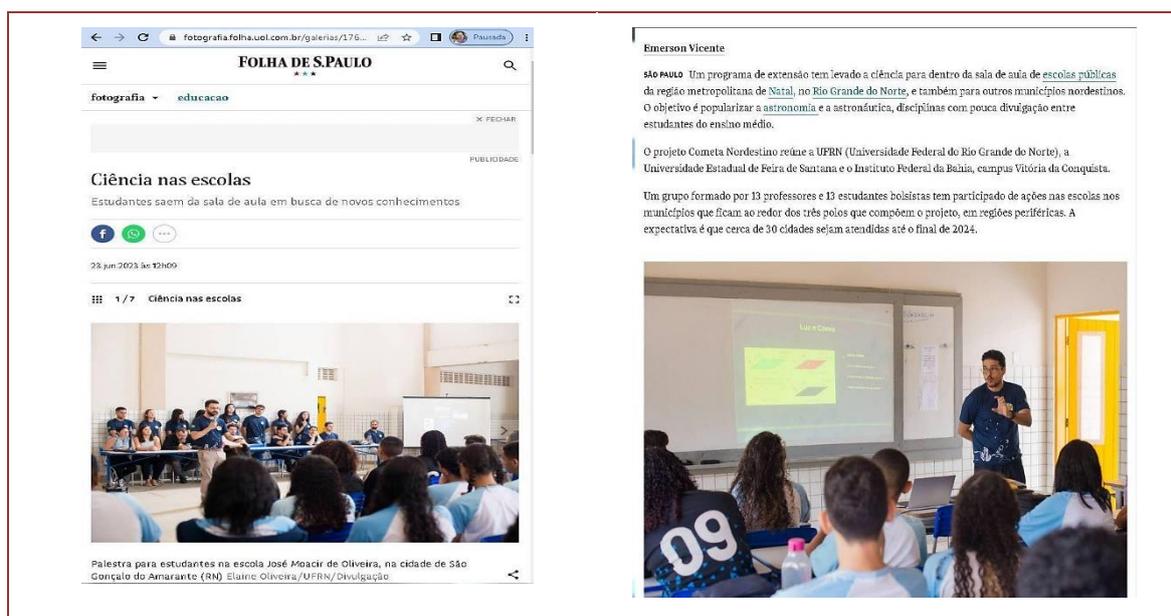
Fonte: Autoria própria.

**Oficina de Montagem de Espectrógrafo** - Aqui os estudantes podem compreender de forma simples como a luz interage com a matéria, uma vez que esta última pode absorver ou emitir radiação. Além de sua estrutura, a luz revela as propriedades da matéria. Nesta oficina um espectrógrafo caseiro é montado com materiais simples, como uma caixa escura, para que se possa enxergar como um feixe de luz difratado, gerando a dispersão dela e assim promovendo a observação em faixas de cores visíveis ao olho humano (Figura 9). A caixa escura, que podemos chamar de espectrógrafo caseiro, é um equipamento educativo lúdico o bastante para trazer simplicidade ao entendimento de uma ciência complexa que é a espectroscopia, a qual identifica a composição química de corpos astronômicos. Ter conhecimento das substâncias que constituem os astros é importante para a ciência pois também revela dados sobre nosso Planeta e sobre possibilidade de vida fora dele. Portanto, esse equipamento simples, tem um considerável potencial educativo.

**Figura 9: Oficina de Montagem de Espectrógrafo**

Fonte: Autoria própria.

Na execução dessas atividades de ensino, os graduandos de C&T utilizaram esses equipamentos educativos para demonstrar sobre a Astronômica e Astronáutica de forma eficaz e replicável. Após as ações, veículos de notícias do país, a exemplo da Folha de São Paulo/UOL, realizaram entrevistas e matérias com a equipe do Projeto (Figura 10). No início de 2024, 4 alunos de uma das Escolas atendidas pelo programa, se tornaram novos estudantes de C&T na ECT/UFRN. Conclui-se que, desde o início de sua atuação, o Projeto Cometa Nordeste tem gerado um impacto positivo na sociedade.

**Figura 10:** matéria jornalística no site da Folha de São Paulo/UOL em Junho de 2023

Fonte: UOL em Junho de 2023.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final percebe-se que Tecnociência Solidária, tecnologias 4.0 tais como a impressão 3D e o Desenvolvimento Sustentável, dão as mãos para um modelo alternativo de desenvolvimento que considere não apenas o crescimento econômico, mas que mobiliza comunidades para um crescimento tríplice, abraçando as esferas social, ambiental e econômica. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU surgem como uma forma de conseguir o compromisso das nações em apoiar com recursos e também elaborar projetos, ações e práticas que preservem nosso presente e que garantam nosso futuro através da criação e adaptação de novas tecnologias para comunidades específicas. O uso da TS para ensinar Astronomia e Astronáutica se mostrou inovador, eficaz e replicável, trazendo acessibilidade e sustentabilidade ao ensino das ciências de forma lúdica e simples contribuindo para o alcance dos ODSs: Educação de Qualidade (ODS 4), Redução das Desigualdades (ODS 10), Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11) e Consumo e Produção Responsáveis (ODS 12). Além disso, o desenvolvimento, confecção e utilização de equipamentos educativos tecnológicos, sustentáveis e lúdicos, além de eficientes, de material acessível e/ou reciclável, gera uma educação e oportunidade empreendedora para graduandos de C&T, contribuindo para o ODS 8 “Trabalho Decente e Crescimento Econômico”.

### REFERÊNCIAS

- [1] DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2014, 318 p. ISBN 978-85-7879-327-2. Disponível em: <http://books.scielo.org>.
- [2] DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social: ferramenta para construir outra sociedade**. 2ª ed. Campinas, SP: Komedi, 2010.
- [3] FUNDAÇÃO BB. **Transformar realidades por meio das tecnologias sociais**. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/sobre-nos>. Acesso em 15 de junho de 2023.

- [4] IBGE. **Indicadores brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br>. Acesso em: 15 junho 2023.
- [5] ONU BR – **NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL – ONU BR. A Agenda 2030. 2015**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 15 de junho de 2023.
- [6] RIBEIRO, Sidarta. **Sonho Manifesto: dez exercícios urgentes do otimismo apocalíptico**. São Paulo: Companhia das Letras, 2021.
- [7] VICENTE, Emerson. **Programa tenta popularizar Astronomia e Astronáutica em escolas públicas no nordeste**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2023/06/programa-tenta-popularizar-astronomia-e-astronautica-em-escolas-publicas-no-nordeste.shtml?>. Acesso em: 27 de junho de 2023.
- [8] VLACK, Van; HALL, Lawrence. **Princípios de ciência e tecnologia dos materiais**. -24<sup>a</sup> reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 1984.
- [9] YOUTUBE. **Tecnologias Sociais: Palestra com Renato Dagnino**. Disponível em: <https://www.youtube.com/live/-Ni52d3Juew?feature=share>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

# Capítulo 28

## *Do metaverso a dança com robôs - inovando com arte e tecnologia: Projeto 10 Dimensões*

*Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui<sup>1</sup>*

*Laurita Ricardo de Salles<sup>2</sup>*

*Projeto 10 Dimensões<sup>3</sup>*

**Resumo:** O Projeto 10 Dimensões caracterizou-se nos últimos anos como um projeto prático-reflexivo interdisciplinar, aliando a criação de obras de arte em Arte e Tecnologia, sua exibição e ações de mediação, integram participantes com formações diversas em torno de um projeto de extensão, integrando pesquisa, ensino e extensão. A construção do conhecimento artístico realizado estabelece uma relação com a inovação e a tecnologia, a interação com a sociedade e a prática teórico-reflexiva. A inovação surge pela necessidade de resolver questões práticas e tecnológicas a partir de desafios poéticos. O presente trabalho trata de 2 obras principais, o Metaverso e o Baile de Robôs e seus entrelaçamentos com outros projetos como o projeto Um Robô por Aluno.

**Palavras-chave:** metaverso, dança com robôs, um robô por aluno, arte, tecnologia.

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>2</sup> Doutora em Artes pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. Mestre em Artes pela Universidade de São Paulo. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Equipe Projeto 10 Dimensões 2024, UFRN: Coordenação geral: Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui. Coordenação adjunta: Laurita Ricardo de Salles, José Guilherme Santa Rosa; professor tutor de Plano de Trabalho: Rodrigo Montandon Born; GT Setorial Metaverso 2: Leo Pinheiro Leonardo, Luana de Carvalho Alves, Renam Valcácio da Silva, Riquelme Pereira Soares. GT Setorial Baile dos Robôs: Alan Dionisio Peixoto Nogueira, Eduardo Lira da Silva Filho, Filipe Dantas, Lucas de Oliveira Leal Rodrigues, Francisco Wellyson Caminha Ferreira, Rinaldo Tavares Da Silva Filho, Leonardo Meneses Pereira : divulgação e multimídia: Matheus Vinicius Lemos de Souza e Icaro Moura dos Santos.

## 1. INTRODUÇÃO

O Projeto 10 Dimensões completou dez anos de existência em 2020 como iniciativa irradiadora para o desenvolvimento artístico contemporâneo na área de Arte e tecnologia na região Nordeste e mais especificamente no estado do Rio Grande do Norte. Recupera a tradição de inventividade potiguar na área de Arte e tecnologia, pois neste estado nasceu o artista pioneiro no Brasil neste campo, Abraham Palatnik. Surgiu inicialmente como o projeto interinstitucional **10 Dimensões: Diálogos em Rede, Corpo, Arte e Tecnologia** (UFRN-UFPB-IFRN-FAPERN), proposto pelo então professor da UFRN, Fábio de Oliveira Nunes tendo sido um dos contemplados no Edital CAPES/MINC PROGRAMA PRÓ-CULTURA – 2009 com início de funcionamento em 2010. O Projeto 10 Dimensões tornou-se um Grupo Consolidado de Arte e Cultura na UFRN desde 2013 como desdobramento das ações anteriores de 2010 a 2012; hoje é coordenado pelos professores Aquiles Burlamaqui e Laurita Salles. O 10 Dimensões é um projeto prático-reflexivo interdisciplinar, aliando a criação de obras de Arte e Tecnologia. O projeto encontra-se em execução nos laboratórios LAR(Laboratório de Automação e Robótica) da Escola de Ciências e Tecnologia e o TEAM (Laboratório de Tecnologias Educacionais, Assistivas e Multimídia) do Npiti, ambos integrantes do grupo de pesquisa Natalnet da UFRN.

