



ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
DOUTORADO PROFISSIONAL EM POLÍTICAS PÚBLICAS

RAQUEL DE ASSIS MAYRINK

**POLÍTICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO
BRASIL E NA OCDE: UMA ABORDAGEM COMPARADA**

Brasília

2025

RAQUEL DE ASSIS MAYRINK

**POLÍTICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO
BRASIL E NA OCDE: UMA ABORDAGEM COMPARADA**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Doutorado em Políticas Públicas da Escola Nacional de Administração Pública como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Políticas Públicas.

Área de concentração: Ciências Políticas

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Costa
Cavalcante

Brasília
2025

M4743p Mayrink, Raquel de Assis
 Políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil e na
 OCDE: uma abordagem comparada / Raquel de Assis
 Mayrink. -- Brasília: Enap, 2025.
 175 f.: il.

 Tese (Doutorado – Programa de Doutorado em Políticas
 Públicas) -- Escola Nacional de Administração Pública, 2025.

 Orientação: Prof. Dr. Pedro Luiz Costa Cavalcante
 1. Políticas públicas. 2. Ciência. 3. Tecnologia. 4.
 Inovação. I. Título. II. Cavalcante, Pedro Luiz Costa orient.

CDD 320.6

Bibliotecária: Kelly Lemos da Silva – CRB1/1880

**ATA DA BANCA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE
DOUTORADO PROFISSIONAL EM POLÍTICAS PÚBLICAS**

Aluno (a): Raquel de Assis Mayrink

Ano de Ingresso: 2021

Título da Tese: Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil e na OCDE: Uma abordagem comparada.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Costa Cavalcante

Avaliadores: Prof. Dr. Roberto Rocha Coelho Pires

Prof. Dr. Felix Garcia Lopez Júnior

Prof. Dr. Jackson Silvano De Toni

Prof. Dr. Ronaldo Alves Nogueira

Avaliação:

[☐] Aprovada

[☒] Aprovada com ressalvas

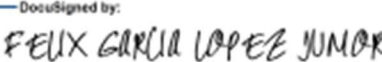
[☐] Reprovada

Brasília, 18 de junho de 2025

DocuSigned by:

716E2052B6B6495...

Avaliador

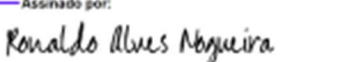
DocuSigned by:

51D8702B50B6E49F...

Avaliador

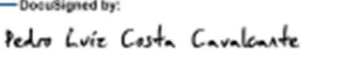
DocuSigned by:

8690352C282D41F...

Avaliador

Assinado por:

F03A9BE368B84F1...

Avaliador

DocuSigned by:

D5BF4C9F1F54FC...

Orientador

"No entanto, se um ou alguns tiverem avançado com sucesso, muitas das dificuldades desaparecem. Outros podem então seguir esses pioneiros, como claramente farão sob o estímulo do sucesso agora atingível. O sucesso deles novamente torna mais fácil, por meio da remoção cada vez mais completa dos obstáculos, que mais pessoas sigam o exemplo, até que finalmente a inovação se torne familiar e a aceitação dela uma questão de livre escolha".

Joseph Alois Schumpeter (1934)

AGRADECIMENTOS

A Alice e Laura, minhas filhas e minhas maiores fontes de motivação para buscar melhorar sempre.

Ao Marcelo, meu marido, por me amparar e me entender nos momentos de ausência.

A Mário e Maura, meus pais, por me apoiarem e acreditarem nas minhas ações.

Aos amigos, colegas de doutorado e de trabalho pela força e por me escutarem em meus momentos de dúvida.

Ao professor Pedro Cavalcante, meu orientador, por todos os ensinamentos e orientações que tanto me ajudaram na realização deste trabalho.

Aos professores que participaram da banca de qualificação e de defesa, que forneceram sugestões importantes para enriquecer a tese.

Aos demais professores da ENAP pelos valiosos ensinamentos.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

A interseção entre ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e políticas públicas representa um campo fértil para o avanço do conhecimento e o desenvolvimento socioeconômico. Dessa forma, o tema desta tese são as políticas públicas de CT&I e o objetivo geral da tese foi analisar o desenho das políticas públicas de CT&I no Brasil e na OCDE, explorando suas estratégias, implementações e impactos no panorama global. Através de uma abordagem comparativa, esta pesquisa buscou contribuir para a compreensão das dinâmicas de CT&I e das políticas públicas que as moldam. Ao investigar as semelhanças e diferenças entre os contextos brasileiro e da OCDE, foi possível identificar lições aprendidas, melhores práticas e desafios persistentes. O estudo se propôs a desenvolver uma pesquisa qualitativa sobre as políticas públicas de CT&I de cinco países: Brasil, Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália. Para realizar a pesquisa, foi adotada uma abordagem comparada que analisou as políticas de CT&I dos países a partir do modelo de análise de *policy mix* proposto por Rogge e Reichardt (2016) e da tipologia de Edler *et al.* (2016). Foram analisados os quesitos processos de políticas, estratégia política e instrumentos das políticas de CT&I. Constatou-se que não há um modelo único de sucesso, mas países com ecossistemas robustos compartilham estabilidade institucional, clareza estratégica e forte coordenação entre governo, setor produtivo e academia. No Brasil, prevaleceu historicamente uma abordagem voltada à oferta, com foco na formação acadêmica e infraestrutura científica, porém insuficiente para os desafios contemporâneos. Identificou-se uma frágil articulação entre CT&I e objetivos nacionais de desenvolvimento, escassez de políticas orientadas à demanda e baixa integração intersetorial. Em contraste, países como Alemanha, Coreia do Sul e EUA adotam políticas orientadas por missões, combinando instrumentos de oferta e demanda de forma coordenada. O estudo conclui que o Brasil precisa institucionalizar a CT&I como política de Estado, fortalecendo a governança, garantindo financiamento estável e promovendo uma cultura de valorização da ciência. A construção de um ecossistema inovador requer estratégias alinhadas às especificidades nacionais, com foco na resolução de problemas complexos.

Palavras-chave: Ciência, tecnologia e inovação; políticas públicas; análise comparada; *policy mix*.

ABSTRACT

The intersection of science, technology, and innovation (ST&I) and public policy represents a fertile ground for advancing knowledge and promoting socioeconomic development. Accordingly, the subject of this dissertation is public policies in ST&I, with the general objective of analyzing the design of public policies for ST&I in Brazil and OECD countries, exploring their strategies, implementation processes, and impacts in the global context. Through a comparative approach, this research aims to contribute to the understanding of ST&I dynamics and the public policies that shape them. By examining similarities and differences between the Brazilian context and that of the OECD, it was possible to identify lessons learned, best practices, and persistent challenges. This study undertook a qualitative investigation of ST&I public policies in five countries: Brazil, Germany, South Korea, the United States, and Australia. To conduct the research, a comparative approach was employed, drawing on the policy mix analysis model proposed by Rogge and Reichardt (2016) and the typology developed by Edler et al. (2016). The study analyzed policy processes, strategic orientation, and policy instruments in ST&I. The findings indicate that there is no single model for success; however, countries with robust innovation ecosystems share common traits such as institutional stability, strategic clarity, and strong coordination between government, industry, and academia. In Brazil, a historically supply-side approach has prevailed, focusing on academic training and scientific infrastructure, yet proving insufficient to meet contemporary challenges. The research identified weak alignment between ST&I and national development goals, a scarcity of demand-oriented policies, and limited cross-sectoral integration. In contrast, countries such as Germany, South Korea, and the United States have adopted mission-oriented policies, combining supply- and demand-side instruments in a coordinated manner. The study concludes that Brazil must institutionalize ST&I as a state policy, strengthen governance mechanisms, ensure stable funding, and foster a culture that values science. Building an innovative ecosystem requires strategies tailored to national specificities and oriented toward solving complex problems.

Keywords: Science, technology and innovation; public policy; comparative analysis; policy mix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura dos indicadores do IGI

Figura 2 - Pilar capital humano e pesquisa

Figura 3 - Modelo de análise de *policy mix*

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pontuações no pilar capital humano e pesquisa, de países selecionados, nos anos de 2022 a 2024

Gráfico 2 - Pontuações no subpilar pesquisa e desenvolvimento do pilar capital humano e pesquisa, de países selecionados, nos anos 2022 a 2024

Gráfico 3 – Presença dos instrumentos nas políticas analisadas

Gráfico 4 - Proporção de instrumentos voltados para a oferta e para a demanda

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Taxonomia dos instrumentos de política de inovação

Quadro 2 – Documentos selecionados das políticas públicas de CT&I

Quadro 3 – Principais políticas públicas de CT&I no Brasil no período de 2019 a 2023

Quadro 4 – Principais políticas públicas de CT&I nos Estados Unidos no período de 2019 a 2023

Quadro 5 – Principais políticas públicas de CT&I na Alemanha no período de 2019 a 2023

Quadro 6 – Principais políticas públicas de CT&I na Coreia do Sul no período de 2019 a 2023

Quadro 7 – Principais políticas públicas de CT&I na Austrália no período de 2019 a 2023

Quadro 8 – Análise comparada das políticas públicas de CT&I nos países selecionados no quesito estratégia política

Quadro 9 – Análise comparada das políticas públicas de CT&I nos países selecionados no quesito instrumentos

Quadro 10 – Análise comparada das políticas públicas de CT&I nos países selecionados no quesito processos de políticas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Brasil e Estados Unidos: distribuição do investimento público federal em CT&I (2023)

Tabela 2 – Alemanha: distribuição do investimento público federal em CT&I (2023)

Tabela 3 – Distribuição dos investimentos em CT&I da Coreia do Sul, por setor econômico, em 2024

Tabela 4 – Distribuição dos investimentos em CT&I por setor econômico na Austrália, em 2023

Tabela 5 – Análise Comparada dos Investimentos em CT&I em valores brutos e como percentual do PIB no período de 2019 a 2023

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
INTRODUÇÃO	13
1.1. Justificativa	14
1.2. Objetivos geral e específicos	16
1.3. Desempenho inovador dos países	18
1.4. Pilar capital humano e pesquisa	21
1.5. Países abordados na tese	26
1.6. Organização da tese	28
CAPÍTULO 2	29
POLÍTICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	29
2.1. <i>Policy design e policy mix</i>	31
2.2. Análise de <i>policy mix</i>	33
2.3. Tipologia de Edler	40
CAPÍTULO 3	44
ASPECTOS METODOLÓGICOS	44
3.1. Seleção das políticas públicas de CT&I	46
3.2. Análise das políticas públicas de CT&I	51
CAPÍTULO 4	56
POLÍTICAS PÚBLICAS DE CT&I NOS PAÍSES SELECIONADOS	56
4.1. BRASIL	56
4.1.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023	57
4.1.2. Análise das políticas públicas de CT&I no Brasil	52
4.2. ESTADOS UNIDOS	69
4.2.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023	71
4.2.2. Análise das políticas públicas de CT&I nos Estados Unidos	74
4.3. ALEMANHA	78
4.3.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023	79

4.3.2. Análise das políticas públicas de CT&I na Alemanha.....	83
4.4. COREIA DO SUL.....	88
4.4.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023.....	90
4.4.2. Análise das políticas públicas de CT&I na Coreia do Sul.....	92
4.5. AUSTRÁLIA.....	96
4.5.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023.....	98
4.5.2. Análise das políticas públicas de CT&I na Austrália.....	99
4.6. ANÁLISE COMPARADA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CT&I NOS PAÍSES SELECIONADOS.....	101
CAPÍTULO 5.....	160
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	160
CAPÍTULO 6.....	171
REFERÊNCIAS.....	171

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A interseção entre ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e políticas públicas representa um campo fértil para o avanço do conhecimento e o desenvolvimento socioeconômico. No contexto das economias emergentes e dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), as políticas de CT&I assumem um papel central na promoção da competitividade global e na resposta aos desafios contemporâneos. O tema desta tese são as políticas públicas de CT&I no Brasil e na OCDE, explorando suas estratégias, implementações e impactos no panorama global.

O Brasil, uma nação com aspirações de se consolidar como uma potência científica e tecnológica, tem enfrentado desafios únicos que refletem sua complexidade social, econômica e política. As políticas de CT&I brasileiras são marcadas por uma busca constante de equilíbrio entre a necessidade de inovação e as limitações impostas por um ambiente em desenvolvimento. Por outro lado, os países da OCDE, com seus sistemas de CT&I mais estabelecidos, oferecem um contraponto interessante em termos de políticas maduras e estruturadas, que podem servir tanto de modelo quanto de contraste para o caso brasileiro.

As políticas de CT&I no Brasil enfrentam desafios para se consolidar como política de Estado, mas têm evoluído para responder às necessidades de um ambiente em constante mudança, com foco na sustentabilidade e superação de desafios sociais. Isso reflete a complexidade e a dinâmica das políticas de CT&I no Brasil, que continuam a evoluir para atender às demandas de um país em desenvolvimento e a um contexto global em transformação.

A OCDE, por sua vez, destaca que, apesar da recessão econômica global em 2020, não houve retração dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) nos países membros. Pelo contrário, houve um crescimento nos investimentos, refletindo a importância dada à CT&I como motor de desenvolvimento e resposta a desafios globais.

As políticas públicas de CT&I nos países membros da OCDE são projetadas para impulsionar o crescimento econômico, a competitividade e o bem-estar social. Atualmente, essas políticas enfatizam os seguintes aspectos: investimento em P&D; inovação aberta e colaborativa; sustentabilidade e desafios globais; digitalização e tecnologias emergentes; desenvolvimento de capital humano e governança e avaliação de políticas.

Esses elementos são fundamentais para entender como as políticas de CT&I estão sendo moldadas nos países da OCDE para enfrentar os desafios atuais e futuros, mantendo a inovação e o desenvolvimento sustentável no centro das agendas nacionais e internacionais.

A OCDE é composta por 38 países membros. Esses membros incluem economias avançadas e alguns países emergentes, que possuem realidades muito distintas em diversos aspectos, o que dificulta a comparação entre eles. Por esse motivo, para viabilizar a abordagem comparada adotada nesta tese, foram selecionados alguns países que fazem parte da OCDE para compor este estudo. Essas nações foram escolhidas com base nos indicadores do Índice Global de Inovação. A estrutura do Índice e os critérios de escolha dos países para compor o estudo são explicados mais a frente nesta tese.

Diante do exposto, essa tese busca responder às seguintes questões de pesquisa:

1. Como alguns países estruturam suas políticas de CT&I para que elas repercutam em capacidade de inovação e desenvolvimento?
2. Quais são as ações adotadas por esses países para garantir a resiliência das políticas públicas de CT&I?
3. Por que o Brasil apresenta dificuldades no desenho e implementação das políticas públicas de CT&I?
4. Como o Brasil pode alcançar o nível de políticas públicas de CT&I dos países líderes em inovação no mundo?

1.1. Justificativa

Cavalcante (2022) explica que, embora algumas nações tenham construído um sistema de inovação estruturado e maduro, com instituições,

políticas e interações que funcionam bem, na maioria dos países prevalece o fracasso sistêmico.

Fracasso sistêmico é um conceito central na análise de políticas públicas de CT&I. Ele se refere a situações em que os elementos que compõem um sistema – como instituições, atores, fluxos de informação e instrumentos – operam de forma desarticulada ou ineficiente, comprometendo a capacidade do sistema de gerar inovação, mesmo quando há políticas e recursos disponíveis. Diferentemente dos tradicionais “fracassos de mercado”, que justificam a intervenção estatal, o fracasso sistêmico está relacionado à incapacidade do sistema como um todo de funcionar de maneira coordenada para promover o desenvolvimento e a inovação (EDQUIST, 2005; LUNDVALL, 1992).

Entre as características desse tipo de falha estão a falta de articulação entre os atores e instituições que integram o sistema de inovação, como universidades, centros de pesquisa, empresas, agências de fomento e órgãos governamentais. Em contextos marcados por baixa coordenação e mecanismos frágeis de governança, os esforços tendem a ser isolados e ineficazes. Também são comuns as lacunas estruturais, como a ausência de infraestrutura científica adequada, a escassez de capital humano qualificado, e a inexistência de marcos legais ou regulatórios que favoreçam a inovação (NELSON, 1993; CASSIOLATO; LASTRES, 2003).

Além disso, o fracasso sistêmico pode se manifestar na baixa capacidade de aprendizado coletivo, dificultando a troca e a circulação de conhecimento entre os atores. Isso prejudica a formação de redes e ecossistemas de inovação. Soma-se a isso a ineficiência no uso de instrumentos de política pública, que muitas vezes são mal calibrados, redundantes ou inadequados às necessidades específicas do contexto. Outro fator importante é a inércia institucional — estruturas burocráticas rígidas e resistentes à mudança, que dificultam a adaptação das políticas a novos desafios (MAZZUCATO, 2018).

Dessa forma, a pesquisa se justifica pela sua importância na busca por compreender os motivos que levam o governo brasileiro a fracassar no desenho e na implementação de políticas de CT&I que sejam capazes de fomentar um ambiente favorável ao desenvolvimento econômico e social do país, a despeito do notório potencial de retorno da Ciência, Tecnologia e Inovação e do fato de

que o Brasil apresenta um desempenho inovativo aquém das suas potencialidades.

A OCDE busca promover cooperação, boas práticas e políticas globais voltadas para o desenvolvimento econômico e social e o bem-estar (Thorstensen e Gullo, 2018). As políticas públicas de CT&I no Brasil serão comparadas com as políticas de CT&I na OCDE porque elas são orientadas por princípios e recomendações que visam promover a inovação, a qualidade e o impacto da ciência e da tecnologia nos países membros e parceiros. Além disso, como o Brasil está em processo de adesão à OCDE, suas políticas públicas deverão se adaptar às orientações adotadas pela Organização.

O estudo de políticas públicas a partir da abordagem comparada exercita a análise de políticas e processos utilizando a comparação como método de controle de resultados. Fortalece-se a capacidade analítica para avaliar experiências de políticas em vários níveis geográficos. Elementos históricos, políticos, econômicos e sociais são incorporados para compreender os diferentes tipos de evolução das políticas públicas, bem como as características que em diferentes contextos apresentam mudanças no papel das organizações e serviços públicos (BULCOURF; CARDOZO, 2008).

A abordagem comparada entre o Brasil e países com resultados distintos permitirá identificar semelhanças e diferenças na estruturação das políticas públicas de CT&I. Isso possibilitará a geração de conhecimento empiricamente válido para fomentar o debate acadêmico e para fornecer subsídios a fim de qualificar os processos decisórios estratégicos acerca das políticas de CT&I.

Cavalcante (2023) afirma que o estudo de casos de sucesso reforça a ideia de que o desenvolvimento econômico sustentável dos países não depende de fatores aleatórios ou acidentais, mas sim de ações amplas e flexíveis do governo e de outros agentes voltadas para o aumento da competitividade e da capacidade de inovação em uma economia. Dessa forma, a comparação com casos de destaque no contexto internacional ajudará a identificar os impasses e gargalos na formulação e implementação de políticas públicas de CT&I e os desafios da construção da capacidade inovadora no Brasil.

1.2. Objetivos geral e específicos

Para alcançarem um elevado crescimento econômico, os países em desenvolvimento devem aumentar as suas atividades de CT&I. A experiência dos países desenvolvidos mostrou que os Estados líderes em atividades de inovação e P&D têm um crescimento econômico mais elevado (Bayarçelik e Taşel, 2012).

Diante desse fato e de tudo que foi exposto neste trabalho, **o objetivo geral da pesquisa é analisar comparativamente os desenhos das políticas públicas de CT&I do Brasil e de países selecionados da OCDE (Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália), buscando descrever as disparidades das políticas entre os países e analisar as dificuldades e barreiras que afetam as políticas de CT&I no Brasil.**

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Contrastar os instrumentos das políticas públicas de CT&I no Brasil e nos países selecionados da OCDE (Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália).
- Contrapor os processos das políticas públicas de CT&I no Brasil e nos países selecionados da OCDE.
- Examinar as estratégias das políticas públicas de CT&I no Brasil e nos países selecionados da OCDE.
- Analisar as diferenças e semelhanças entre as políticas públicas de CT&I no Brasil e nos países selecionados da OCDE, como forma de mostrar o que precisa ser modificado nas políticas de CT&I brasileiras para que elas possam alcançar o nível de excelência de países líderes em CT&I.

Através de uma abordagem comparativa, esta pesquisa buscou contribuir para a compreensão das dinâmicas de CT&I e das políticas públicas que as moldam. Ao investigar as semelhanças e diferenças entre os contextos brasileiro e da OCDE, foi possível identificar lições aprendidas, melhores práticas e desafios persistentes.

As diferenças nos desenhos das políticas de CT&I não se limitam a aspectos formais ou administrativos. Elas refletem escolhas estratégicas e finalísticas dos formuladores de políticas, e estão diretamente relacionadas aos objetivos que cada país ou instituição deseja alcançar no campo da CT&I. Um

desenho mais orientado ao fortalecimento do sistema, por exemplo, tende a priorizar a criação de capacidades institucionais, o financiamento de infraestrutura científica e o estímulo à formação de recursos humanos. Já um desenho voltado à solução de desafios socioeconômicos específicos pode adotar abordagens orientadas à missão, com foco na articulação intersetorial e em resultados mais diretos para a sociedade.

Compreender essas diferenças é essencial para avaliar a coerência e a efetividade das políticas adotadas. O desenho da política determina, por exemplo, quais instrumentos serão utilizados, quais atores serão mobilizados, qual será o arranjo de governança, e como os resultados serão medidos. Assim, as variações nos desenhos não são apenas reflexo de contextos institucionais ou históricos distintos, mas expressam visões de desenvolvimento, modelos de Estado e prioridades políticas. Analisar essas diferenças permite identificar quais estratégias têm maior potencial de gerar inovação com impacto, orientar o aprimoramento de políticas existentes e apoiar a formulação de novas políticas mais eficazes e alinhadas às necessidades sociais e econômicas.

Esta tese mostrou uma visão abrangente das políticas de CT&I, permitindo uma compreensão profunda das estratégias e dos resultados alcançados tanto no Brasil quanto nos países membros da OCDE. A análise buscou não apenas identificar os sucessos e desafios, mas também propor caminhos para o aprimoramento das políticas e práticas atuais. Com isso, espera-se não apenas fornecer uma análise acadêmica robusta, mas também oferecer recomendações práticas para formuladores de políticas, pesquisadores e demais *stakeholders* envolvidos no ecossistema de CT&I, além de contribuir para o debate sobre o papel das políticas de CT&I no desenvolvimento nacional e internacional.

1.3. Desempenho inovador dos países

A comparação de desempenho inovador entre países é fundamental para compreender as dinâmicas do desenvolvimento econômico e tecnológico em escala global. Essa análise comparativa permite revelar padrões e desigualdades, além de destacar os fatores que favorecem ou dificultam o avanço da inovação em diferentes contextos nacionais. Um dos instrumentos

mais completos para essa finalidade é o Índice Global de Inovação (IGI), criado em 2007 pelo INSEAD e pela revista *World Business*. Com apoio de instituições como a Organização Mundial da Propriedade Intelectual e a Universidade Cornell, o IGI tem sido publicado anualmente e oferece uma abordagem mais ampla e diversificada sobre inovação, indo além dos indicadores tradicionais.

O IGI é uma ferramenta estatística sólida e reconhecida internacionalmente, que visa mapear os pontos fortes e fracos das economias no campo da inovação. Ele serve de base para a formulação de políticas públicas mais assertivas, ao permitir comparações entre países e acompanhar tendências regionais e globais. O índice contribui de maneira significativa para a análise estratégica e para o aprimoramento contínuo das políticas de inovação, incorporando novas métricas e perspectivas para melhor compreender e fomentar o progresso inovador em escala mundial.

No entanto, apesar de sua ampla utilização por governos, instituições e organismos multilaterais, o IGI é alvo de diversas críticas em relação à sua metodologia e capacidade de refletir com precisão as dinâmicas reais dos sistemas nacionais de inovação. Uma das principais limitações está na escolha e na padronização dos indicadores, que muitas vezes favorecem países com sistemas estatísticos mais consolidados e acesso a dados mais robustos. Isso gera viés em favor de economias desenvolvidas, cujas estruturas de mensuração estão mais alinhadas aos parâmetros adotados, em detrimento de países em desenvolvimento, cujos sistemas de inovação podem ser mais informais, desiguais e institucionalmente fragmentados (CASSIOLATO; LASTRES, 2003).