É um projeto apoiado pelo NAC/Núcleo de Arte e cultura da UFRN, PROEX/Pró-Reitoria de Extensão da UFRN, DEART/Departamentos de Artes, ECT/Escola de Ciência e Tecnologia e EM/Escola de Música todas da UFRN, Laboratório Lexus do Departamento de Design e mantemos parceria com o PPGPC/Performances Culturais da UFG/Universidade Federal de Goiás, e o Media Lab/UFG/BR (<https://www.medialab.ufg.br/>).

## 2. METODOLOGIA

O projeto 10 Dimensões trabalha de forma integrada e interdisciplinar, relacionando extensão, pesquisa e ensino, inclusive mantendo ação de curricularização da extensão. A proposta parte da indissociabilidade entre essas instâncias - ensino, pesquisa e extensão, concebendo a realização e criação artística ou de caráter cultural conexas a sua apresentação para um público, já que a arte se manifesta como uma experiência. Envolve projetos de pesquisa e extensão entendidos como ações integradas do grupo 10 Dimensões sediado na UFRN, e integrando as atividades de ensino através da curricularização da extensão e também da monitoria em eventos, associando, assim, as três dimensões acadêmicas universitárias, por considerar que estas operam de maneira dialógica e integrada. Conta com equipe multidisciplinar envolvendo criadores com formação de diferentes áreas do conhecimento e *backgrounds*, voltados para a criação de obras artísticas e de natureza cultural, sua exibição e a pesquisa articuladas a um mesmo objeto.

A metodologia utilizada no conjunto de nossos projetos envolve uma fase exploratória inicial de projetos onde são lançadas *working hypotheses*, seguidos de discussão em equipe, definição de hipótese preferencial, confirmação ou negação da hipótese, definição do projeto ou ciclo em análise.

Nossas investigações mantêm abordagem multidisciplinar, adotando a metodologia voltada para projetos e a Etnometodologia com vistas a um programa que aponta para um fim concreto, requerendo em geral uma abordagem inicial, em nível de *working hypothesis* que organize os núcleos de ação da obra e seus requisitos tecnológicos

em fase de pré-projeto, partindo a seguir para experimentações por núcleos de interesse e grupos setoriais de trabalho cada um com seus objetivos específicos, alcançando ao final a articulação entre as várias áreas e núcleos pesquisados. Envolverá, ainda, por fim, a concepção do conjunto da obra artística ou proposta a ser criada, mantendo seu viés poético em permanente diálogo e integração com a sua própria base tecnológica e inserção cultural a ser tratada, assim como possibilidades de inovação possíveis; lembremos que a criação artística e cultural em tecnologia percorre caminhos inauditos e inesperados, muitas vezes trazendo perspectivas frutíferas para a inovação.

Trabalhamos através da definição de hipóteses de projeto e avaliação específica e no conjunto, tendo em vista, em um primeiro momento a realização de protótipos para teste, como fases de pesquisa realização de esboços, projetos iniciais e por definição progressiva de nível de detalhamento. Posteriormente, desdobramos este momento inicial em fases piloto de experimentação concreta e também relacionados aos objetivos das intervenções artísticas e culturais ou outras a serem criadas pelo grupo e possíveis parceiros na área de arte e cultura e a serem implementados.

Passando da fase de experimentação com protótipos passa-se à montagem da obra por fases entre experimentações piloto com bolsistas e posteriormente com público externo no próprio laboratório e, na sequência, em experiências abertas ao público até a apresentação da obra em exposições. Nas diversas fases do estudo são contatados os parceiros com as competências requeridas para a realização do projeto e levantados os requisitos particulares e tecnológicos de cada núcleo de trabalho e ciclos de interação que serão propostos, afinando-se e definindo-se níveis de detalhamento cada vez mais aprofundados, seja no que se refere ao tipo de conhecimento necessário, requisitos específicos e tecnológicos para cada núcleo de desenvolvimento, etc. Paralelamente, é feito o levantamento de *hardware* e *software* necessários para cada um desses núcleos e o seu funcionamento geral.

Com estas premissas realizadas, com parcerias definidas e ouvidas no que se refere a suas necessidades ao longo dos trabalhos dos diferentes núcleos envolvidos na obra, e o *hardware* e *software* em fase de definição e compra, passa-se para a efetivação da programação entre as partes e a realização de testes específicos para cada fase. Parte-se para a realização de projetos experimentais/teste por campo específico (separados) e de integração com o conjunto geral.

Depois de concretizados os diversos núcleos de intervenção na estrutura geral do projeto, passa-se à integração de todas elas e a testes piloto com o conjunto da obra em funcionamento e montagem da mesma em situação de pré-teste final.

Com o pré-teste final da obra em funcionamento, passa-se à organização da estrutura da obra para montagem no recinto de uma exposição experimental e à testagem dos dispositivos de interação, comunicação e interação entre os dois mundos, inclusive em sua abordagem poética.

São previstos testes das aplicações com o público através de mini espetáculos experimentais piloto, para análise do modelo em aplicações concretas em sua efetiva interação com o público. A partir desta experiência piloto são introduzidos ajustes, assim como a aferição da qualidade da comunicação entre os dois mundos, dos ciclos de interação previstos e da qualidade poética da experiência artística, cenográfica e de agenciamento entre os interatores. A partir desta análise crítica são realizadas as modificações e aperfeiçoamentos necessários. Nesse contexto, as ações de pesquisa (investigação), extensão (apresentações para um público) e de ensino monitoria nas

apresentações e ações de curricularização se efetivam em suas especificidades e de maneira integrada no conjunto de ações implementadas.

Lembramos que a Arte e especialmente a Arte e tecnologia exige apresentar-se como experiência, e como algo em ação. “Arte não é discurso, é ato” diz Iclea Cattani “(CATTANI: 2002, pág. 37), corroborando Paul Valery: “A obra do espírito só existe como ato” (VALERY: 2007, p. 185); a poética, pois, “pode ser considerada como tudo que constitui a obra em si mesma, a partir de seu momento de instauração” (CATTANI: 2007, pág. 13), o que nos remete a Dewey, que afirma que a arte proporciona experiências significativas as quais devem proporcionar uma experiência singular, constituindo uma unidade:

[...] temos uma experiência singular quando o material vivenciado faz o percurso até sua consecução. Então, e só então, ela é integrada e demarcada no fluxo geral da experiência proveniente de outras experiências. [...] Essa experiência é um todo e carrega em si seu caráter individualizador e sua autossuficiência. Trata-se de uma experiência. [...] A experiência singular tem uma unidade que lhe confere seu nome [...]. A existência dessa unidade é constituída por uma qualidade ímpar que perpassa a experiência inteira, a despeito da variação das partes que a compõem.(Dewey: 1994, p. 109,110, 111).

Se a Arte para se realizar necessita apresentar-se efetivamente como ação diante de um público que a vive como experiência, a extensão universitária (compreendida como integradora entre pesquisa, ensino e extensão e como promoção do diálogo dialógico com a sociedade), constitui-se em instância fundante para as pesquisas em Arte e tecnologia.

## 2.1. METAVERSO

O termo metaverso pode ser entendido como uma evolução dos atuais ambientes virtuais multiusuários. O conceito de ambientes virtuais foi introduzido por Ivan Sutherland [SUTHERLAND, 68] em 1965 através de suas ideias de inserir pessoas em ambientes gerados por computador.

Assim, metaverso implicava e implica na possibilidade de acessar um tipo de realidade paralela, em alguns casos ficcional, através de uma experiência de imersão em um tipo de mundo virtual que replica a realidade através de dispositivos digitais. Trata-se de um espaço coletivo e virtual compartilhado, constituído pela soma de "realidade virtual", "realidade aumentada" e "Internet". O professor Luli Radfahrer, professor do curso de publicidade e propaganda da USP/Universidade de São Paulo faz considerações sobre as novas perspectivas do metaverso em reportagem relativamente recente da CNN (<https://www.cnnbrasil.com.br/business/entenda-o-que-e-ometaverso-e-por-que-ele-pode-nao-estar-tao-distante-de-voce/>).

Assim, podemos dizer que as perspectivas relacionadas ao conceito de metaverso vinham se concentrando nos videogames, mas vão se expandir e alcançar outras áreas. Nos videogames variam o nível de imersão e também as condições de configurar realismo para o usuário. A tecnologia, porém, era um fator que limitava essa capacidade. Mais recentemente a ideia de metaverso vem interessando empresas e investidores através do mundo e vislumbram modificações em relação ao conceito inicial.

## 2.2. O PROJETO ONDAS SONORO/LUMINOSAS METAVERSO

A presente investigação sobre o Metaverso aborda hipóteses de design digital para tornar o jogo leve permitindo o acesso via navegador através de celulares diretamente, sem utilização de aplicativos e acionando elementos do espaço físico do player, abordando possibilidades de desenvolvimento de jogos digitais como produto de Arte e cultura. Envolve no momento a realização da obra Ondas Sonoro/Luminosas Metaverso/2, segunda versão experimental do projeto Ondas Sonoro/Luminosas Metaverso; nela está representada uma galeria de arte virtual em 3D semelhante à Galeria de Arte do Departamento de Artes da UFRN/Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Os usuários podem movimentar-se nesse ambiente, além de manter outras interações com o mesmo e, também, sonoras.

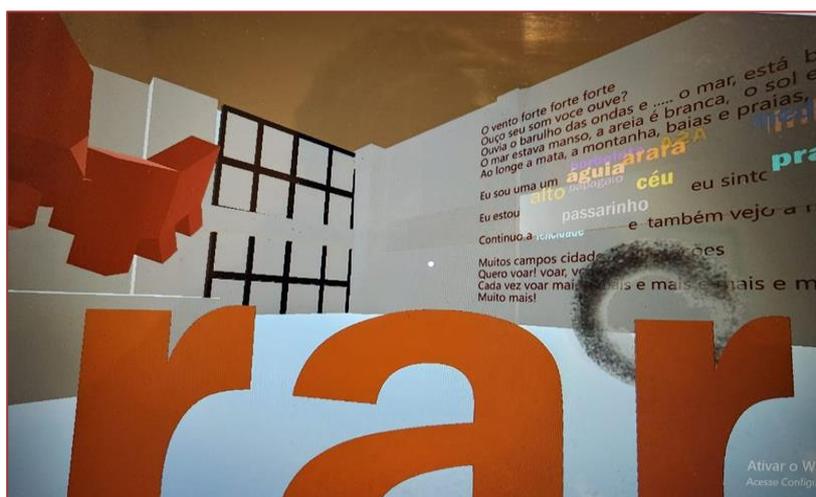
Na presente versão a obra pretende-se que seja acessada diretamente do navegador (sem necessidade de baixar aplicativos), por computador ou celulares, com instruções no decorrer da obra; tem a estrutura de um jogo e teve seu roteiro definido com os bolsistas participantes.

Envolve:

- Um espaço virtual compartilhado multiusuário para cerca de 20 pessoas.
- Este espaço virtual representa uma galeria de arte em 3D similar à Galeria de Arte do Departamento de Artes da UFRN.
- Uma trilha sonora composta em sua maior parte por nosso bolsista da área de música e que permite acessos sonoros interativos e arranjos sonoros.
- É uma obra que tem a estrutura de um jogo interativo em 3 fases onde o player vai penetrando em ambientes sucessivos que a ele permitem interações específicas e temáticas:

a) Palavras

**Figura 1:** Ambiente das palavras



Fonte: Autoria Própria.

b) Texturas

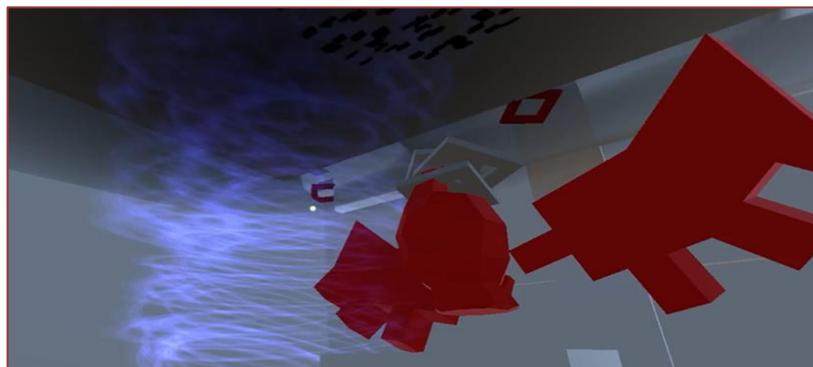
**Figura 2:** Ambiente das texturas



Fonte: Autoria Própria.

c) Zumbis

**Figura 3:** Ambiente dos Zumbis



Fonte: Autoria Própria.

d) Escada

**Figura 4:** Ambiente da escada com uma das texturas



Fonte: Autoria Própria.

### 2.3. ASPECTOS DA INVESTIGAÇÃO

Na criação da versão metaverso 2, utilizamos a ferramenta *Unity* para desenvolver as funcionalidades que permitem a interação do usuário com novo ambiente virtual refeito no Blender, atualmente com cerca de 47mB( na versão 1 com 62mB). Usando as aberturas estéticas de uma aplicação 3D de baixo custo de processamento, alcançamos uma *assemblage* 3D navegável. Estamos ainda analisando questões relativas a limitações dos navegadores do celular.

A princípio, os critérios para a elaboração do design do projeto partem do reconhecimento de potencialidades estéticas do meio 3D virtual - onde o método é indutivo; tendo em vista ser um jogo a ser jogado a partir de celulares, é necessário definir limites técnicos objetivos: tudo parte de uma baixa contagem poligonal e de uma textura universal de baixa resolução. Tendo em vista que o objetivo é um projeto que se sustente na maior quantidade possível de dispositivos, há um enxugamento das possibilidades e um trato com o 3D de forma mais simplificada, mas, ainda dinâmica, explorando a sensorialidade dos dispositivos modernos.

Através de uma visão em primeira pessoa do espaço virtual, o *level design* busca integrar as mecânicas presentes no jogo - observar, andar e subir são verbos sintéticos da experiência. Consideramos de antemão que os elementos da arquitetura e da animação precisam conduzir e instigar o deslocamento no espaço para alcançarmos momentos de contemplação para com o todo.

A partir disso, o design se aproxima de uma “artesanaria digital”, algo próximo do que era executado nos anos 90 na estética da quinta geração de consoles, mas a partir de uma engine gráfica moderna, a *Unity*. Como parte do nosso leque de soluções técnico visuais, foram utilizados: uso de sólidos geométricos nas esculturas, pintura de planos com transparência, gradientes de cor de baixa resolução, trabalho de silhueta geométrica poligonal extrudada, pintura em paleta limitada, textura simplificada de pouca memória utilizada no processo, sem diferenciação de materiais de propriedades físicas distintas.

Nossa abordagem de programação visou facilitar futuras mudanças, tornando a transição entre as versões mais suave. Estamos constantemente revendo os métodos de programação usados para garantir uma manutenção mais eficiente e rápida no futuro.

Na mais recente versão do metaverso, estamos migrando as funcionalidades antigas para esse novo ambiente, incluindo implementações para dispositivos móveis. Além disso, realizamos a mudança do SDK de PC para *Android*, visando melhorar a execução e alcançar um público mais amplo. Mas também aumentar a acessibilidade do metaverso em diferentes plataformas, sendo *web* e *Android*.

Usamos um componente da *Unity* chamado *Virtual Joystick* para facilitar a implementação, fizemos mudanças nos códigos do ambiente da escada para o movimento ficar mais suave e nos códigos da movimentação para aceitar as entradas dos *joystick* tanto para câmera tanto para o próprio jogadores.

O projeto é realizado através de três frentes de trabalho na área de tecnologia da informação: 1) Bloco de realidade virtual, responsável pela criação do ambiente virtual 3D que retrata um ambiente em 3 D similar ao espaço real da Galeria de exposições do DEART/Departamento de Artes da UFRN. 2) Bloco de redes, é o responsável pela elaboração e criação do conceito de ambiente virtual multiusuário colaborativo, pela sensação de compartilhamento de espaço, troca de mensagens de controle e de posição dos usuários no ambiente. Também da espacialização do áudio no ambiente virtual. 3) Bloco de internet das coisas, a ser implementado proximamente, que criará elementos em hardware que levarão o áudio do ambiente físicos com os quais nós iremos conectar e vice-versa, criando uma ponte entre o mundo virtual e o real.

A proposta apresenta a interatividade como elemento portador da poética como um sistema interativo capaz de absorver dados (*input*), processá-los e devolvê-los transformados (*output*), através de uma interface; uma programação algorítmica instaura ocorrências na estrutura que provocam efeitos sinestésicos, proporcionando ciclos de experiências e eventos. Como bem aponta Sogabe (SOGABE: 2011, p.66) : "A interface não é só um aparato tecnológico, mas está diretamente relacionada à produção da poética [...]" A respeito dos aspectos sonoros das instalações lembramos a partir de Don Idhe (2007): "ouvir faz o invisível presente" (IDHE:2007, p. 52) e estabelece um campo do som, uma região da presença sonora, onde todos os sons são também "eventos", como "fluxo" temporal, aqui articulados a eventos luminosos e do corpo. É importante apontar que a noção de poética moderna relacionada à arte apresenta-se como ação, onde estratégias operativas são criadas para produzir algo para um espectador, portanto não é concebida sem a relação com um público e como relação social. Experiência ativa e intensa, a tecnologia presta-se, especialmente, a exaltar a experiência e a ação do espectador, inscrevendo os movimentos individuais numa mesma dinâmica a partir das manifestações vinculadas a este dispositivo.

Lembramos ainda, aspectos relativos à inovação, no caso trabalhando a perspectiva de metaverso como instalação artística e relacionando a estrutura de jogos virtuais ou *games* enquanto atividade cultural; a palavra inovação é derivada do termo latino *innovatio* e relacionada a palavra latina *novus*; refere-se ao ato ou efeito de introduzir algo novo e diverso de paradigmas anteriores. Segundo Schwachula Vila Seoane e Hornidge, in *Modelos científicos de inovação econômica* - o conceito de inovação foi proposto pelo economista austríaco Joseph Schumpeter nos anos 30 do século XX. O modelo interativo de inovação de Kline e Rosenberg (1986), reivindicava, grosso modo, que o processo de inovação envolve relações multidirecionais e que não se tratava simplesmente de um processo que parte do novo conhecimento oriundo do sistema de tecnologia para a aplicação prática e comercial. Atualmente, segundo vários pesquisadores, a inovação não é vista mais como um fenômeno isolado que surge no interior de organizações, mas como um fenômeno social, onde vários atores e instituições

intervém. Desta maneira, também por estes fatores o projeto insere-se em uma compreensão da inovação como naturalmente integrada a suas ações.

## 2.4. BAILE DE ROBÔS

A obra Baile de robôs é uma instalação interativa com 10 mini robôs; eles se movimentam em enxame em um espetáculo de dança com interações entre si e com o público.

Cada minirobô apresenta aspectos luminosos e manifestações sonoras. Os movimentos variam desde: para frente ou para trás, movimentos giratórios, tanto em sentido horário quanto anti-horário e diagonal. Cada minirobô possui seu próprio sistema de som (alto-falante) e sistema de luz com LEDs que interagem entre si.

Os minirobôs se movem a partir dos comandos dos interagentes por meio do acesso a um aplicativo específico do celular do projeto. Cada interator controla individualmente os minirobôs em sua dança de enxame. Os robôs atuam em uma área de cerca de 5 metros quadrados (5m<sup>2</sup>).

As danças são pré-programadas, e cada robô tem o código instalado no microcontrolador (o cérebro do mecanismo). Os carrinhos se conectam a uma rede que torna viável a comunicação entre humano e máquina. Assim como os dispositivos, o usuário do aplicativo também estará incluso na rede para que seja possível enviar comandos de movimento e coreografias acompanhadas de músicas temáticas que se encaixam com as danças.

**Figura 6:** Versão inicial dos minirobôs



Fonte: Autoria Própria.

**Figura 7:** Momento da apresentação do Baile dos robôs envolvendo a movimentação dos robôs e a dança de pessoas III ERIRN – Encontro de Robótica e Inovação do RN, em 2023



Fonte: Autoria Própria.