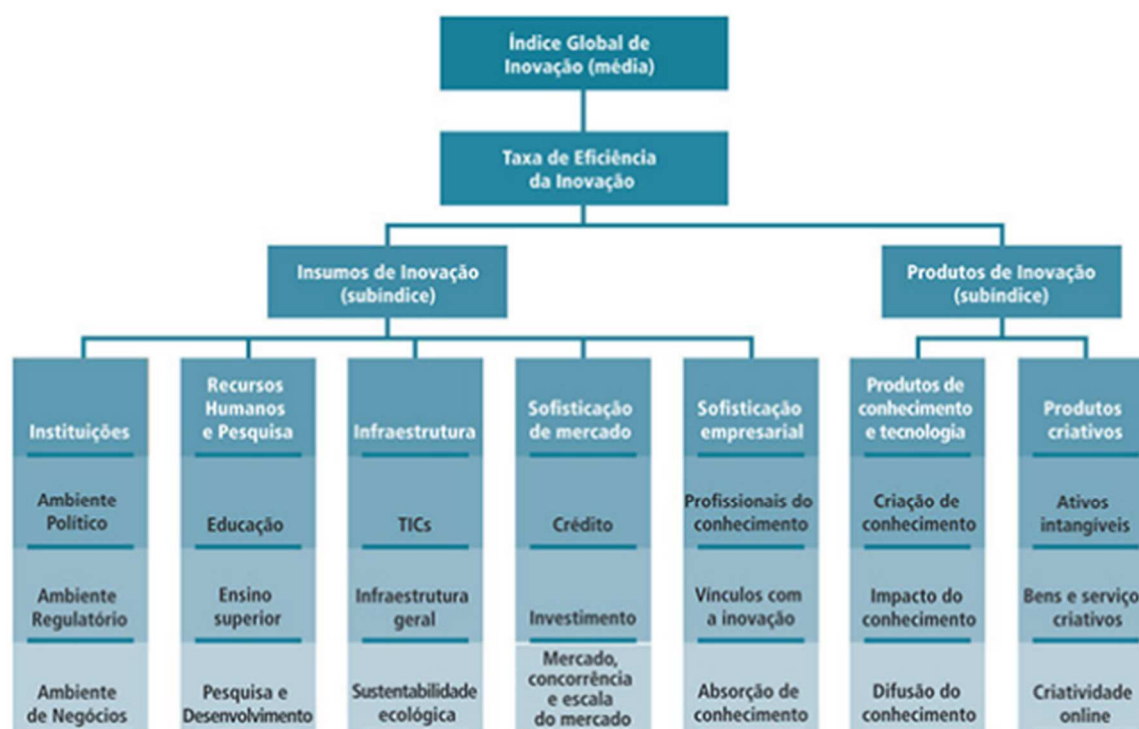
Além disso, o IGI tende a valorizar *inputs* formais da inovação — como investimento em P&D, número de patentes, publicações científicas e capital humano técnico — em detrimento de formas mais contextuais e sociais de inovação, como aquelas baseadas em aprendizado prático, tecnologias sociais ou inovação incremental em pequenas empresas. Esse enfoque pode invisibilizar trajetórias de inovação relevantes em economias periféricas. Outra limitação importante é a comparabilidade internacional dos dados, pois há discrepâncias significativas na qualidade e disponibilidade de informações entre os países, o que compromete a consistência dos rankings. Também se critica o excesso de agregação dos dados, que pode mascarar dinâmicas regionais e

setoriais relevantes dentro dos países, além de enfraquecer a utilidade do índice para orientar políticas públicas específicas (EDQUIST, 2005; GODIN, 2004).

Apesar das críticas, o IGI desempenha um papel relevante ao incentivar países, especialmente aqueles com economias de menor e médio rendimento, a priorizarem políticas e estratégias voltadas à inovação. Ele permite a avaliação e comparação do desempenho dos sistemas nacionais de inovação de 132 países, que juntos representam a maior parte da população e da economia mundial. Utilizando indicadores que abrangem áreas como instituições, capital humano, infraestrutura, mercado e sofisticação empresarial, o índice também mede os resultados da inovação por meio da produção de conhecimento, tecnologia e produtos criativos. Por isso, o IGI se consolidou como uma ferramenta essencial para formuladores de políticas públicas, líderes empresariais e estudiosos da inovação.

O Índice possui a seguinte estrutura:

Figura 1 - Estrutura dos indicadores do IGI.



Fonte: Cavalcante, 2023.

O IGI é calculado a partir da média de dois subíndices principais: “Insumos de inovação” e “Produtos de inovação”. O primeiro subíndice avalia os elementos

estruturais da economia que permitem e incentivam a inovação, organizados em cinco pilares: instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação do mercado e sofisticação empresarial. Esses pilares abrangem desde aspectos políticos e educacionais até o dinamismo do setor privado e o acesso à infraestrutura e ao financiamento, compondo um panorama completo das condições que favorecem o ambiente inovador em cada país.

O subíndice “Produtos de inovação” complementa a análise ao medir os resultados efetivos das atividades inovadoras. Ele é dividido em dois pilares: produtos de conhecimento e tecnologia e produtos criativos. O primeiro inclui indicadores como patentes, publicações científicas, exportações de alta tecnologia e *softwares*, enquanto o segundo considera ativos intangíveis, marcas, produção artística e exportações criativas. Apesar de conter apenas dois pilares, esse subíndice tem o mesmo peso na pontuação global do IGI, ressaltando que não basta ter condições favoráveis à inovação — é essencial transformar esse potencial em resultados concretos e mensuráveis.

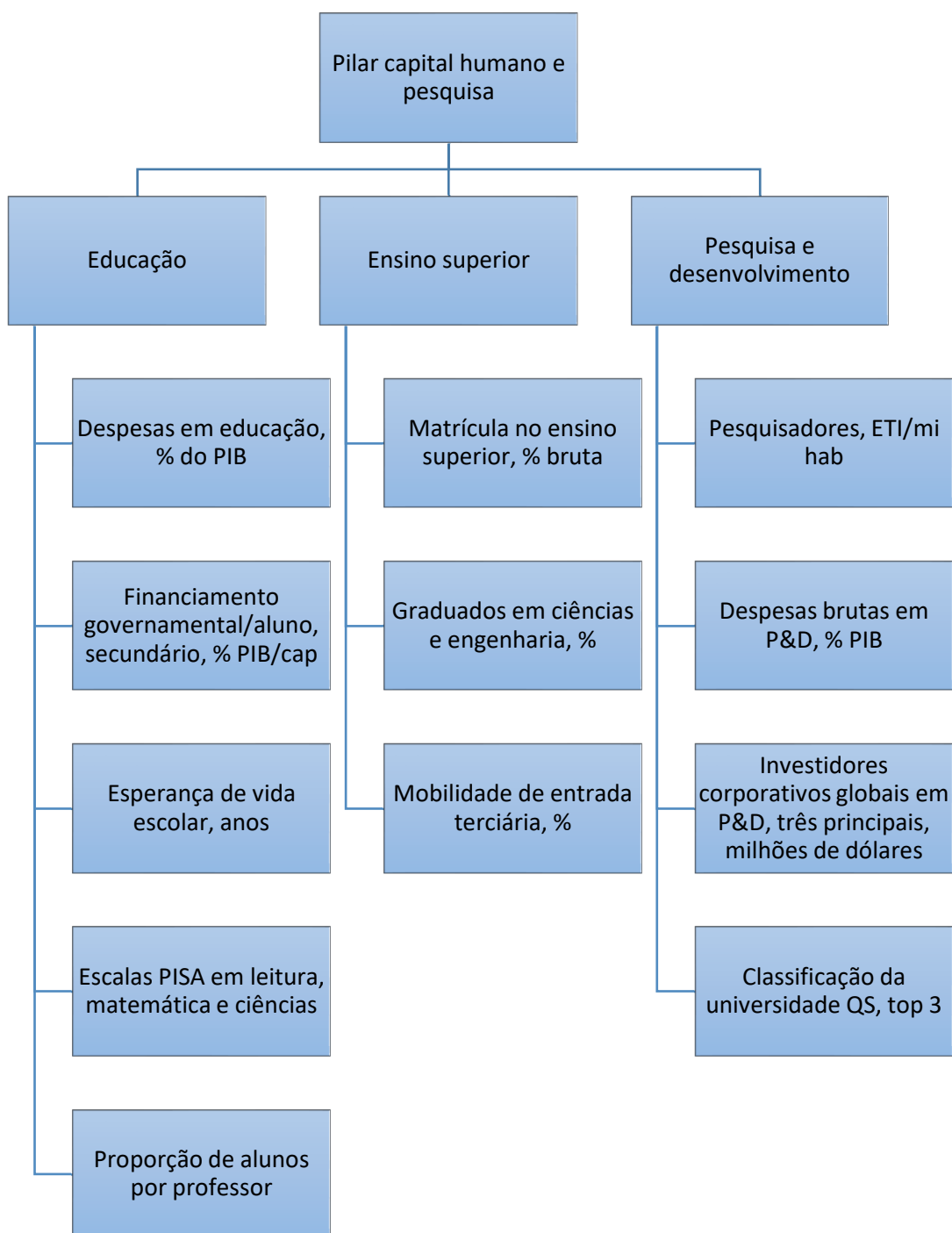
Como o tema da tese são as políticas públicas de CT&I, o pilar capital humano e pesquisa será abordado com mais detalhes no próximo tópico.

1.4. Pilar capital humano e pesquisa

O nível e o padrão da atividade educativa e de investigação em uma economia são determinantes primordiais da capacidade de inovação de uma nação. Esse pilar tenta avaliar os recursos humanos das economias.

O pilar capital humano e pesquisa possui a seguinte estrutura:

Figura 2 - Pilar capital humano e pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

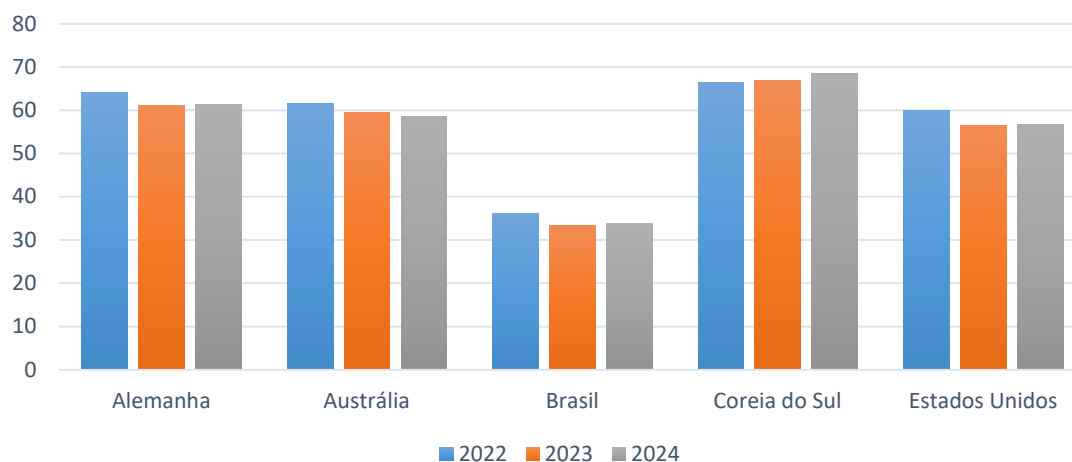
Conforme pode ser visto na figura acima, o pilar capital humano e pesquisa é formado por três subpilares: educação, ensino superior e pesquisa e desenvolvimento.

O subpilar educação inclui uma combinação de indicadores destinados a captar os resultados alcançados nos níveis de ensino primário e secundário. O

subpilar do ensino superior é importante para que as economias possam avaliar e avançar na cadeia de valor para além dos simples processos e produtos de produção. O último subpilar, relativo à P&D, mede o nível e a qualidade das atividades de P&D.

O gráfico abaixo mostra as pontuações de alguns países, no pilar capital humano e pesquisa, nos anos 2022, 2023 e 2024:

Gráfico 1 - Pontuações no pilar capital humano e pesquisa, de países selecionados, nos anos de 2022 a 2024



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 1 revela uma discrepância significativa entre as pontuações do Brasil e dos demais países no pilar capital humano e pesquisa. Enquanto o Brasil não alcançou o *score* 40 em nenhum dos três anos avaliados, os outros países mantiveram pontuações acima de 50. Esse desempenho fraco evidencia desafios estruturais do Brasil em educação, qualificação profissional e pesquisa científica, sugerindo a necessidade de políticas mais eficazes, maior financiamento e melhor articulação entre academia e setor produtivo.

A Coreia do Sul foi o único país a apresentar crescimento contínuo ao longo dos anos, destacando-se como referência na construção de uma estratégia bem-sucedida em capital humano e pesquisa. Em contraste, Alemanha, Brasil e Estados Unidos registraram queda de 2022 para 2023, com estabilidade em 2024, enquanto a Austrália mostrou quedas consecutivas. Esses resultados indicam que, mesmo países líderes enfrentam dificuldades para

manter seu desempenho, muitas vezes refletindo mudanças políticas ou orçamentárias.