**Figura 8:** Equipe 10 Dimensões 2023 do projeto baile dos robôs: Lucas Leal, Eduardo Lira da Silva Filho, Filipe Rodrigues, Alan Dionísio e prof. Dr. Aquiles Burlamaqui no painel temático apresentado no III ERIRN – Encontro de Robótica e Inovação do RN, em 2023

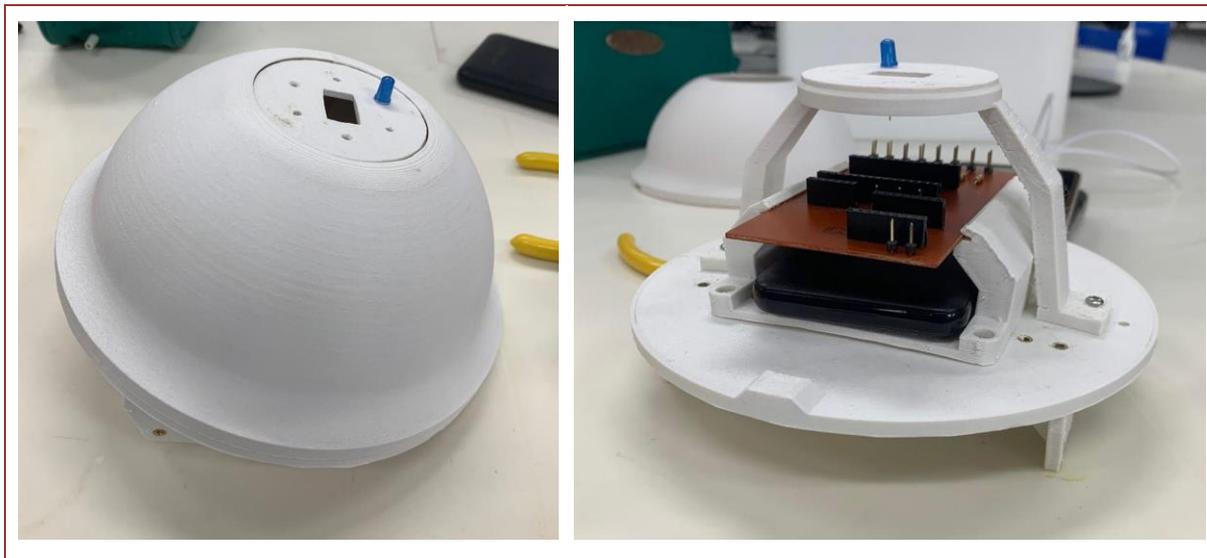


Fonte: Autoria Própria.

## 2.5. DESIGN

Já tivemos três versões, tendo a última, além de mais ergonômica, tendo sido pensada para permitir a retirada da tampa e sua recolocação, mantendo o *hardware* fixo.

**Figura 9:** O projeto mais recente do minirobô com e sem tampa; projeto de Rinaldo Tavares da Silva Filho, bolsista 10 Dimensões 2024.



Fonte: Autoria Própria.

## 2.6. FUNCIONAMENTO E TRILHA SONORA

A internet sempre foi uma rede de computadores, e aos poucos foi incluindo outros aparelhos como tablets e celulares (Filho, 2016, p. 5). Dessa forma, “a Internet das coisas é um termo que acaba evocando o aumento da comunicação entre máquinas para internet” (Magrani, 2018). Com os avanços tecnológicos, nos últimos tempos, houve gradativamente uma integração de diversos dispositivos com a internet, possibilitando diversas formas de controle, envio e recebimento de dados, recebendo o nome de Internet das Coisas (IoT).

Levando em consideração que a internet das coisas, não envolve somente ligar ‘coisas’ pela internet, mas também torná-las inteligentes, capazes de coletar e processar informações do ambiente ou das redes as quais estão conectadas, procurou-se implementar esse conceito<sup>1</sup> no presente projeto. (Oliveira, 2017).

A aplicação web foi desenvolvida utilizando as ferramentas de programação JavaScript, HTML e CSS 3<sup>2</sup>. Essa escolha foi feita devido a simplicidade do site, pois conta com uma página de conteúdo com poucos elementos para utilização. A entrega do site aos usuários dá-se com o auxílio de um ESP 32<sup>3</sup> que fornece um link de acesso. O uso do ESP deixa a obra independente do acesso a internet, pois pode acompanhar a obra e disponibilizar o site em qualquer lugar.

O microcontrolador responsável por administrar o site funciona por meio de uma ferramenta chamada web-socket<sup>4</sup>. Essa ferramenta faz com que outro dispositivo possa acessar o site por um navegador utilizando o endereço IP<sup>5</sup> do ESP, desde que ambos os dispositivos estejam conectados à mesma rede de wi-fi. A rede wi-fi<sup>6</sup> já está pré-definida, pois a obra conta com um roteador próprio capaz de fornecer a conexão sem fio necessária.

### Diagrama técnico do projeto

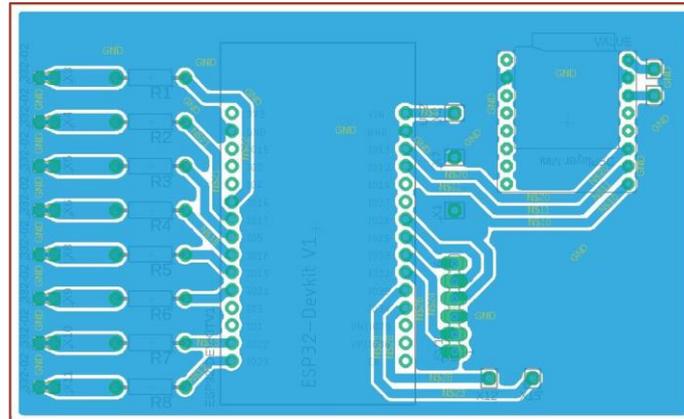
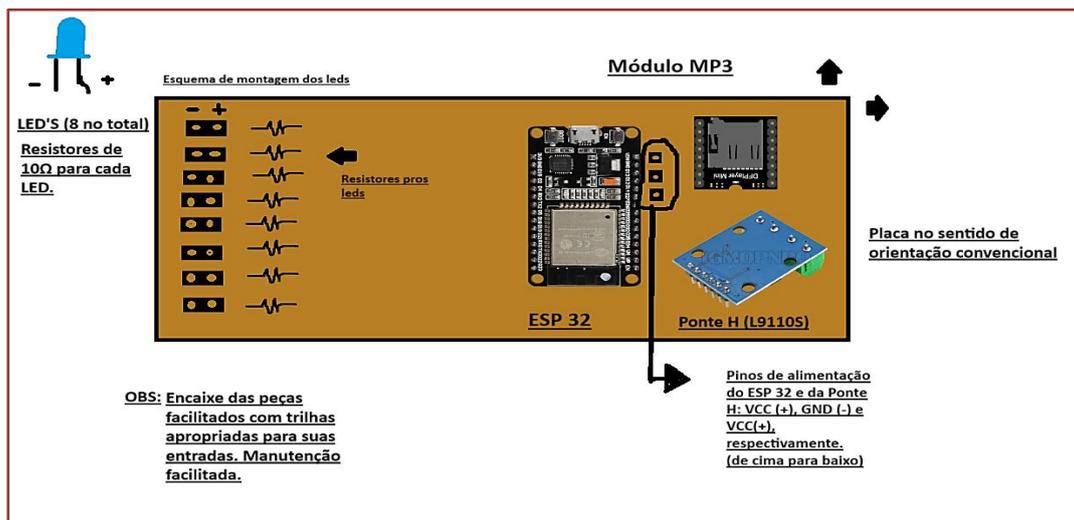


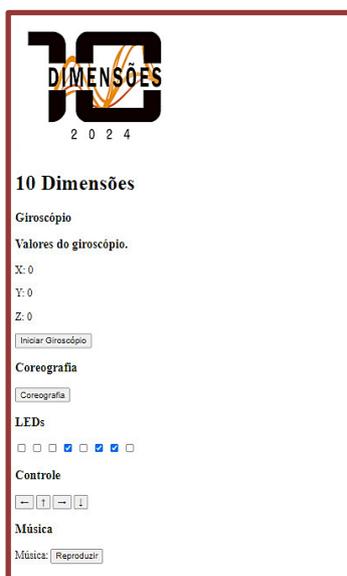
Figura 10: Diagrama técnico do projeto



Fonte: Autoria Própria.

A comunicação entre o site e os minirobôs funciona via protocolo MQTT<sup>1</sup>. O microcontrolador, responsável por disponibilizar o site, faz a leitura das ações e dos movimentos do usuário no dispositivo móvel e envia os comandos para o servidor do MQTT. Em seguida, os minirobôs ao fazer a busca por mensagens no servidor confere qual o comando foi enviado e realiza os movimentos pré programados na sua memória.

Também foi realizado o desenvolvimento de uma plataforma web para o controle das funcionalidades básicas dos robôs: movimentar-se, ligar e desligar leds e tocar músicas através de uma caixa de som.

**Figura 11:** Interface do aplicativo para celular

Fonte: Autoria Própria.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto 10 Dimensões tem se destacado nos últimos anos como um exemplo inspirador de prático-reflexivo interdisciplinar, revelando a potência de aliar Arte e Tecnologia para além das fronteiras disciplinares tradicionais. A integração de participantes com formações diversas em torno deste projeto de extensão demonstra a riqueza que surge quando pesquisa, ensino e extensão se entrelaçam de maneira orgânica.

A construção do conhecimento artístico neste contexto não apenas abraça a inovação e a tecnologia, mas também estabelece uma poderosa relação com a sociedade, revelando-se como um espaço de interação dinâmica e reflexão profunda. A inovação, longe de ser um fim em si mesma, emerge naturalmente da necessidade de enfrentar desafios poéticos, transformando-os em soluções práticas e tecnológicas que dialogam com os anseios e demandas da contemporaneidade.

No âmbito deste trabalho em 2024, destacam-se duas obras principais: o Metaverso e o Baile de Robôs. Estas criações não apenas representam realizações artísticas em si mesmas, mas também servem como pontos de convergência para outros projetos, como o Um Robô por Aluno. Este entrelaçamento de iniciativas amplia ainda mais o impacto do projeto, estendendo suas raízes profundamente na comunidade acadêmica e além dela.

Por fim, o Projeto 10 Dimensões é mais do que uma simples colaboração entre Arte e Tecnologia; é um espaço de exploração criativa e crítica que transcende as limitações convencionais, incentivando a inovação, a colaboração e o diálogo entre diferentes campos do conhecimento. Que continue a inspirar e a desafiar os limites do que é possível alcançar quando unimos mente, coração e tecnologia em prol do avanço da sociedade e da cultura.