O destaque da Coreia do Sul sugere que investimentos consistentes e políticas integradas são fundamentais para o sucesso no desenvolvimento de capital humano e pesquisa. Para o Brasil, a experiência sul-coreana reforça a importância de uma estratégia de longo prazo, que inclua aumento do financiamento em ciência e tecnologia, fortalecimento da educação básica e superior e estímulo à inovação.

A importância do pilar capital humano e pesquisa pode ser percebida por meio de estudos encontrados na literatura científica. Oturakci (2021) estudou a relação entre o subíndice de insumos de inovação e o subíndice de produtos de inovação por meio da análise de correlação canônica. Os dados dos relatórios anuais de 2013 a 2020 foram compilados, incluindo todos os países. De acordo com os resultados, um dos fatores mais importantes e explicativos na formação da pontuação do subíndice de insumos de inovação foi o pilar capital humano e pesquisa.

Cavalcante (2024) utilizou dados do IGI para realizar um estudo sobre os determinantes da heterogeneidade global nos resultados da inovação das nações. O estudo mostrou que os principais determinantes de desempenho da inovação em todo o mundo são a sofisticação empresarial, a sofisticação do mercado e o capital humano e a pesquisa.

O estudo também mostrou que os coeficientes de capital humano e pesquisa e infraestrutura apresentaram significância estatística e efeito positivo nos resultados inovadores das economias, o que converge com a literatura. Os efeitos estimados desses pilares sobre o subíndice de insumos de inovação foram superiores aos do subíndice de produtos de inovação, como esperado. No entanto, o efeito do pilar capital humano e pesquisa sobre o subíndice de produtos de inovação não foi estatisticamente relevante. Esse resultado diverge da literatura, que sustenta que os investimentos em educação e P&D são fatores que influenciam e possibilitam o sucesso da inovação.

As políticas educacionais não serão abordadas no presente trabalho, que irá focar apenas nas políticas de CT&I. Por esse motivo, dentre os subpilares do pilar capital humano e pesquisa, é o subpilar pesquisa e desenvolvimento que merece maior atenção nesta pesquisa.

O gráfico abaixo mostra as pontuações de alguns países, no subpilar pesquisa e desenvolvimento do pilar capital humano e pesquisa, nos anos 2022, 2023 e 2024:

Gráfico 2 - Pontuações no subpilar pesquisa e desenvolvimento do pilar capital humano e pesquisa, de países selecionados, nos anos 2022 a 2024



Fonte: Elaboração própria.

O Brasil apresenta um desempenho significativamente inferior aos demais países no subpilar P&D, com *scores* abaixo de 40 nos três anos analisados, enquanto os outros países mantiveram pontuações superiores a 60. Esse resultado reflete fragilidades estruturais, como baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento, limitada articulação entre academia e setor produtivo e insuficiente apoio governamental. Em contraste, a Coreia do Sul destacou-se com as maiores pontuações, evidenciando o sucesso de uma estratégia clara e consistente em pesquisa e desenvolvimento, sustentada por forte apoio governamental e parcerias público-privadas. O desempenho sul-coreano demonstra que o sucesso em P&D depende da continuidade de políticas e do compromisso com a inovação, fatores pouco presentes na trajetória brasileira.

Da mesma forma que ocorreu no pilar capital humano e pesquisa, os Estados Unidos tiveram uma queda de 2022 para 2023, permanecendo estáveis em 2024. A Coreia do Sul teve um crescimento de 2022 para 2023, mas

apresentou uma queda de 2023 para 2024. Essas oscilações demonstram que, mesmo entre os líderes globais, o desempenho em P&D é sensível a fatores como mudanças políticas, ajuste de prioridades e desafios econômicos. Brasil e Austrália tiveram quedas consecutivas no período estudado, o que sinaliza uma tendência de perda de competitividade em inovação. No caso do Brasil, isso reforça a necessidade de uma estratégia mais consistente para evitar retrocessos. A Alemanha, por sua vez, apresentou queda em 2023 e um pequeno aumento em 2024, sem, contudo, conseguir retomar a pontuação obtida em 2022, o que indica dificuldades para manter seu nível de liderança, possivelmente associadas a desafios de financiamento, priorização política ou mudanças no ambiente global de inovação.

1.5. Países abordados na tese

A OCDE é formada por muitos países com realidades diversas. Para que fosse viável e coerente a comparação das políticas públicas de CT&I do Brasil com os países da OCDE, foi necessário restringir a análise a alguns países da Organização. Os países da OCDE selecionados para fazerem parte da pesquisa foram: Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália.

Esses quatro países foram escolhidos por dois motivos. O primeiro motivo é o fato de que eles possuem uma grande capacidade inovadora e políticas públicas de CT&I bem estruturadas. Isso pode ser comprovado pelas boas colocações que esses países possuem no ranking do IGI. No pilar capital humano e pesquisa, a Coreia do Sul ocupa o primeiro lugar geral, seguida pela Alemanha. Todos os quatro países ocupam a primeira colocação do seu respectivo continente nesse pilar.

A comparação das políticas públicas de CT&I do Brasil com as políticas dos países líderes em CT&I é uma ferramenta importante que pode trazer conhecimentos valiosos. A comparação permite identificar estratégias eficazes que podem ser adaptadas ou replicadas em diferentes contextos socioeconômicos. Ela também permite avaliar como diferentes abordagens podem levar a resultados distintos. Além disso, a comparação entre políticas públicas de países com diferentes níveis de desenvolvimento pode inspirar

inovação e reformas nas políticas públicas, especialmente em países em desenvolvimento que buscam acelerar seu progresso.

O segundo motivo é que cada um desses países pertence a um continente diferente. A escolha de países de diferentes continentes trará maior diversidade e abrangência à pesquisa. Não foi selecionado nenhum país do continente africano porque não há nenhum país desse continente que faça parte da OCDE até o presente momento.

A definição dos países selecionados para esta pesquisa foi orientada por uma decisão metodológica estratégica: compreender, por meio de casos de sucesso, os fatores que explicam a eficácia das políticas de ciência, tecnologia e inovação em contextos distintos do brasileiro. Em vez de adotar uma abordagem baseada na semelhança estrutural, como a comparação com outros países da América Latina ou com características socioeconômicas próximas, optou-se por analisar experiências consideradas bem-sucedidas e internacionalmente reconhecidas por sua capacidade de articular ciência, inovação e desenvolvimento de forma consistente.

Essa escolha se justifica pelo interesse em investigar os mecanismos institucionais, os instrumentos de política e os arranjos de governança que permitiram a esses países obter resultados concretos na promoção da inovação. A ideia central não é reproduzir modelos externos, mas identificar os fundamentos e as estratégias que viabilizaram o sucesso dessas experiências, de modo a contrastá-los com a realidade brasileira — marcada por descontinuidades, baixa coordenação federativa e fragilidade na integração entre os atores do sistema nacional de inovação.

A comparação com países de alto desempenho permite lançar luz sobre o que falta ou não funciona no caso brasileiro. Mais do que revelar deficiências, esse contraste busca compreender por que, mesmo com avanços importantes em marcos legais e na expansão da capacidade científica, o Brasil ainda enfrenta dificuldades recorrentes em transformar conhecimento em inovação e competitividade. Assim, a análise comparativa funciona como um instrumento para revelar as escolhas estratégicas, os investimentos públicos sustentados e as estruturas institucionais que diferenciam os casos de sucesso dos contextos em que o potencial científico não se converte plenamente em desenvolvimento tecnológico e econômico.

1.6. Organização da tese

Além desta introdução, este estudo possui mais cinco capítulos. O capítulo 2 descreve o debate teórico sobre políticas públicas de CT&I. Nele constam algumas definições conceituais sobre ciência, tecnologia e inovação e a importância das políticas de CT&I para impulsionar a transformação das economias e sociedades para enfrentar diversos desafios. O capítulo também aborda o debate teórico sobre *policy design* e *policy mix*. São explicadas as definições desses conceitos e como eles podem ser utilizados nos estudos de políticas públicas. No capítulo também é tratado da análise dos instrumentos das políticas de inovação de acordo com a tipologia proposta por Edler *et al.* (2016).

O capítulo 3 mostra a metodologia que foi adotada na tese. No capítulo, é explicado como a pesquisa foi realizada e quais foram os métodos, procedimentos e técnicas utilizados para alcançar os objetivos propostos.

O capítulo 4 detalha as políticas públicas de CT&I do Brasil, Estados Unidos, Alemanha, Coreia do Sul e Austrália. Para cada país, são abordados o cenário das políticas públicas de CT&I antes de 2019, as principais políticas de CT&I do período de 2019 a 2023 e a análise das políticas públicas de CT&I de cada país com base na metodologia da tese, na literatura sobre *policy design* e *policy mix* e na tipologia de Edler. Por fim, ainda no capítulo 4, é feita uma análise comparativa das políticas públicas de CT&I dos países abordados na tese.

No capítulo 5, são apresentadas as considerações finais do estudo, reunindo os principais resultados obtidos ao longo da pesquisa e destacando as contribuições mais relevantes para a área abordada. Além disso, são apontadas possíveis limitações do estudo e sugestões para novas pesquisas, reforçando a importância do tema e incentivando a continuidade do debate acadêmico sobre a problemática em questão.

Por fim, o capítulo 6 contém as referências dos artigos e documentos que foram utilizados na tese.

CAPÍTULO 2

POLÍTICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Este capítulo irá explicar diversos aspectos relevantes em relação às políticas de CT&I. Entre outros pontos, irá abordar a importância dessas políticas, como elas surgiram, como são formuladas e quais são os impactos que elas trazem para a sociedade. O capítulo também explica o que são *policy design* e *policy mix* e como eles podem ser analisados.

As políticas públicas de CT&I são fundamentais para o avanço de uma nação, pois promovem o desenvolvimento econômico, a competitividade global e a melhoria da qualidade de vida. Elas estabelecem a base para o progresso social e ambiental, incentivando a inovação e a pesquisa científica. Tais políticas são essenciais para lidar com problemas de grande escala e alinham a inovação com as necessidades da sociedade, oferecendo soluções sustentáveis. Além disso, investimentos em CT&I resultam na criação de novos mercados, geração de empregos qualificados e aumento da produtividade, o que eleva o perfil econômico de um país, tornando-o mais competitivo no cenário internacional.

Essas políticas desempenham um papel crucial em áreas como a promoção do conhecimento, governança e formação de capital humano. O campo dos estudos de CT&I é multidisciplinar e envolve profissionais de diferentes áreas do saber, como ciências naturais, sociais e humanas. De acordo com Wouters, Annerstedt e Leydesdorff (1999), esses estudos são essenciais para formular questões sobre os futuros desenvolvimentos sociais e econômicos e, embora suas respostas nem sempre sejam definitivas, são extremamente relevantes. A interdisciplinaridade é uma característica forte desses estudos, que ajudam a compreender as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

No entanto, as políticas de CT&I enfrentam desafios significativos, como falhas de mercado e a complexidade de adaptar soluções a contextos heterogêneos. Segundo Crespi *et al.* (2011), a inovação depende de mais do que apenas investimentos em P&D. Ela exige a integração de diversos recursos, como capital humano, infraestrutura e conhecimento técnico. As falhas nos mercados desses recursos podem prejudicar o progresso da inovação, e a

interação entre múltiplos atores, tanto no mercado quanto em instituições não mercantis, é fundamental para o sucesso. A capacidade dos governos de projetar e implementar políticas eficazes enfrenta limitações informacionais, o que torna a execução dessas políticas desafiadora.

Além disso, a crescente ascensão da China nas tecnologias de fronteira tem gerado preocupações em economias de mercado liberal, como a União Europeia e os Estados Unidos, sobre a competitividade em tecnologias críticas, segurança nacional e a vulnerabilidade das cadeias de suprimentos globais. A OCDE (2023) destaca que, para enfrentar esses desafios, é necessário investir em soberania tecnológica e promover a cooperação internacional em CT&I. A pandemia demonstrou a importância da CT&I na resiliência e adaptação a crises globais, mas também revelou a necessidade de políticas antecipatórias e mais inclusivas para lidar com riscos emergentes. A inovação, portanto, deve ser gerida de forma equilibrada, considerando os riscos sociais, ambientais e políticos, para garantir que a tecnologia beneficie a sociedade de maneira equitativa e sustentável.