## REFERÊNCIAS

- [1] CATTANI, Icleia Borsa. **Mestiçagens na arte contemporânea**. Porto Alegre: UFRGS, 2007.
- [2] COULON, Alan. **Etnometodologia**. Petrópolis, Vozes, 1995.
- [3] DEWEY, J. **Arte como experiência**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.
- [4] FILHO, Mauro Faccioni. **Internet das Coisas**. Florianópolis: Editora UnisulVirtual, 2016.
- [5] IHDE, D. *Listening and voice: Phenomenologies of sound*. Albany (EUA): State University of New York Press, 2007.
- [6] KLINE, Stephen J. e ROSEMBERG, Nathan. "An Overview of Innovation." In *The Positive Sum Strategy*, 275–305. Washington, D.C.: National Academy Press, 1986.
- [7] MAGRANI, Eduardo. **A Internet das Coisas**. 1ª edição, FGV Editora, 2018.
- [8] OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das Coisas com ESP8266**. Arduino e Raspberry Pi. São Paulo: Novatec Editora, 2021
- [9] RADFAHRER, Luli. "Entenda o que é o Metaverso e por que ele pode não estar tão distante de você". CNN Brasil. João Pedro Malar, do CNN Brasil Business em São Paulo 06/09/2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/entenda-o-que-e-o-metaverso-e-por-que-ele-pode-nao-estar-tao-distante-de-voce/>. Acesso em: 05 de maio de 2024.
- [10] SOGABE, M. **Instalações interativas mediadas pela tecnologia digital: análise e produção**. In *Revista ARS*, V. 9 Nº 18. P. 61 a 63. São Paulo, Escola de Comunicações e Artes da USP, Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais, 2011. Disponível em: <https://revistas.usp.br/ars/article/view/52785/56628>
- [11] SCHWACHULA, A. VILA SEOANE, M. HORNIDGE, A-K. **Working Paper 13 -Science, technology and innovation in the context of development: an overview of concepts and corresponding policies recommended by international organizations**. Bonn, ZEF Working Paper Series, Department of Political and Cultural Change/Center for Development Research, University of Bonn, 2013 Disponível em: [https://www.zef.de/uploads/tx\\_zefportal/Publications/zef\\_wp\\_132.pdf](https://www.zef.de/uploads/tx_zefportal/Publications/zef_wp_132.pdf)
- [12] SUTHERLAND, Ivan E. **A head-mounted three dimensional display**. In: AFIPS '68 (Fall, part I): Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I December 1968 Pages 757–764. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1476589.1476686>.
- [13] VALÉRY, Paul. **Variedades**. Antologia, João Alexandre Barbosa(org). São Paulo: Iluminuras,2007

# Capítulo 29

## *Uma visão internacional da inovação nas Cidades MIL de UNESCO: reflexões e casos*

*Felipe Chibás-Ortiz<sup>1</sup>*

*Adérito Fernandes-Marcos<sup>2</sup>*

*Andrea Leonardi<sup>3</sup>*

*Efrain Pantaleón-Matamoros<sup>4</sup>*

**Resumo:** O presente artigo é fruto do painel Visões internacionais da Inovação desde a perspectiva das Cidades Inteligentes/ MIL de UNESCO, apresentado pelos autores no marco do 1ro Simpósio de Avanços em Inovação e Ciências Tecnológicas, celebrado na Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Rio Grande do Norte (UFRN) no 29 de fevereiro de 2024. O objetivo principal do mesmo é mostrar as novas oportunidades que abre para os espaços urbanos a inovação vista desde o paradigma das cidades MIL de UNESCO. Durante o mesmo se discutem os conceitos de Cidade MIL, Alfabetização Mediática e Informacional (AMI) e se apresentam o Curriculum AMI de UNESCO e a Carta da Diversidade Cultural de UNESCO. Também se apresentam o Sistema dos 13 Indicadores e 252 métricas das Cidades MIL, a Metodologia das 20 Barreiras à Comunicação e 5 Dimensões de Criatividade (20 BCC - 5 DCR) e a metodologia das Narrativas Biográficas, no intuito de analisar a importância de entender a inovação e o uso da Inteligência artificial nos novos espaços urbanos híbridos, presenciais e digitais.

**Palavras-chave:** UNESCO, ONU, Cidades MIL, Inovação, Curriculum AMI de UNESCO, Inteligência Artificial.

---

<sup>1</sup> Doutor e Professor Livre docente pela Universidade de São Paulo, Co-líder Internacional do Grupo de Inovação de UNESCO MIL ALLIANCE e Primer lugar do Prêmio Mundial de UNESCO MIL Awards, 2023

<sup>2</sup> Doutor em Computação Gráfica pela Universidade Técnica de Darmstadt, Alemanha; Professor "honoris causa" pelo UNIVEM, Marília, Brasil; Professor Catedrático e Director da Escola Doutoral da Universidade de São José, em Macau, China; Investigador no CIAC, Portugal

<sup>3</sup> Vice-Presidente do Grupo Minerva de Consultoria e Sócio-Diretor da Alpemi Consulting em Milano, Itália

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo. Mestre e Bacharel em Ciências Física pela Universidade de Havana, Cuba. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de Cidade MIL foi lançado em 2018 (Unesco) e a rede Unesco *MIL Cities* foi criada recentemente em 2020 com a participação de autoridades de vários países (Unesco, 2020a). A Declaração de Seul 2020 assinada por 188 países após o evento da Unesco, conhecido como MIL Week, também enfatizou a necessidade de criar e promover as cidades MIL ao redor do mundo (Unesco, 2020). Esse paradigma também tem sido discutido na ONU (UN, 2021) e em outros organismos internacionais.

As Cidades MIL abrem um leque de oportunidades para cidades brasileiras, assim como para cidades de outras latitudes (Suzuki, J., Chibás Ortiz, F., Dias, A. P., 2021). Este conceito coloca em seu cerne o cidadão simples e comum, a integração das cidades físicas e digitais, bem como a superação das barreiras culturais à comunicação enfrentadas por grupos vulneráveis (população de baixa renda, etc.) e diversidades (mulheres, LGBTI+1, negros, indígenas, jovens, idosos, religiões desfavorecidas, imigrantes etc.) em seu cotidiano utilizando as novas tecnologias para superá-los (Unesco, 2019 a, 2022).

A teoria, o currículo e a metodologia da AMI nos ensinam a analisar cuidadosamente as mensagens e a realidade mediática atual de forma mais objetiva, sem preconceitos ou barreiras culturais, como as relacionadas a etnia, raça, religião, diferentes identidades culturais, gênero e migração (Chibás Ortiz, 2019; Unesco, 2021).

## 2. MAS O QUE É A ALFABETIZAÇÃO MEDIÁTICA E INFORMACIONAL (AMI)?

A AMI vai muito além de aprender a operar com a tela, interagir com ícones e navegar com sucesso na web. AMI é considerada um conjunto combinado de habilidades, mas também uma convergência prática onde se encontram jornalistas, especialistas em informação, bibliotecas, educadores, entre outros, e suas atividades relacionadas (Muratova, Grizzle, Mirzakhmedova, 2021).

Essa abordagem destaca a necessidade de priorizar o empoderamento para grupos vulneráveis (mulheres, negros, indígenas, pessoas com diversidade funcional, imigrantes, jovens, idosos etc.) e o combate as *fake news*, discurso de ódio e posverdades. Tudo isso passa necessariamente por políticas públicas voltadas para isso (Chibás Ortiz, 2023).

Este novo paradigma não se limita à implementação da tecnologia para tornar os processos urbanos mais eficientes nos setores e no manejo pelos atores tradicionais da educação, senão que tendo o cidadão como início, meio e fim de todos os processos que acontecem na cidade, enfatiza o papel da comunicação digital e tradicional e em especial da Alfabetização Mediática e Informacional para a leitura, releitura e criação dessa nova realidade socioeconômica atual que prioriza a inovação, o que ficou muito mais evidente após a pandemia do Covid-19.

A teoria, o currículo e a metodologia da AMI nos ensinam a analisar cuidadosamente as mensagens e a realidade de forma mais objetiva, sem preconceitos ou barreiras culturais, como as relacionadas a etnia, raça, religião, diferentes identidades culturais, gênero e migração (Unesco, 2021).

### 2.1. O QUE SÃO AS CIDADES MIL?

Mas é preciso alfabetizar, letrar ou reeducar a toda a cidade neste enfoque (Chibás Ortiz et. Al, 2020). Isso é o que fazem as Cidades MIL. São uma integração multidisciplinar

das ciências de dados com as ciências sociais e esta tarefa não deve ficar só nas escolas e universidades em um período de tempo X, senão que deve ser realizada em toda a cidade e ao longo de toda a vida (Chibás Ortiz, 2024).

É através da educação de toda a população da cidade, liderada pelos 5 agentes da inovação social (educadores, fazedores de política, empresários do setor de dados, artistas e o cidadão comum), que se promove a transformação digital sustentável e presencial de toda a cidade, utilizando como recurso às novas tecnologias acessíveis.

Uma cidade MIL (*Media and Information Literacy*) ou MIL City ou ainda cidade com Alfabetização Mediática e Informacional (AMI) é um framework da UNESCO para a gestão e transformação das cidades que coloca o cidadão no seu centro e integra as diversidades, a ética e o desenvolvimento pós-humano com as novas tecnologias, tais como mineração de dados, *Blockchain*, *Machine learning* e a Inteligência Artificial de maneira educativa, sustentável, crítica e criativa e tendo responsabilidade pelos impactos sociais provocados. Inclui ou tem sinergia com outros modelos, como o das Cidades Inteligentes, Digitais, Sustentáveis, Criativas, Educativas, Inovadoras, Resilientes e Saudáveis (2018).

O framework das Cidades MIL inclui e exhibe sinergia com outros modelos de cidades promulgados por organismos internacionais; No entanto, o conceito *MIL Cities* apresenta uma abordagem mais multissetorial e multidisciplinar de modo a envolver esses 5 agentes de inovação aberta e exibindo indicadores e métricas claras para fazer isto acontecer.

Pensar a cidade de forma sistêmica e em seus habitantes/conviventes, nessa perspectiva, requer que a integração de um panorama circunstanciado pelo letramento e pela alfabetização se realize acionando para isso os principais agentes de inovação, de modo a co-construir ecossistemas urbanos físicos e digitais não somente mais inovadores, mas ainda mais humanos e justos focados no bem comum. Essa dinâmica levará o espaço de transformação a um outro patamar de implementação do fator relacional, posto que, de forma tecnológica, mas também autodesenvolvida e participativa, levam-se em consideração os anseios da cidade e de seus diversos habitantes, de forma mais ética, mais acessível em objetos comunicacionais, num modelo aplicado que transfira elementos de fundo teórico à aplicação prática. Consolida-se, assim, a co-construção tecnológica (porque inspirada em dados de escuta e acolhimento) num método inovador denotador de dinâmicas que co-constroem paulatinamente a equação [necessidades = realizações], de modo a espelhar um diálogo entre cidade e cidadãos desde as fases inceptivas do projeto (Chibás Ortiz, 2024).

## 2.2. A INOVAÇÃO NO ÂMBITO DAS CIDADES MIL DA UNESCO

As Cidades MIL da Unesco são um modelo a seguir de como a inovação pode transformar espaços urbanos em ambientes criativos e dinâmicos, capazes de responder aos desafios e oportunidades da sociedade digital e interconectada. Essas cidades se destacam por adotarem estratégias inovadoras para fortalecer a educação para os media e a informação, capacitando os cidadãos com competências críticas essenciais para compreender, analisar e produzir informação através a uma ampla diversidade de conteúdos disponíveis.

A inovação em cidades é uma caminhada conjunta, onde todos os atores da sociedade precisam estar presentes para inspirar ações positivas na busca de umas sociedades mais sustentáveis e inovadoras. O emprego da tecnologia, não apenas é para

aprimorar a eficiência nos serviços públicos, precisa visar a qualidade de vida dos cidadãos e promover a sustentabilidade criando um futuro urbano mais inclusivo, inteligente, sustentável e habitável.

No âmbito das Cidades MIL da UNESCO a inovação pode ser definida como a introdução de novas ideias, métodos, processos, produtos ou serviços que trazem melhorias significativas e geram valor, tanto para uma organização, um bairro e toda uma cidade quanto para a sociedade como um todo. É um processo contínuo e dinâmico que envolve a criatividade, a experimentação, a colaboração e a capacidade de adaptação às mudanças da sociedade e das necessidades dos cidadãos.

A inovação é essencial para o crescimento e o sucesso de uma organização, um bairro ou de toda a cidade, permitindo que estes se destaquem das restantes, atendendo às demandas da sociedade e se mantenham relevantes no cenário global. Inovação constitui aqui um conceito essencial que abrange a capacidade de implementar novas ideias, processos e tecnologias de forma criativa, visando transformar positivamente o ambiente urbano. Essas cidades são reconhecidas por sua abordagem inovadora e colaborativa para abordar desafios complexos e promover o desenvolvimento sustentável em diversas áreas, como educação, cultura, inclusão social e meio ambiente.

A inovação não se limita apenas a avanços tecnológicos, mas engloba também a criatividade, a participação cidadã e a busca por soluções integradas e holísticas. É por meio da inovação que estas cidades conseguem responder de maneira eficaz às demandas e oportunidades da sociedade atual, promovendo a diversidade, a inclusão e a sustentabilidade em seu tecido urbano.

A inovação se manifesta em iniciativas como a promoção da alfabetização midiática e digital, a valorização da diversidade cultural, a implementação de práticas inclusivas e a busca por soluções sustentáveis para os desafios urbanos. Por meio da colaboração entre diferentes setores da sociedade, da adoção de novas tecnologias e da criação de espaços de cocriação e participação, essas cidades conseguem construir um ambiente propício para a criatividade e a inovação florescerem.

Além disso, a inovação nas Cidades MIL da Unesco está intrinsecamente ligada à capacidade de adaptação e à busca constante por novas formas de enfrentar os desafios emergentes. Essas cidades estão sempre em constante evolução, experimentando novas abordagens, aprendendo com os erros e sucessos, e buscando maneiras de melhorar continuamente a qualidade de vida de seus cidadãos e o ambiente urbano como um todo.

Em suma, a inovação no âmbito das Cidades MIL da Unesco é um catalisador fundamental para impulsionar o desenvolvimento sustentável, promover a inclusão social e cultural, e construir cidades mais resilientes e prósperas. Trata-se de um elemento essencial para garantir que essas cidades continuem a ser exemplos inspiradores de transformação urbana, onde a criatividade, a diversidade e a participação ativa dos cidadãos são valorizadas e incentivadas.

### **2.3. A INOVAÇÃO E O SISTEMA DE 13 INDICADORES E 252 MÉTRICAS DAS CIDADES MIL DE UNESCO**

Ocorre que, para a transformação e co-construção de cidades MIL, primeiro é necessário diagnosticar e depois tentar eliminar ou superar as barreiras culturais à comunicação. Discutimos isso em vários seminários organizados pela iniciativa Gown and

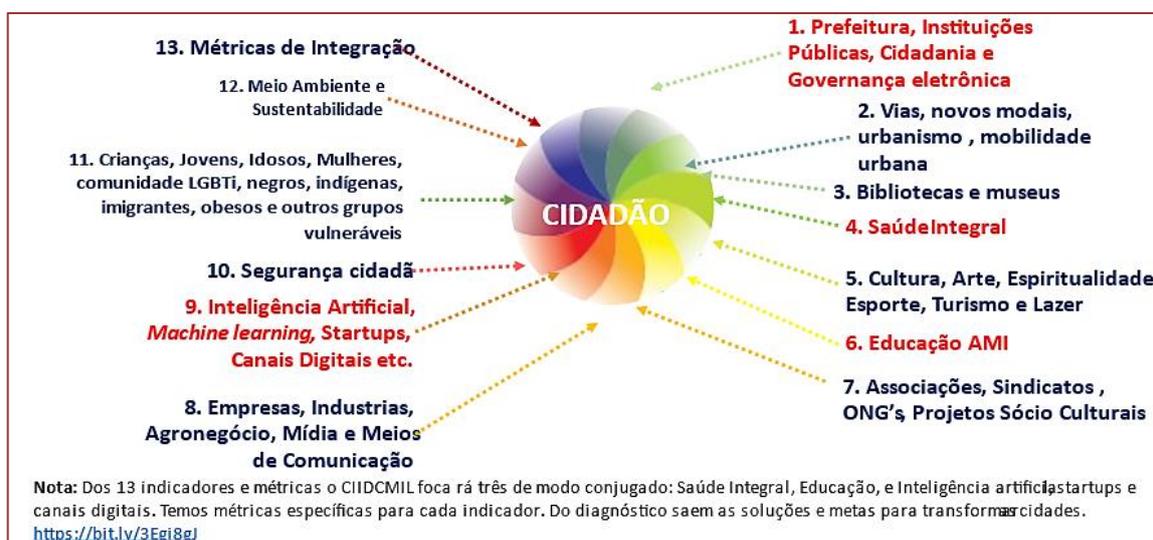
Town da Unesco. Trabalhar com inovação nesse marco envolve o diagnóstico das Barreiras culturais que nos dificultam inovar, tais como o etarismo, sexismo, religiocentrismo, entre outras (Chibás Ortiz, Zottis, 2020). Para isto foi desenvolvida uma metodologia que é indicada pela Unesco (Unesco, 2019).

A proposta de Cidades MIL da Unesco tenta educar ou reeducar toda uma cidade e seus bairros com a participação de seus diferentes *stakeholders* ou atores sociais, ou seja, convocando os 5 agentes de inovação (representantes do governo, professores, pesquisadores e alunos, gestores e empresários, artistas e cidadãos) (Chibás Ortiz et al, 2021), o que não é uma tarefa fácil. Se sugere fazer inovação social e tecnológica.

Dentro dessa abordagem já de por si inovadora, temos outras propostas inovadoras como a do MIL University Cities ou Cidades Universitárias MIL, que visa fazer com que os campi universitários sigam os 13 Indicadores e métricas das cidades MIL (Chibás Ortiz, Yarnik, Kounakou, 2022).

Esses indicadores e métricas são resumidos no gráfico No1. O Sistema dos 13 Indicadores e 262 métricas das Cidades MIL: O Cidadão como centro (Chibás Ortiz, Grizzle et al, 2020).

**Gráfico 1.** O Sistema dos 13 Indicadores e 262 métricas das Cidades MIL: O Cidadão como centro



Fonte: Chibás Ortiz, Grizzle, Et. al, 2020.

## 2.4. PONTOS DE PARTIDA PARA SOLUÇÕES INOVADORAS DO TIPO CIDADES MIL

Ponto de partida para soluções do tipo Cidades MIL são os objetivos da AGENDA 2030 (UN, 2015), o evento *Internet for trust*, que aconteceu na sede de UNESCO (2023) e o Roteiro do Secretário-geral das Nações Unidas para a cooperação digital (UN, 2020). Outro ponto de partida é o Documento resultado de uma provocação do então secretário-geral da ONU, Sr. Kofi Annan, a 50 CEOs de grandes instituições financeiras do mundo. A proposta era obter respostas dos bancos sobre como integrar a Governança Socioambiental, também conhecidos como ESG (*Enviromental Social Governance*) por suas siglas em inglês, ao mercado de capitais (ONU, 2004).