As crises contemporâneas estão gerando turbulência e instabilidade em diversos âmbitos, com impactos no meio ambiente, na economia e na política global. A transformação necessária para enfrentar esses desafios depende da ciência, tecnologia e inovação, que são essenciais para o desenvolvimento de soluções eficazes e de grande escala. No entanto, para que essas tecnologias sejam implementadas com sucesso, é necessário que as políticas de CT&I sejam mais ambiciosas e urgentes. De acordo com a OCDE (2024), as políticas de CT&I devem ser direcionadas para enfrentar os desafios globais e sociais, impulsionadas por valores amplos, além de promoverem inovações múltiplas e tecnologias sustentáveis.

A transformação necessária não deve se restringir a mudanças incrementais, mas sim a ações transformadoras que exigem novos modelos mentais e estruturas adaptáveis. As políticas de CT&I precisam ser reorientadas para atender a esses novos objetivos, indo além do foco tradicional em competitividade e crescimento econômico. A OCDE (2024) destaca que as políticas de CT&I devem ser integradas a uma gama mais ampla de políticas setoriais e transversais, como saúde, educação, energia e comércio. Essa integração demanda uma governança coordenada, onde a colaboração entre

setores público, privado e sociedade civil seja essencial para a promoção de mudanças eficazes.

Além disso, a OCDE (2024) sugere que a CT&I pode ajudar significativamente na transformação ao fornecer conhecimento expandido, acelerar a inovação tecnológica e monitorar os impactos das tecnologias. A ciência básica, por exemplo, é fundamental para o avanço da pesquisa aplicada e o desenvolvimento de inovações, como demonstrado pelo rápido desenvolvimento das vacinas contra a COVID-19. Além disso, a formação de habilidades, o envolvimento público e a cooperação internacional são cruciais para fortalecer a confiança na ciência e garantir soluções tecnológicas que atendam aos desafios globais de maneira inclusiva e sustentável.

Entretanto, a CT&I também pode exacerbar problemas globais, como a mudança climática, desigualdade social e vulnerabilidades a novas ameaças. Tecnologias disruptivas podem intensificar a exclusão social e prejudicar a democracia, se não forem implementadas de forma equitativa. Para mitigar esses riscos, é necessário que as políticas de CT&I sejam sustentadas por instrumentos de governança eficientes, incluindo estratégias nacionais, financiamento de P&D e regulamentação adequada. A OCDE (2024) sugere que instrumentos como estratégias de governança, financiamento direto e incentivos à inovação devem ser ajustados para enfrentar os desafios contemporâneos de forma mais coordenada e inclusiva.

2.1. *Policy design e policy mix*

Policy design refere-se ao estudo dos processos políticos com o objetivo de otimizar a construção de políticas, visando alcançar os melhores resultados a partir do uso eficiente de recursos governamentais escassos (HOWLETT; MUKHERJEE; RAYNER, 2018). Já *policy mix* envolve a combinação de diferentes instrumentos políticos, que, segundo Howlett (2018), busca maior eficiência ao se integrar múltiplas ferramentas para alcançar objetivos específicos de maneira mais eficaz do que um único instrumento poderia proporcionar.

O design de políticas públicas é, de acordo com Howlett, Mukherjee e Rayner (2018), uma atividade conduzida por diversos atores políticos que

buscam melhorar os resultados por meio da antecipação das consequências das ações governamentais. O processo de formulação envolve a articulação de instrumentos políticos e objetivos de forma intencional e estratégica, sempre com a preocupação de maximizar os resultados. No entanto, como apontado por Acciai e Capano (2021), as tipologias de instrumentos, embora frequentemente citadas na teoria, têm limitações práticas, sendo utilizadas mais como um quadro teórico do que como uma ferramenta de análise empírica.

A eficácia do processo de política depende da combinação dos instrumentos e dos objetivos de maneira harmoniosa, ajustando-se ao contexto político e institucional (HOWLETT, 2018). Além disso, é crucial que a escolha dos instrumentos esteja alinhada com a capacidade administrativa do governo, as ideias dominantes e as instituições envolvidas, como destaca Cavalcante (2023b). Ele ressalta que os instrumentos não devem ser considerados de forma isolada, pois frequentemente operam em conjunto, formando um *policy mix* que visa a implementação de políticas públicas de maneira mais coordenada.

Rogge e Reichardt (2016) defendem que a análise do *policy mix* deve levar em consideração a complexidade das combinações de instrumentos, que podem ser influenciadas por diversos fatores, como os objetivos do governo e as características do contexto institucional. O conceito de combinação de políticas, para Rogge (2018), deve incorporar um componente estratégico e uma análise dos processos políticos envolvidos, além de considerar as características dinâmicas das políticas e como elas evoluem ao longo do tempo.

A concepção de políticas bem-sucedidas requer a harmonização entre os objetivos, os instrumentos e os contextos institucionais, o que envolve uma análise cuidadosa das diferentes camadas de decisão política. As metas políticas, muitas vezes influenciadas por fatores sociológicos, ideológicos e estratégicos, precisam ser congruentes com os instrumentos escolhidos para garantir uma implementação eficaz (HOWLETT; RAYNER, 2018). Esse processo de escolha envolve, portanto, tanto considerações técnicas quanto políticas, levando em conta as preferências de grupos de interesse e as condições sociais e políticas.

Howlett (2018) também observa que os governos, ao longo do tempo, desenvolvem preferências por determinados tipos de instrumentos, o que leva à formação de estilos de governança relativamente estáveis. Isso ocorre em

função da familiaridade dos governos com determinadas ferramentas e dos recursos à sua disposição, que moldam sua escolha de instrumentos. Esse fenômeno pode resultar em combinações complexas de instrumentos, muitas vezes determinadas mais por fatores históricos do que por uma análise estratégica consciente.

Apesar de uma escolha cuidadosa e bem-informada dos instrumentos, as políticas públicas podem falhar devido a incertezas, como apontam Howlett e Mukherjee (2018). A incerteza técnica sobre a eficácia de um instrumento, a falta de recursos adequados e a resistência política são apenas alguns dos desafios que podem afetar o sucesso de uma política. As dificuldades enfrentadas pelos governos ao traduzir intenções em ações concretas são um reflexo das complexidades do *policy design*, que exige uma adaptação constante às mudanças no cenário político e institucional. Assim, o sucesso de uma política depende não apenas da qualidade da concepção, mas também da capacidade de adaptação frente às adversidades e à incerteza política.

2.2. Análise de *policy mix*

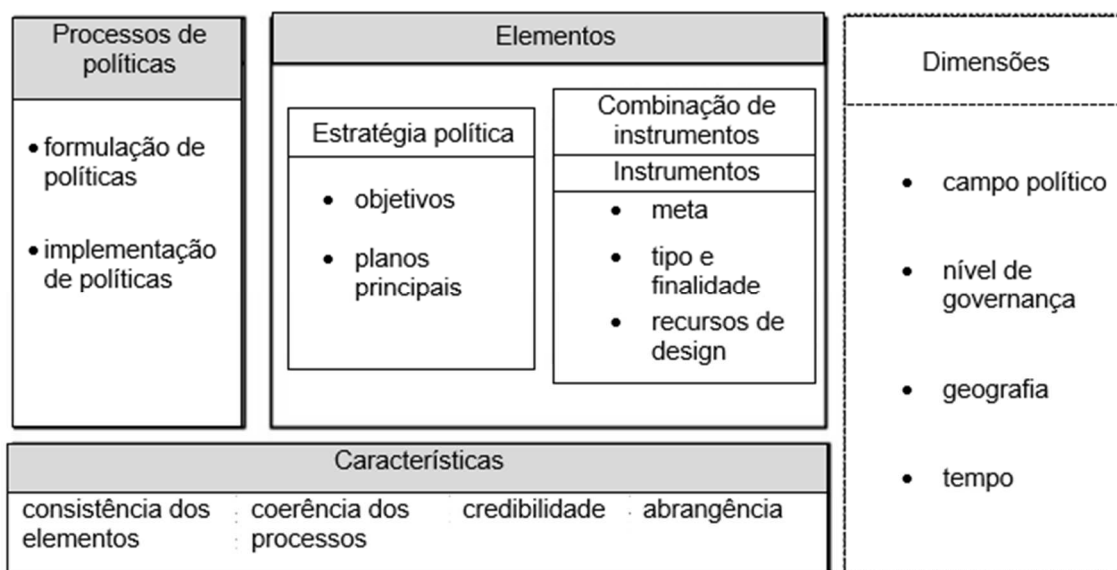
Para Rogge (2018), um conceito amplo de combinação de políticas que seja capaz de lidar com a complexidade das combinações de políticas do mundo real precisa abordar três requisitos básicos: primeiro, a inclusão de um componente estratégico; segundo, a incorporação de processos políticos associados; e terceiro, uma maior consideração das características das combinações de políticas. Ao captar essa complexidade das atuais combinações de políticas, deverá também prestar atenção à sua natureza dinâmica.

Com base nesses requisitos, Rogge e Reichardt (2016) definiram a combinação de políticas como uma combinação dos três elementos básicos, processos e características, que podem ser especificados utilizando diferentes dimensões. Os elementos compreendem (i) a estratégia política com os seus objetivos e planos principais para os alcançar e (ii) a combinação de instrumentos com os seus instrumentos políticos interativos. O conteúdo desses elementos é o resultado de processos políticos. Tanto os elementos como os processos podem ser descritos pelas suas características, incluindo – mas não limitado a – a consistência dos elementos, a coerência dos processos ou a

credibilidade e abrangência de uma combinação de políticas. Finalmente, a combinação de políticas pode ser delineada por diversas dimensões, incluindo – mas mais uma vez não se limitando a – domínio político, nível de governança, geografia e tempo.

A estrutura do modelo de análise de *policy mix* proposto por Rogge e Reichardt (2016) é apresentada na figura abaixo. Em seguida, os itens que compõem esse modelo são abordados em detalhes.

Figura 3 - Modelo de análise de *policy mix*.



Fonte: Rogge e Reichardt (2016).

Bloco de Construção 1: Elementos

Estratégia Política

Rogge e Reichardt (2016) definem a estratégia política como a combinação de objetivos políticos e os principais planos para alcançá-los, destacando a importância tanto dos fins quanto dos meios do processo estratégico. Os objetivos políticos geralmente são baseados em metas de longo prazo, com níveis de ambição quantificados, e podem abranger não apenas resultados de conteúdo, mas também objetivos relacionados ao processo e à aprendizagem. Essa abordagem amplia a compreensão da estratégia para além

dos resultados materiais, incluindo aspectos relacionados à forma como os próprios processos são conduzidos e melhorados ao longo do tempo.

O segundo componente da estratégia política envolve os planos principais que orientam os governos rumo à consecução de seus objetivos. Esses planos englobam diretrizes gerais, ações estratégicas e roteiros que frequentemente extrapolam os ciclos eleitorais, oferecendo uma visão de longo prazo. Essa perspectiva duradoura é fundamental para nortear decisões e ações dos atores envolvidos, proporcionando-lhes direção e coerência na busca por soluções sustentáveis e consistentes com os objetivos estratégicos definidos.

Instrumentos

Como segundo elemento da combinação de políticas, Rogge e Reichardt (2016) afirmam que os instrumentos políticos constituem as ferramentas concretas para se alcançar objetivos globais. Mais precisamente, podem ser vistos como ferramentas ou técnicas de governança que abordam problemas políticos. São introduzidos por um órgão de governo para atingir objetivos políticos, traduzindo assim planos de ação.

Bloco de Construção 2: Processos Políticos

Rogge e Reichardt (2016) destacam que os processos políticos exercem influência direta sobre a definição dos elementos que compõem a combinação de políticas, moldando também a forma como estratégias e instrumentos se transformam ao longo do tempo. Tais processos podem afetar tanto os meios quanto os resultados políticos. Entendidos como uma forma de resolução de problemas entre atores sociais, esses processos são caracterizados por decisões deliberadas e inter-relacionadas do governo, que atua como agente central. Além disso, os processos políticos são interativos e contínuos, marcados por ciclos de *feedback*, sendo moldados por fatores como cultura, instituições, infraestrutura, condições socioeconômicas e ambientais, e variam de acordo com o tempo e o espaço.

Esses processos abrangem todas as fases do ciclo político, desde a identificação do problema até a rescisão da política, passando pela formulação,

implementação e avaliação. Trata-se de um ciclo dinâmico de tentativa e erro, que favorece a aprendizagem política por meio da análise contínua dos problemas e da experimentação de soluções. A formulação da política, nesse sentido, é compreendida como um processo de adaptação contínua que influencia a estratégia política e o conjunto de instrumentos utilizados. Os autores reforçam que o monitoramento e a avaliação dos impactos das políticas são fundamentais para garantir que esses processos contribuam efetivamente para a aprendizagem e a melhoria contínua.