## 2.5. A INOVAÇÃO E AS NORMAS ISO

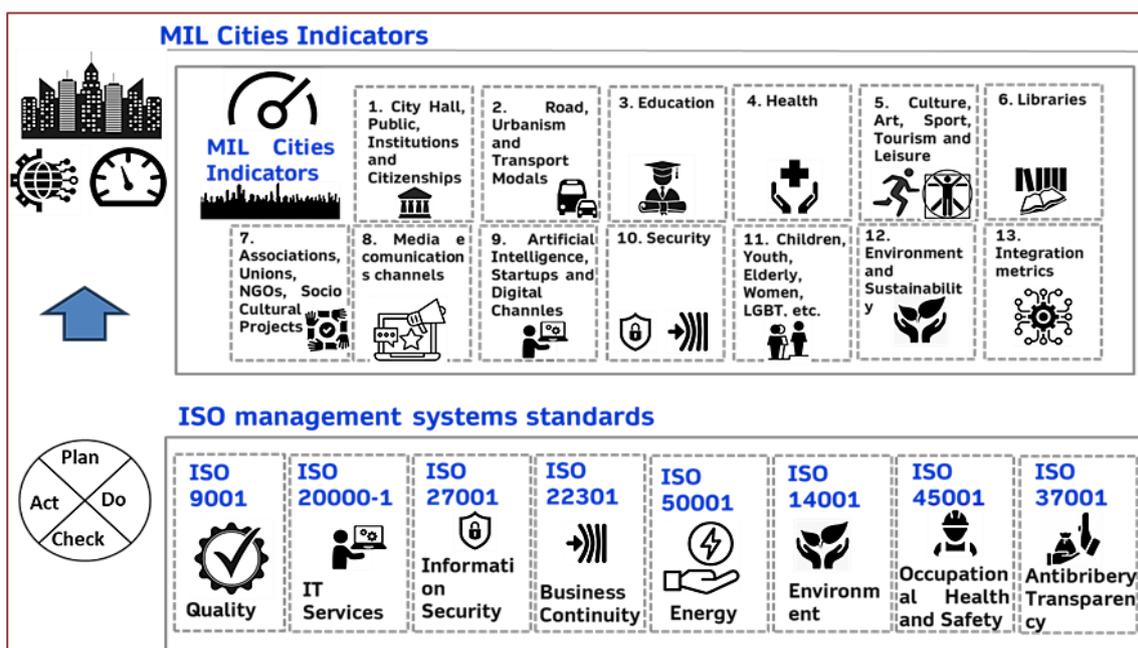
Quando falamos em inovação tecnológica e em melhorar o desempenho dos principais sistemas de gestão ISO, por sua vez, isto requer a gestão de oportunidades de inovação. Nesse campo as oportunidades de inovação baseiam-se cada vez mais em soluções de Inteligência Artificial. Os Sistemas de Gestão de Inovação Padrão ISO 56002 e os Sistemas de Gestão de Inteligência Artificial ISO 42001 podem representar uma abordagem útil.

## 2.6. COMO GERIR DE FORMA EFICAZ E EFICIENTE UM CONTEXTO TÃO COMPLEXO E DINÂMICO?

O tema da inovação hoje precisa em muitos casos de uma aproximação que parta da Governança, Risco e Conformidade (GRC) que é uma forma estruturada de alinhar a TI com as metas de negócios, ao mesmo tempo em que gerencia riscos e atende a todas as regulamentações do setor e da governança. Ela costuma incluir ferramentas e processos para unificar a governança e a gestão de riscos de uma organização com sua inovação e as novas tecnologias que adote.

As abordagens modernas de GRC baseadas na norma ISO 37000 (Governança), norma ISO 31000 (Gestão de Riscos), norma ISO 37301 (Gestão de Conformidade) permitem gerir a sustentabilidade e a inovação de forma integrada, aproveitando oportunidades baseadas na evolução tecnológica, como a Inteligência Artificial e ao mesmo tempo que mitigam os riscos. A relação entre as normas ISO e os Indicadores das Cidades MIL pode ser visto no gráfico nº2, denominado Indicadores das Cidades MIL e o papel dos padrões ISO.

Gráfico 2: Indicadores das Cidades MIL e o papel dos padrões ISO



Fonte: Arquivo pessoal de Andrea Leonardi, 2024.

## 2.7. OS DESAFIOS PARA A INOVAÇÃO NA PERSPECTIVA DAS CIDADES MIL

Diversos organismos internacionais como a ONU Habitat (UN, 2020, 2022, 2023) e UNESCO(2023) assim como diversos autores ( Bonduki, 2018; Chibás Ortiz, Grizzle et al, 2020. Carlsson, 2019; Grizzle, 2020, Frau-Meigs, 2023) destacam um conjunto de problemas e desafios comuns as cidades do mundo. Entre eles destacam o de que não se valoriza o suficiente a inovação social nem as soluções com sustentabilidade estratégica.

Um dos caminhos para resolver esta situação são as parcerias com empresas, plataformas digitais, startups, ONGs, sindicatos e outros atores como a IA, com mais presença feminina e outros grupos vulneráveis na liderança e nas equipes de inovação e a subsequente implementação de políticas desse tipo.

## 2.8. COMPETÊNCIAS E VALORES DO CURRÍCULO AMI DE UNESCO PARA A INOVAÇÃO

A Inovação tecnológica e social na perspectiva AMI implica o investimento na inovação da infraestrutura por exemplo da chamada Indústria 4.0 , mas também na Educação de qualidade que envolva a igualdade de gênero , a equidade de outros grupos vulneráveis e a defesa de outros valores como os de Diálogo intercultural e diálogo inter-religioso, Liberdade de expressão e informação, Tolerância e respeito, Autoconsciência e desafio às próprias crenças, Compreendendo os direitos universais e Desenvolvimento sustentável e paz , incentivados por UNESCO no Curriculum de Alfabetização Mediática(2020). Sobre isto já temos evidências empíricas coletadas por uma equipe mista de UNESCO, a Defensoria do Público de Argentina (2023), Universidade de São Paulo e a Universidade Federal de Rio Grande do Norte(Chibás Ortiz, Novominsky, Pantaleón, Bernanrdo, 2023).

Impulsionar a inovação na perspectiva das *MIL Cities* também envolve incentivar as seguintes competências nos cidadãos:

1. Saber resolver a falta de informação
2. Compreender o papel e funções das fontes de informação
3. Compreender a importância do conteúdo democrático
4. Encontrar e avaliar informação
5. Avaliar criticamente
6. Proteger-se dos riscos
7. Analisar e compartilhar
8. Saber como sintetizar
9. Uso ético da informação
10. Habilidades TIC
11. Criatividade e empreendedorismo digital
12. Utilizar as TIC de forma crítica
13. Cidadania global e direito digital
14. Segurança e privacidade digital

15. Videojogos
16. Transcender barreiras com grupos étnico-culturais vulneráveis
17. Aplicar AMI a outras formas de alfabetização social
18. Solucionar problemas
19. Responder ao discurso de ódio (UNESCO, 2020)
20. Conectar a educação com outros atores cidade.

Essa última competência é uma sugestão da nossa autoria (Chibás Ortiz, 2023).

Trabalhar com inovação nesse marco envolve também o combate ao que hoje a Organização Mundial da Saúde chama de infodemia (WHO, 2020; Chibás Ortiz, Novominsky, 2023) e que inclui a desinformação, *fake news*, *deep fakes*, posverdades e discurso de ódio. Essas podem ser também armas letais para a inovação.

## **2.9. O CASO DAS NARRATIVAS BIOGRÁFICAS PARA PROMOÇÃO DA DIVERSIDADE E COESÃO CULTURAL**

A interseção entre as narrativas biográficas e a Declaração Universal da UNESCO para Diversidade Cultural desempenha um papel crucial no contexto das Cidades MIL da UNESCO. As narrativas biográficas, ao contarem as histórias pessoais e coletivas das pessoas que habitam esses espaços urbanos, permitem uma compreensão mais profunda e matizada da diversidade cultural presente nessas comunidades. Elas servem como um meio de resgate da memória, de valorização das experiências individuais e de reconhecimento da pluralidade de identidades e trajetórias de vida que moldam a riqueza cultural das cidades (Pereira, S., Alexino Ferreira, R., Fernandes-Marcos, A., 2023).

Ao mesmo tempo, a Declaração Universal da UNESCO para Diversidade Cultural oferece um arcabouço normativo e ético para garantir que a diversidade cultural seja respeitada, protegida e promovida em todas as esferas da vida urbana. Ao adotar os princípios contidos nessa declaração, as Cidades MIL da UNESCO se comprometem a combater a discriminação, a exclusão e a intolerância, e a promover a igualdade de direitos e oportunidades para todos os grupos culturais.

A integração das narrativas biográficas e dos princípios da Declaração Universal da UNESCO para Diversidade Cultural nas políticas e práticas das Cidades MIL permite o fortalecimento de uma cultura de respeito mútuo, diálogo intercultural e inclusão social. As histórias pessoais e coletivas, ao serem compartilhadas e celebradas, ajudam a construir pontes entre diferentes grupos e comunidades, promovendo a compreensão mútua e a valorização da diversidade como um ativo fundamental para o desenvolvimento sustentável e a coesão social. Além disso, a promoção da diversidade cultural com base nos princípios da declaração da UNESCO contribui para a construção de cidades mais democráticas, justas e pacíficas. O reconhecimento e valorização das múltiplas expressões culturais presentes nas Cidades MIL fortalece o senso de pertencimento e identidade dos cidadãos, incentivando o engajamento cívico, a participação ativa e a criação de espaços públicos inclusivos e acolhedores.

As narrativas biográficas e a Declaração Universal da UNESCO para Diversidade Cultural são instrumentos poderosos para a construção de uma cidade mais diversa, inclusiva e sustentável. Ao resgatar as histórias e experiências de vida das pessoas e ao promover o respeito e a valorização da diversidade cultural, as Cidades MIL se tornam

verdadeiros laboratórios de convivência harmoniosa e desenvolvimento humano integral. Por meio do reconhecimento e celebração da diversidade, essas cidades se tornam exemplos inspiradores de como a cultura pode ser um catalisador para a transformação positiva das sociedades urbanas.

## **2.10. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Temos aqui quatro autores e quatro vozes que tem abordado nas diferentes seções deste capítulo a inovação se apoiando fundamentalmente na teoria da Alfabetização Mediática e Informacional, no paradigma das Cidades MIL, Curriculum AMI e na Carta da Diversidade Cultural de UNESCO, utilizando o Sistema dos 13 Indicadores e 252 métricas das Cidades MIL, a Metodologia das 20 Barreiras à Comunicação e 5 Dimensões de Criatividade (20 BCC - 5 DCR) e a metodologia das Narrativas Biográficas, assim como suas respectivas experiências, no intuito de analisar a importância de entender a inovação nos novos espaços urbanos híbridos e em redes.

## **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Quando tratamos da inovação, estamos focando no diferencial dessa ferramenta para o crescimento e o desenvolvimento das nações e seu impacto direto nas cidades. Atualmente estamos vivendo em um mundo cada vez mais urbanizado, e as cidades tornaram-se epicentros de dinamismo, diversidade e desafios. Em conclusão, a inovação nas cidades não é apenas uma resposta aos desafios urbanos, mas uma visão para um futuro mais promissor. Ao integrar tecnologia, sustentabilidade e participação cidadã, podemos moldar espaços urbanos que não apenas enfrentam os desafios contemporâneos, mas também criam ambientes dinâmicos, inclusivos e prósperos para as gerações futuras.

As cidades MIL podem desenvolver de maneira transversal nos seus 13 indicadores a inovação utilizando ou não a IA e outras novas tecnologias. Uma etapa importante nesse processo pode ser a normatização utilizando as normas ISO existentes ou até criando outras. Mostramos aqui várias formas de aplicar esta modelo de cidade com casos, exemplos e experiências em várias partes do mundo.

Este enfoque que é uma evolução das cidades inteligentes, educativas, sustentáveis, entre outras, se ensina hoje na disciplina Diversidades poshumanas, ética e Cidades MIL de UNESCO, ministrada no PROLAM-Programa de Integração Latino-americana da Universidade de São Paulo (USP), possuindo ampla difusão em América Latina e Caribe realizada pelos próprios professores e alunos dessa unidade da USP que não são só brasileiros senão de diversos países do continente (Prolam, 2023).

O tema possui o grupo de pesquisa CRIARCOMC (Criatividade, Inovação, Comunicação, Marketing e Cidades) cadastrado no CNPq pela USP, coordenado pelos professores Mitsuru Yanaze e Felipe Chibás Ortiz, que reúne 54 integrantes entre professores e alunos dessa instituição, pesquisadores brasileiros de outras entidades e 21 renomados colaboradores estrangeiros e experts de UNESCO[2]. Dos cinco continentes. Com o presente artigo pode se contribuir ao aprofundamento das pesquisas e implementação desse enfoque .

Todos os anos com 10 edições se realiza na Havana, Cuba o Encontro Internacional cultura, comunicação, marketing e comunidade, organizado pela Universidade de Havana

e a Universidade de São Paulo (USP), que nas suas últimas quatro edições foi dedicado ao tema das Cidades MIL, o que tem contribuído a incrementar o impacto e internacionalizar o tema. O presente trabalho de pesquisa pode ser apresentado também neste fórum.

Este paradigma está começado a ser aplicado de maneira prática em diversas cidades brasileiras, como em Guarulhos, além de muitas cidades do mundo, como por exemplo, Helsinki na Finlândia, Puebla no México, Quelimane, Moçambique, etc. (GRAMMA, 2023), daí a necessidade de diagnóstico, estudo e implementação em outras cidades de Brasil de grande, médio e pequeno porte, de acordo aos recursos tecnológicos que possuam o que permitirá mais inovação prática, mas adaptada à cultura e a identidade cidadã de cada território, cidade e país. Convidamos aos leitores a responder a pergunta que no início nos faz a Sra. Audrey Azoulay, Diretora Geral de UNESCO, nos transformando em atores reais da transformação da sociedade, utilizando as novas tecnologias mas de forma inovadora, cidadã, ética e diversa.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CIAC - Centro de Investigação em Artes e Comunicação (projeto UIDB/04019/2020); à Fundação Macau (projeto Conta.ME, MF/2023/ACA/16); e ainda à Associação ARTECH-International, pelo apoio concedido.

## REFERENCIAS

- [1] BONDUK, N. **A luta pela Reforma Urbana no Brasil**. São Paulo: Casa da Cidade Edições, 2018.
- [2] CARLSSON, U. (Org.). **Understanding Media and Information Literacy, (MIL) in the Digital Age, A question of Democracy**, University of Gothenburg, Gothenburg, 2019.
- [3] CHIBÁS ORTIZ, F. **Criatividade, Inovação e Empreendedorismo: Startups e empresas digitais na Economia criativa**, São Paulo: Forte, 2019.
- [4] CHIBÁS ORTIZ, F; GRIZZLE, A; BORGES, A; RAMOS, F.; MAZZETTI, B.; SILVA JUNIOR, O. **Metrics of MIL Cities, Cultural Barriers and Artificial Intelligence analyzed under UNESCO's view: São Paulo case**. In: Yanaze, M., Chibás Ortiz, F.(Org.). From Smart Cities to MIL Cities, Metrics inspired by UNESCO's vision, ECA-USP, São Paulo, In: <https://www.unesco.org/en/media-information-literacy/mil-cities>, 2020.
- [5] CHIBÁS ORTIZ, F; MILANI ZOTTIS, Karin (2021), *Cultural Barriers to Communication (CBC) facing women entrepreneurs from BPW and overcoming conditions, in the perspective of MIL Cities*, In: **Words in Science**, No. 1, Jan-Julho, 2021.
- [6] CHIBÁS ORTIZ, F; YARNIKH, V; KOUNAKOU, E. UNESCO MIL Cities network as opportunity for development in **Africa, no IARS - International Research Journal, da Australia**. Vol. 11, No.2 , p. 10, 2021.
- [7] CHIBÁS ORTIZ, F; TEJEDOR CALVO, S; MILANI ZOTTIS, K; DIAS, A. P. **Las Ciudades Universitarias MIL como propuesta de la UNESCO para la transformación de los campus universitarios: barreras y oportunidades**, In: ad Comunica N°.25, 2023.
- [8] CHIBÁS ORTIZ, F; NOVOMINSKY, S. Literacy and Digital Citizenship (Introduction)l. In: Chibás Ortiz, F, Novominsky, S., (Org.) Navigating the Infodemic with MIL(Media and Information Literacy), Montevideo, Uruguay,: UNESCO and Public Defender of Argentina, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385748>, 2023.
- [9] FERNANDES-MARCOS, A.; PEREIRA, S.; ALEXINO FERREIRA, R. "A narrativa pessoal audiovisual: instrumento de afirmação social e de diversidade cultural no contexto do desenvolvimento humano sustentável". In livro "Cinema Negro – Uma revisão crítica das linguagens. 18ª Mostra Internacional de Cinema Negro", Celso Prudente & Rogério de Almeida (Eds.), FEUSP, São Paulo, 2022.

- [10] GRIZZLE, A. **Ciudadanos AMI: Informados, comprometidos, empoderados**. Gotemburgo: UNESCO, 2020.
- [11] FRAU-MEIGS, D. **Preliminary reflections. Check the prophecy. Media and Information Literacy to tackle economic, social and gender inequalities**. In: Chibás Ortiz, F, Novominsky, S., (Org.) *Navigating the Infodemic with MIL(Media and Information Literacy)*, MONTEVIDEO, URUGUAY. **UNESCO and Public Defender of Argentina**, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385748>, 2023.
- [12] MURATOVA, N; GRIZZLE, A; MIRZAKHMEDOVA, D. **Alfabetización mediática e informacional en el periodismo: Manual para periodistas y docentes de periodismo**, UNESCO. Disponível em: [https://en.unesco.org/sites/default/files/mil\\_eng.pdf](https://en.unesco.org/sites/default/files/mil_eng.pdf), 2021.
- [13] PEREIRA, S; ALEXINO FERREIRA, R.; FERNANDES-MARCOS, A. **A narrativa audiovisual nas redes sociais: artefacto filmico de média-arte digital de intervenção sociocultural**. In 11th International Conference on Digital and Interactive Arts (ARTECH 2023), November 28–30, Faro, Portugal. ACM, New York, NY, USA, 7 pages, 2023.
- [14] PROLAM. **Disciplina Diversidades poshumanas, Ética e Cidades MIL de UNESCO, na perspectiva de América Latina e Caribe**. Disponível em: <https://eaulas.usp.br/portal/course.action;jsessionid=83E7D3B8081D5D49E98194591C11E327?course=35083>, 2023.
- [15] SCOLARI, C. A. **Rethink interfaces in times of pandemic**. In: Chibás Ortiz, F, Novominsky, S., (Org.) *Navigating the Infodemic with MIL (Media and Information Literacy)*, Montevideo, Uruguay.: **UNESCO and Public Defender of Argentina**. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385748>, 2023.
- [16] SUZUKI, J., CHIBÁS ORTIZ, F., DIAS, A. P. **Cidades MIL: perspectivas para o planejamento urbano na América Latina**. In: SUZUKI, Julio, NEPOMUCENO, Ma. Margarida, Cintra, ARAUJO, Gilvan de, A dimensão cultural nos processos de integração entre países da América Latina, PROLAM-USP, São Paulo, 2021.
- [17] UN - Department of Economic and Social Affairs. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>, 2015.
- [18] UN. **United Nations Secretary-general’s Road map for digital cooperation**. Disponível em: <https://www.un.org/en/content/digital-cooperation-roadmap/>, 2020.
- [19] UN. **Seventy-fifth session Agenda item 56 Questions relating to information, Resolution adopted by the General Assembly on 25 March 2021**. Disponível em: <https://undocs.org/en/A/RES/75/267>, 2021.
- [20] UNESCO. **What is MIL City?** In: <https://en.unesco.org/globalmilweek2018/milcity>, 2018.
- [21] UNESCO. **Global Framework for Media and Information Literacy Cities (MIL Cities)**. Disponível em: [https://en.unesco.org/sites/default/files/global\\_framework\\_for\\_mil\\_cities.pdfq](https://en.unesco.org/sites/default/files/global_framework_for_mil_cities.pdfq), 2019.
- [22] UNESCO. **Belgrade Recommendations on Draft Global Standards for Media and Information Literacy Curricula Guidelines - Recomendaciones de Belgrado de la UNESCO sobre el proyecto de normas mundiales para las directrices curriculares de alfabetización mediática e informacional**. Disponível em: [https://en.unesco.org/sites/default/files/belgrade\\_recommendations\\_on\\_draft\\_global\\_standards\\_for\\_mil\\_curricula\\_guidelines\\_12\\_november.pdf](https://en.unesco.org/sites/default/files/belgrade_recommendations_on_draft_global_standards_for_mil_curricula_guidelines_12_november.pdf), 2019 b.
- [23] UNESCO. **Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence**. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-ethics-artificial-intelligence>, 2021.
- [24] UNESCO. **Plataforma de Cidades de UNESCO**. Disponível em: [https://en.unesco.org/sites/default/files/pamphlet\\_-\\_unesco\\_cities\\_platform-v2-en.pdf](https://en.unesco.org/sites/default/files/pamphlet_-_unesco_cities_platform-v2-en.pdf), 2022.
- [25] WORLD HEALTH ORGANIZATION –WHO (2020). **WHO PUBLIC HEALTH RESEARCH AGENDA FOR MANAGING INFODEMICS**. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240019508>. Acesso: 16 de julho de 2023.

[www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)  
[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)



@editorapoisson 

editorapoisson 