Ainda segundo Rogge e Reichardt (2016), a formulação de políticas é um processo altamente político, muitas vezes marcado pela resistência à mudança por parte de grupos com interesses estabelecidos. Nessa perspectiva, a adoção de uma estratégia política com objetivos claros, mesmo sem um conjunto de instrumentos plenamente alinhado, pode representar uma tentativa de estabelecer uma agenda para futuras mudanças. Contudo, ajustar significativamente os instrumentos existentes continua sendo um desafio, o que leva à coexistência de instrumentos antigos com novos, criando combinações que refletem diferentes interesses e fases do processo político.

Por fim, os autores chamam atenção para o papel do estilo dos processos políticos, referindo-se aos procedimentos operacionais padrão de formulação e implementação de políticas. O estilo político envolve, por exemplo, a forma típica de definição de metas e o grau de flexibilidade na aplicação dos instrumentos. Essas características afetam diretamente o desempenho e a configuração da combinação de políticas. Além disso, na fase de implementação, obstáculos como estruturas institucionais complexas ou resistência de níveis inferiores de governança podem comprometer a eficácia dos instrumentos. Superar esses desafios requer uma elaboração cuidadosa, com atenção à alocação de recursos e ao suporte técnico e humano necessário para a execução das políticas.

Bloco de Construção 3: Características

Rogge e Reichardt (2016) explicam que as características globais descrevem a combinação de políticas e podem ser determinantes importantes para o seu desempenho em relação aos critérios de avaliação padrão, tais como a sua eficácia.

Consistência dos Elementos

Rogge e Reichardt (2016) afirmam que a consistência capta o quão bem os elementos da combinação de políticas estão alinhados entre si, contribuindo assim para a realização dos objetivos políticos. Pode variar desde a ausência de contradições até a existência de sinergias dentro e entre os elementos da combinação de políticas.

Os autores destacam duas características principais dessa definição de consistência. Em primeiro lugar, centra-se no estado dos elementos da combinação de políticas em um determinado momento. Nesse sentido, o desenvolvimento do alinhamento dos elementos da combinação de políticas ao longo do tempo é captado pelo termo consistência temporal. Em segundo lugar, pode ser mais útil compreender a consistência em termos relativos, ou seja, diferenciar entre o grau de consistência e a sua variação entre dimensões, como o tempo, a geografia ou o nível de governança. Uma combinação de políticas consistente precisa, no mínimo, estar livre de contradições ou conflitos, pois isso pode prejudicar a consecução dos objetivos.

Coerência de Processos

Rogge e Reichardt (2016) definem coerência política como a articulação sinérgica e sistemática dos processos de formulação e implementação de políticas que contribuem para o alcance dos objetivos políticos, direta ou indiretamente. Essa coerência pode ser promovida por meio de mecanismos estruturais e processuais, como o planejamento estratégico, estruturas de coordenação e redes de comunicação. Dois aspectos centrais dessa definição são destacados pelos autores: a coerência entre diferentes domínios e níveis de governança, que molda todos os elementos da combinação de políticas, e a exigência de capacidades organizacionais robustas por parte dos formuladores de políticas. Tais capacidades incluem a habilidade de integrar conhecimentos de múltiplas fontes, construir redes com diversos atores e antecipar cenários futuros.

Para fortalecer a coerência política, os autores apontam a integração e a coordenação como ferramentas principais. A integração permite abordagens mais holísticas entre setores políticos, enquanto a coordenação favorece o alinhamento de esforços e tarefas entre instituições públicas, especialmente por meio de mecanismos formais de comunicação. No entanto, Rogge e Reichardt (2016) reconhecem que alcançar coerência e consistência totais pode ser inviável, dada a complexidade dos sistemas e as dificuldades políticas, como a resistência de atores estabelecidos, conflitos de interesse e fragmentação dos processos políticos. Assim, a coerência deve ser buscada como um meio de aumentar o desempenho das políticas, e não como um fim em si mesma, maximizando-se seu alcance dentro dos limites existentes.

Credibilidade

Além da consistência e coerência, a credibilidade também pode ser relevante para descrever a natureza das combinações de políticas, especialmente quando se lida com desafios políticos de longo prazo que exigem horizontes temporais maiores. Rogge e Reichardt (2016) definem credibilidade como a medida em que a combinação de políticas é crível e idônea, tanto no geral como no que diz respeito aos seus elementos e processos. Essa credibilidade política refere-se aos desafios que os horizontes temporais curtos (ciclos eleitorais) representam para a credibilidade dos decisores políticos.

A credibilidade das políticas pode ser influenciada pela concepção institucional e política, tais como a delegação de competências a agências independentes, a prestação de transparência e confiança ou a elaboração de políticas descentralizadas. Além disso, a operacionalização das metas através de uma combinação consistente de instrumentos pode aumentar a credibilidade da combinação de políticas. Em última análise, a credibilidade da combinação de políticas pode desempenhar um papel importante na consecução dos objetivos políticos e assim pode desempenhar um papel central na concepção de políticas (ROGGE; REICHARDT, 2016).

Abrangência

Rogge e Reichardt (2016) utilizam o conceito de abrangência para capturar os quão extensos e exaustivos são seus elementos e o grau em que seus processos são baseados em extensas tomadas de decisão. Ou seja, a abrangência dos elementos da combinação de políticas implica que a combinação de políticas seja constituída tanto por uma estratégia política, com os seus objetivos e planos principais, como por pelo menos um instrumento na combinação de instrumentos que operacionaliza a estratégia política. A abrangência desse conjunto de instrumentos é determinada pelo grau em que o conjunto de instrumentos aborda todas as falhas relevantes do mercado, do sistema e das instituições, incluindo barreiras e estrangulamentos. Como tal, um mix abrangente de instrumentos pode atender a todos os propósitos de instrumentos.

Dimensões

Rogge e Reichardt (2016) destacam que os três blocos de construção das combinações de políticas — elementos, processos e características — podem ser analisados em diferentes dimensões: domínio político, nível de governança, geografia e tempo. Essas dimensões revelam o espaço onde ocorrem as interações e a origem dos diversos componentes das políticas. O campo político, primeira dimensão, abrange áreas como energia, clima, ciência e inovação, e é relevante porque inconsistências dentro ou entre domínios podem comprometer a eficácia da combinação de políticas. Já a dimensão do nível de governança distingue entre governança vertical, como a relação entre União Europeia, Estados-Membros e níveis federal ou local, e a horizontal, que diferencia órgãos no mesmo nível, como departamentos governamentais distintos.

A terceira dimensão, a geográfica, trata do local de origem das políticas, refletindo a crescente importância da perspectiva espacial na análise das combinações. Já a dimensão temporal é essencial para entender a natureza dinâmica das políticas públicas. Segundo Rogge e Reichardt (2016), os elementos das políticas evoluem com o tempo — novos instrumentos e objetivos podem ser adicionados, modificados ou removidos, e os efeitos desses instrumentos mudam conforme os contextos se transformam. Essa dinâmica

pode afetar as interações entre os instrumentos, levando a desalinhamentos e exigindo reconfigurações do mix de políticas.

2.3. Tipologia de Edler

Para compreender políticas de inovação de forma abrangente, é fundamental investigar os *policy mixes* e suas interações, considerando como eles impactam o problema e os efeitos das próprias interações. Uma estratégia válida é explorar a análise dos *policy mixes* por meio de classificações de instrumentos. Isso facilita avaliações mais holísticas diante da fragmentação de responsabilidades entre diferentes atores envolvidos na política de inovação e da baixa coordenação e coerência entre os instrumentos (Cavalcante, 2023).

À medida que a compreensão da inovação e do seu papel no desenvolvimento social e econômico progrediu, o mesmo aconteceu com o número e as características dos instrumentos de política de inovação. Para ajudar os decisores políticos, foram sugeridas diversas tipologias de instrumentos de política de inovação. Uma dessas tipologias, chamada de tipologia de Edler, foi desenvolvida por Edler et al. (2016) e se baseia em uma síntese abrangente das evidências existentes sobre instrumentos de política de inovação:

Quadro 1 - Taxonomia dos instrumentos de política de inovação

Instrumentos	Orientação geral		Objetivos						
	Oferta	Demanda	Elevar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento	Melhorar as habilidades	Possibilitar o acesso a conhecimentos especializados	Fortalecer as capacidades de todo o sistema e explorar as complementaridades	Aumentar a demanda por inovação	Aprimorar as estruturas de inovação, incluindo regulamentação e padrões	Facilitar o intercâmbio e o diálogo sobre inovação
Incentivos fiscais para P&D	●●●		○○○	●○○					
Apoio direto à PD&I de empresas	●●●		○○○						
Políticas de treinamento e habilidades	●●●			○○○					
Política de empreendedorismo	●●●				○○○				
Serviços técnicos e assessoria	●●●				●●●				
Política de cluster	●●●					●●●			
Políticas para apoiar a colaboração	●●●		●○○		●○○	●●●			
Políticas de rede de inovação	○○○					●●●			
Demanda privada por inovação		○○○					○○○		
Políticas de compras públicas		●●●	●●○				○○○		
Aquisições pré-comerciais	●○○	●●●	●●○				●●●		
Prêmios de incentivo à inovação	●●○	●●○	●●○				●●○		
Padrões	●●○	●●○					●○○	●●●	
Regulação	●●○	●●○					●○○	●●●	
Previsão tecnológica	●●○	●●○							●●●

●●● = grande relevância, ●●○ = relevância moderada e ●○○ = menor relevância para a orientação geral e os objetivos declarados da política de inovação dos instrumentos de política de inovação listados

Fonte: Edler et al. (2016).

A tipologia de Edler distingue entre instrumentos centrados na oferta ou na demanda de inovação. Também tem em conta uma série de objetivos da política de inovação e mostra como os vários instrumentos da política de inovação se relacionam com esses objetivos.

Sobre a orientação para oferta ou demanda de inovação, Edler *et al.* (2016) explicam que essa dimensão avalia se cada instrumento está focado em aumentar a oferta (ou seja, estimular a criação de inovações) ou em aumentar a demanda (ou seja, incentivar a adoção de inovações existentes). Os instrumentos orientados para a oferta visam estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a criação de novas soluções. Já os instrumentos orientados para a demanda buscam facilitar a adoção e a difusão de inovações.

Em relação aos objetivos principais da política de inovação, os autores explicam que essa dimensão considera a finalidade específica de cada instrumento em relação à inovação. Os sete objetivos principais da política de inovação são:

1. Elevar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento.
2. Melhorar as habilidades.
3. Possibilitar o acesso a conhecimentos especializados.
4. Fortalecer as capacidades de todo o sistema e explorar as complementaridades.
5. Aumentar a demanda por inovação.
6. Aprimorar as estruturas de inovação, incluindo regulamentação e padrões.
7. Facilitar o intercâmbio e o diálogo sobre inovação.

Os quinze principais instrumentos de política de inovação estão descritos no quadro 1. Muitos desses instrumentos dizem respeito a mais de um objetivo e vice-versa. Os dois primeiros centram-se na criação de novos conhecimentos e inovação através do apoio financeiro à P&D e à inovação, incluindo incentivos fiscais à P&D, aplicados em vários países e com uma enorme variedade de *designs*. Pelo menos três instrumentos (3-5) centram-se no apoio às capacidades e competências para gerar e comercializar inovação, tendo em conta a necessidade constante de aprendizagem nos sistemas de inovação. Os próximos três instrumentos políticos (6-8) apoiam várias formas de interação e

aprendizagem, incluindo o apoio a *clusters*, que tem recebido muita atenção dos decisores políticos (EDLER; FAGERBERG, 2017).

Embora os primeiros instrumentos da tabela possam ser vistos como centrando-se principalmente na oferta de inovações, Edler e Fagerberg (2017) afirmam que, recentemente, o papel da demanda por inovação tem recebido mais atenção a nível nacional e regional. Consistente com isso, existem três tipos de instrumentos políticos (10-12) que se concentram em influenciar a procura de inovação de uma forma ou de outra. A regulação e a normalização influenciam as condições e os incentivos da oferta e da procura, enquanto um instrumento final, a previsão tecnológica, é uma abordagem para os decisores políticos e as partes interessadas compreenderem as trajetórias tecnológicas futuras e desenvolverem políticas para apoiar e beneficiar de tais tendências.

Essa não é uma lista exaustiva de instrumentos que os governos devem seguir para alcançar melhores indicadores em suas políticas de inovação. Na verdade, a tipologia proposta por Edler *et al.* (2016) tem como finalidade principal analisar se, na prática, os instrumentos de inovação apresentados têm realmente sido eficazes na realização dos objetivos que eles almejam.

Essa tipologia é valiosa para formuladores de políticas, pois ajuda a selecionar e projetar instrumentos de inovação adequados para atender aos objetivos específicos de cada contexto.

CAPÍTULO 3

ASPECTOS METODOLÓGICOS

O estudo se propôs a desenvolver uma pesquisa qualitativa sobre as políticas públicas de CT&I de cinco países: Brasil, Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália. Para realizar a pesquisa, foi adotada uma abordagem comparada que analisou as políticas de CT&I dos países a partir do modelo de análise de *policy mix* proposto por Rogge e Reichardt (2016). Dentro do modelo de análise de *policy mix* proposto por Rogge e Reichardt (2016), a combinação de instrumentos foi estudada aplicando-se a tipologia proposta por Edler et al. (2016), chamada de tipologia de Edler.

Silva et al. (2022, pp. 3-4) explicam que a pesquisa qualitativa:

Tem por objetivo compreender a multiplicidade de significados e sentidos que marcam as subjetividades dos sujeitos na relação com o social (...). Com base nos preceitos da pesquisa qualitativa, problemáticas sociais da contemporaneidade passaram a ser compreendidas por diferentes olhares não restritos à descrição da realidade por técnicas de quantificação.

Ao adotar uma abordagem descritiva e panorâmica, esta pesquisa busca mapear os principais componentes do desenho e da implementação das políticas públicas de CT&I, com ênfase na identificação de objetivos, instrumentos utilizados e arranjos institucionais. A proposta é oferecer uma leitura abrangente do campo, destacando tendências gerais, padrões recorrentes e aspectos estruturais que caracterizam as políticas de CT&I no contexto analisado. Essa perspectiva permite captar a complexidade do sistema sem se restringir a casos isolados ou a análises situadas.

No entanto, essa escolha metodológica acarreta um custo analítico importante: a renúncia à profundidade explicativa. Ao priorizar o mapeamento e a descrição das políticas, a pesquisa não se propõe a investigar relações causais diretas, nem a medir os impactos específicos das ações adotadas. Em vez disso, opta por construir uma base ampla de compreensão, que possa subsidiar estudos futuros com foco analítico mais aprofundado. Trata-se, portanto, de um esforço inicial de sistematização, que pretende contribuir para o fortalecimento do debate sobre CT&I a partir de uma visão estruturada e informada do campo.

Os dados da pesquisa trataram sobre as políticas públicas de CT&I no Brasil e nos países selecionados da OCDE (Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália). Para a obtenção dos dados, foram utilizadas informações de bancos de dados de organizações internacionais como UNESCO e OCDE, sites e publicações governamentais do Brasil e outros países, além de estudo de casos comparados, pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. Também foram utilizados dados do Índice de Inovação Global para a escolha dos países que compõem a tese.

Inicialmente, foi feita uma breve descrição histórica da evolução do cenário de ciência, tecnologia e inovação em cada um dos países estudados. O legado histórico das políticas de CT&I exerce papel fundamental na configuração atual dos sistemas nacionais e regionais de inovação. As escolhas feitas em períodos anteriores – em termos de prioridades setoriais, arranjos institucionais, instrumentos de fomento e padrões de relacionamento entre Estado, setor produtivo e academia – moldam as capacidades estatais e influenciam diretamente a trajetória do desenvolvimento científico e tecnológico. Esse legado se reflete não apenas na infraestrutura e nas competências acumuladas, mas também nos modos de articulação entre os diversos *stakeholders*, como ministérios, agências de fomento, universidades, institutos de pesquisa, empresas e organizações da sociedade civil. A compreensão desse histórico é essencial para analisar os atuais desafios e potencialidades, pois o ecossistema de CT&I se constrói de forma cumulativa, e sua evolução depende da continuidade institucional, do aprendizado político e da confiança entre os atores. Ignorar esse passado pode levar a políticas desconectadas da realidade ou à repetição de falhas já diagnosticadas, comprometendo a efetividade das estratégias futuras.

Após essa breve descrição histórica, as principais políticas de CT&I no Brasil, na Alemanha, na Coreia do Sul, nos Estados Unidos e na Austrália, no período de 2019 a 2023, foram analisadas seguindo o modelo de análise de *policy mix* proposto por Rogge e Reichardt (2016).

Nesta tese, foi dado enfoque aos quesitos processos e elementos do modelo. Essa escolha se justifica pelo fato de que os processos e elementos das políticas públicas são componentes essenciais do desenho das políticas. Os processos organizam como os elementos da política (estratégia e instrumentos) serão

mobilizados. As estratégias são a ponte entre os instrumentos e os resultados esperados, traduzindo o desenho abstrato da política em formas práticas de atuação. Elas revelam como o Estado pretende alcançar os objetivos definidos, dadas as condições políticas, técnicas e orçamentárias.

Inicialmente, cada país e suas respectivas políticas de CT&I foram analisados de forma individual. Em seguida, foi feita uma comparação das políticas de CT&I do Brasil com as políticas de CT&I dos outros países. Essa comparação com países que possuem políticas de CT&I bem estruturadas buscou atender ao objetivo geral do estudo de compreender os motivos que levam o governo brasileiro a fracassar no desenho de políticas de CT&I que sejam capazes de fomentar um ambiente favorável ao desenvolvimento econômico e social do país.

A metodologia adotada na tese está descrita em detalhes abaixo.

3.1. Seleção das políticas públicas de CT&I

Inicialmente, foi feito um levantamento sobre as principais políticas públicas de CT&I, no período de 2019 a 2023, no Brasil, nos Estados Unidos, na Alemanha, na Coreia do Sul e na Austrália. Essa pesquisa permitiu analisar as características e tendências das políticas de CT&I nesses países no momento atual.

O levantamento das políticas de CT&I dos cinco países que compõem este estudo foi realizado a partir de informações provenientes de pesquisa bibliográfica e análise documental de publicações governamentais e de organismos multilaterais. As políticas de CT&I foram selecionadas de acordo com a sua relevância, utilidade, resultados e impactos para o cenário de CT&I de cada país. As políticas de CT&I escolhidas possuem abrangência nacional, alcançam uma parcela considerável da sociedade e estavam em vigor no período de 2019 a 2023.

A primeira etapa da seleção das políticas públicas de CT&I que foram analisadas nesta tese consistiu em desenvolver a pesquisa bibliográfica e documental explorando a literatura nacional e internacional. Para isso, foram utilizados o buscador Google Acadêmico e bibliotecas digitais de teses e dissertações.

Para realizar as pesquisas no buscador, foram utilizadas as seguintes combinações de palavras-chave:

- “Políticas de ciência, tecnologia e inovação” e “país”
- “Políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação” e “país”
- “Políticas de CT&I” e “país”
- “Políticas públicas de CT&I” e “país”
- “Ciência, tecnologia e inovação” e “país”
- “CT&I” e “país”

No campo “país”, foi colocado o nome de cada um dos países que compõem a tese (Brasil, Estados Unidos, Alemanha, Coreia do Sul e Austrália). Os termos foram pesquisados nos idiomas espanhol, inglês e português.

Como critérios de elegibilidade, foram considerados documentos que abordavam as políticas públicas de CT&I de pelo menos um dos países que compõem a tese e fossem publicações do tipo: artigo, dissertação, livro publicação governamental ou publicação de organismo multilateral.

Os documentos selecionados estão descritos na tabela abaixo:

Quadro 2 – Documentos selecionados das políticas públicas de CT&I

País	Publicação	Autor(es)	Ano	Tipo de publicação
Brasil	Pensamentos e identidades em Ciência, Tecnologia e Sociedade no Mundo Ibero-Americano	QUELUZ, G.; BRANDÃO, T.	2018	Artigo
Brasil	Decreto nº 9.319/2018	BRASIL	2018	Publicação governamental
Brasil	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 –	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações	2016	Publicação governamental

	2022: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social			
Estados Unidos	Políticas de Inovação nos Estados Unidos da América: uma análise da Harvard University	SANTOS, T.; ADRIANO, B.; ZIEGLER FILHO, J.; BOHN, C.	2013	Artigo
Estados Unidos	Governança da política de inovação no Brasil e nos Estados Unidos: uma abordagem comparada	CAVALCANTE, P.	2023	Artigo
Estados Unidos	Principais instituições executoras da P&D no governo norte-americano: características e formas de operação	DE NEGRI, F.; SQUEFF, F.	2014	Artigo
Alemanha	Sistema nacional de inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil	MAMEDE, M.; PEIXOTO SANTA RITA, L.; OLIVEIRA SÁ, E.; RADAELLI, V.; PINTO GADELHA, D.; CABRAL SOUSA JUNIOR, C.; UGGIONI, N.	2016	Artigo
Alemanha	Pesquisa e inovação: novos desafios para a educação superior	NEVES, C.; NEVES, F.	2011	Artigo

	no Brasil e na Alemanha			
Alemanha	Quem sustenta a inovação na Alemanha?	RAUEN, A.	2017	Artigo
Alemanha	Coordination within fragmentation: Governance in knowledge policy in the German federal system	EDLER, J.; KUHLMANN, S.	2017	Artigo
Coreia do Sul	O Sistema Nacional de Inovação: Um estudo comparado Brasil X Coreia do Sul	MALDANER, L.	2004	Dissertação
Coreia do Sul	Análise das melhores práticas das instituições de ciência e tecnologia nos sistemas nacionais de inovação da Espanha, Brasil, México, Coreia do Sul e Alemanha	RITA, L.; RADAELLI, V.; DE OLIVEIRA SÁ, E.; PINTO GADELHA, D.; CABRAL DE SOUSA JUNIOR, C.; UGGIONI, N.; MAMEDE M.	2017	Artigo
Coreia do Sul	Establish the 4th Basic Plan for Nurturing and Supporting Scientific Talents (2021-2025)	Ministério da Ciência e da Tecnologia da Informação da Coreia do Sul	2021	Publicação governamental

Coreia do Sul	The Fifth Science and Technology Master Plan (2023-2027) Announced	Ministério da Ciência e da Tecnologia da Informação da Coreia do Sul	2022	Publicação governamental
Coreia do Sul	The Korean Innovation System: From Industrial Catch-Up to Technological Leadership?	HEMMERT, M.	2007	Artigo
Austrália	The Australian Innovation System	GREGORY, R.	1993	Livro
Austrália	National Innovation Systems: Experiences from Finland, Sweden and Australia Compared	ROOS, G; GUPTA, O.	2004	Artigo
Austrália	Policy on innovation in Australia: Divergence in definitions, problems, and solutions	LEWIS, J.; MIKOLAJCZA, G.	2023	Artigo

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos documentos descritos na tabela anterior, foi possível extrair o conteúdo necessário para descrever as principais políticas públicas de CT&I dos países estudados. A descrição das políticas públicas subsidiou o estudo comparativo, proporcionando elementos para a análise relativa às estratégias e resultados alcançados por essas políticas.

É importante destacar que esta pesquisa não se baseou unicamente em análise documental direta de políticas públicas, legislações ou programas institucionais. Parte da base empírica do estudo consiste em uma revisão de literatura especializada, composta por textos acadêmicos que analisam, interpretam e discutem diferentes aspectos das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação. Assim, os dados analisados referem-se às leituras e interpretações de outros pesquisadores, e não somente a fontes primárias oficiais. Essa escolha metodológica visa compreender os marcos conceituais e analíticos já consolidados na área, oferecendo uma visão estruturada e crítica a partir da produção científica existente.

Sobre a abordagem comparada, Parsons (2007) explica que as políticas públicas comparadas são um método de estudar as políticas públicas por meio da adoção de uma abordagem comparativa do processo de políticas públicas, bem como de seus resultados e impactos. O presente estudo irá adotar a abordagem comparada como estratégia de análise das políticas públicas de CT&I do Brasil, Alemanha, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália. Após a análise das políticas de CT&I desses países com base no modelo de análise de *policy mix* proposto por Rogge e Reichardt (2016) e na tipologia de Edler, essas informações serão estudadas de forma comparada. A comparação entre o que é praticado em cada país em relação à CT&I possibilitará alcançar o objetivo geral da tese de compreender os motivos que levam o governo brasileiro a fracassar no desenho e na implementação de políticas de CT&I que sejam capazes de fomentar um ambiente favorável ao desenvolvimento econômico e social do país.

Na descrição das principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023, são detalhadas as políticas de CT&I de maior impacto e magnitude de cada um dos países estudados. Finalizada a descrição das principais políticas públicas de CT&I dos países estudados, foi realizada a análise comparada dessas políticas. Os critérios utilizados para efetuar essa análise estão descritos na seção seguinte.

3.2. Análise das políticas públicas de CT&I

A análise da combinação de políticas públicas foi baseada no modelo de *policy mix* de Rogge e Reichardt (2016), escolhido por sua abrangência e capacidade de oferecer uma visão sistemática das políticas públicas em diferentes áreas. Esse modelo serve como um quadro integrador para investigações empíricas, permitindo compreender como diferentes políticas interagem no mundo real. A tese focou especialmente nos quesitos processos e elementos desse modelo para analisar políticas públicas de CT&I.

Dentro do quesito elementos, os instrumentos de políticas públicas foram estudados por meio da tipologia de Edler, originalmente voltada para políticas de inovação, mas que também se mostrou adequada para políticas de CT&I. Essa abordagem foi adotada porque permite capturar com maior precisão as especificidades do contexto da CT&I, especialmente em termos de divisão de responsabilidades entre os diversos atores envolvidos e a frequente falta de sincronização e coerência entre os instrumentos utilizados.

A análise das políticas de CT&I dos países estudados na tese foi conduzida com base nos principais pontos do modelo de Rogge e Reichardt. Essa estrutura analítica possibilitou observar como os diferentes instrumentos e processos são combinados, permitindo avaliar sua efetividade e o grau de alinhamento entre eles. Dessa forma, foi possível identificar lacunas, sobreposições e oportunidades de aprimoramento nas políticas públicas analisadas. Os aspectos observados na análise das políticas de CT&I estão descritos logo abaixo.

Elementos – Estratégia política

Nesse quesito, as políticas de CT&I foram classificadas de acordo com os três tipos de orientação propostos por Edler e Fagerberg (2017):

- Políticas orientadas para a missão: buscam soluções práticas para desafios políticos específicos, considerando todas as fases do processo de inovação em sua formulação e implementação. Políticas orientadas à missão são aquelas que visam resolver grandes desafios sociais, ambientais ou econômicos por meio da coordenação estratégica de ciência, tecnologia e inovação em torno de objetivos claros e ambiciosos,

como a neutralidade climática, o combate ao câncer ou a transição energética. Diferentemente das políticas horizontais, que focam no fortalecimento geral do sistema de CT&I, as políticas orientadas à missão articulam múltiplos setores e instrumentos em torno de uma finalidade comum, exigindo inovação não apenas tecnológica, mas também institucional e organizacional. Essa abordagem transforma o papel do Estado, que passa a atuar como agente direcionador e catalisador de mudanças sistêmicas, promovendo soluções com alto impacto social e econômico.

- Políticas orientadas para a invenção: focam na fase de P&D, deixando a difusão ao mercado. Ganharam força no pós-Segunda Guerra Mundial pela crença nos benefícios sociais da ciência e tecnologia.
- Políticas orientadas para o sistema: focam nas interações e capacidades dos atores dentro do sistema de inovação, baseando-se na abordagem do sistema nacional de inovação adotada pela OCDE. Políticas orientadas para o sistema são aquelas que buscam fortalecer o funcionamento geral do sistema nacional de inovação, promovendo a articulação entre seus diversos atores — como universidades, empresas, centros de pesquisa e governo — e aprimorando as condições institucionais e infraestruturais que sustentam a inovação. Em vez de focar em setores específicos ou problemas definidos, esse tipo de política visa superar falhas sistêmicas, como a falta de coordenação, de conectividade ou de capacitação entre os agentes, criando um ambiente mais integrado, estável e propício ao desenvolvimento científico e tecnológico de forma ampla e contínua.

Nesse quesito, também foram observados os objetivos explícitos das políticas. Por fim, foram analisados os principais programas e ações adotados pelo governo para alcançar os objetivos da política.

Elementos – Instrumentos

Seguindo o disposto na tipologia de Edler, inicialmente foi observado quais dos seguintes instrumentos podem ser encontrados dentro de cada política de CT&I:

- Incentivos fiscais para P&D
- Apoio direto à PD&I de empresas
- Políticas de treinamento e habilidades
- Política de empreendedorismo
- Serviços técnicos e assessoria
- Política de *cluster*
- Políticas para apoiar a colaboração
- Políticas de rede de inovação
- Demanda privada por inovação
- Políticas de compras públicas
- Aquisições pré-comerciais
- Prêmios de incentivo à inovação
- Padrões
- Regulação
- Previsão tecnológica

Em seguida, os instrumentos foram enquadrados como pertencentes ao lado da oferta ou ao lado da demanda. Por fim, os instrumentos foram relacionados a um ou mais dos seguintes objetivos das políticas:

- Elevar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento.
- Melhorar as habilidades.
- Possibilitar o acesso a conhecimentos especializados.
- Fortalecer as capacidades de todo o sistema e explorar as complementaridades.
- Aumentar a demanda por inovação.
- Aprimorar as estruturas de inovação, incluindo regulamentação e padrões.
- Facilitar o intercâmbio e o diálogo sobre inovação.

Processos de políticas

Nesse quesito, foram estudadas a formulação e a implementação das políticas públicas. Foi feita uma análise sobre como as políticas públicas de CT&I

dos países estudados foram concebidas e uma avaliação sobre como as políticas de CT&I foram implementadas na prática. Foi feita a identificação e análise dos principais obstáculos e desafios enfrentados por cada caso de estudo na formulação e implementação das políticas de CT&I, bem como as estratégias adotadas para superá-los.

Por fim, foi realizada uma análise comparativa das políticas de CT&I dos cinco países estudados, com o objetivo de identificar semelhanças, diferenças e particularidades nas estratégias adotadas por cada nação. Essa comparação permitiu compreender como diferentes contextos socioeconômicos, culturais e institucionais influenciam a formulação e a implementação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento científico e tecnológico. A análise também evidenciou boas práticas, desafios recorrentes e oportunidades de cooperação internacional, contribuindo para uma visão mais abrangente e crítica sobre os caminhos possíveis para o fortalecimento da CT&I no Brasil.

CAPÍTULO 4

POLÍTICAS PÚBLICAS DE CT&I NOS PAÍSES SELECIONADOS

4.1. BRASIL

Queluz e Brandão (2018) explicam que o Brasil, historicamente, ocupou uma posição periférica no sistema político-econômico internacional, com uma economia voltada para a exportação de matérias-primas e dependente da importação de produtos industrializados. Esse modelo econômico, comum entre países latino-americanos, gerava baixa demanda por ciência e tecnologia. No entanto, com as mudanças no comércio mundial provocadas pela Grande Depressão e pelas Guerras Mundiais, o Brasil viu-se forçado a adotar um novo caminho: o processo de Industrialização por Substituição de Importações, que se intensificou ao longo da primeira metade do século XX e demandou progressivamente maior desenvolvimento científico e tecnológico.

A partir da década de 1950, a valorização da ciência e tecnologia como motores do desenvolvimento começou a se consolidar no Brasil. O Estado passou a investir mais recursos na área, e esse impulso continuou durante o regime militar, que via o avanço tecnológico como uma estratégia para o crescimento econômico e projeção internacional. Diversas instituições e programas foram criados, como o Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED) e os Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCTs), que buscavam integrar universidades, institutos de pesquisa e empresas, além de fortalecer a estrutura tecnológica nacional. A Constituição de 1967 reconheceu formalmente o papel da C&T, e, em 1975, foi lançado o I Plano Nacional de Pós-graduação (PNPG), que institucionalizou e expandiu a pós-graduação no país.

Na década de 1980, o III PBDCT trouxe uma perspectiva de longo prazo para a política de C&T, com foco na capacitação científica e autonomia tecnológica. No entanto, esse avanço foi comprometido pela crise econômica e fiscal dos anos seguintes, que estagnou os investimentos públicos e prejudicou as conquistas anteriores. A retomada do apoio governamental à ciência e tecnologia só ocorreu nos anos 1990, durante o governo de Fernando Henrique

Cardoso, com a criação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), que revitalizou o setor com novos recursos.

No governo Lula, houve avanços significativos no marco legal da inovação. Foram aprovadas a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005), ambas com o objetivo de estimular a cooperação entre universidades, centros de pesquisa e empresas privadas, além de promover incentivos fiscais à inovação. Esses dispositivos ampliaram o apoio à pesquisa e ao desenvolvimento, fomentando parcerias estratégicas e aumentando as atividades de inovação nas empresas brasileiras.

Assim, a trajetória da política científica e tecnológica brasileira demonstra uma evolução marcada por avanços institucionais e legais, embora sujeita a retrocessos em momentos de crise econômica.

4.1.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023

As principais políticas públicas brasileiras de CT&I no período de 2019 a 2023 estão dispostas no quadro abaixo:

Quadro 3 – Principais políticas públicas de CT&I no Brasil no período de 2019 a 2023

Política	Objetivo Principal	Características e desafios em comum
Marco Legal de CT&I	Fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico, promovendo parcerias entre academia, empresas e governo.	• Abordagem sistêmica e multissetorial. • Predomínio de instrumentos de oferta. • Participação do MCTI como órgão articulador. • Necessidade de articulação entre academia, setor produtivo e governo. • Fragilidade na coordenação federativa. • Burocracia e entraves administrativos. • Sub-representação de pequenas empresas, <i>startups</i> e sociedade civil. • Dificuldade de implementar políticas orientadas pela demanda e por missões estratégicas. • Necessidade de maior alinhamento entre marcos legais, capacidades institucionais e realidade produtiva.
Política Nacional de Inovação	Fortalecer a inovação no setor produtivo e superar falhas do Sistema Nacional de Inovação.	
Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital)	Articular iniciativas digitais do governo para promover o desenvolvimento econômico e social sustentável.	

Fonte: elaboração própria.

Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016)

O Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil é um arcabouço legislativo que visa fomentar um ambiente propício ao desenvolvimento científico e tecnológico. Esse conjunto de reformas é projetado para impulsionar a pesquisa, desenvolvimento e inovação, promovendo a competitividade e o crescimento sustentável do país.

Antes do Marco Legal, o Brasil enfrentava desafios significativos relacionados à burocracia e à falta de incentivos claros para a inovação. A legislação anterior não proporcionava a agilidade necessária para que o conhecimento gerado nas academias fosse plenamente aproveitado pelo setor empresarial e pela sociedade.

A necessidade de um marco regulatório surgiu para proporcionar agilidade, eliminar barreiras, facilitar a colaboração entre setores público e privado e proporcionar segurança jurídica para investimentos em PD&I. O Marco Legal é uma resposta direta a estas necessidades, criando um ambiente mais dinâmico e integrado para a ciência e tecnologia.

O Marco Legal teve como objetivo transformar o cenário de inovação no Brasil. Ao reduzir a burocracia e criar incentivos claros, buscou-se uma maior interação entre universidades, institutos de pesquisa, e setor privado; mais recursos e apoio para projetos de PD&I; maior competitividade das empresas brasileiras no mercado internacional devido à inovação tecnológica e inovação focada em práticas sustentáveis que contribuam para o desenvolvimento econômico e social do país.

O novo Marco Legal modificou nove leis para criar um ambiente mais favorável à pesquisa, desenvolvimento e inovação nas universidades, nos institutos públicos e nas empresas, incluindo a Lei de Inovação, Lei das Fundações de Apoio, Lei de Licitações, Regime Diferenciado de Contratações Públicas, Lei do Magistério Federal, Lei do Estrangeiro, Lei de Importações de Bens para Pesquisa, Lei de Isenções de Importações e Lei das Contratações Temporárias.

A implementação do Marco Legal de CT&I se deu através de várias normas, destacando-se a Emenda Constitucional nº 85 de 26 de fevereiro de 2015, a Lei nº 13.243/2016 e o Decreto nº 9.283/2018.

Emenda Constitucional nº 85 de 26 de fevereiro de 2015

A Emenda Constitucional nº 85 alterou diversos artigos da Constituição Federal, permitindo maior flexibilidade e colaboração entre entes públicos e privados. A emenda reconheceu a ciência, a tecnologia e a inovação como elementos estratégicos para o desenvolvimento nacional. Ela também buscou facilitar a aplicação de recursos públicos e privados em PD&I e a criação de parcerias para o desenvolvimento tecnológico.

Lei nº 13.243 de 11 de janeiro de 2016

Em 11 de janeiro de 2016, foi sancionada a Lei nº 13.243, que aprimorou as medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. Essa lei, conhecida como a Lei do Marco Legal de CT&I, buscou capacitar tecnologicamente o país, alcançar autonomia tecnológica e desenvolver o sistema produtivo nacional e regional, em conformidade com a Constituição Federal.

Decreto nº 9.283 de 7 de fevereiro de 2018

O Decreto nº 9.283, sancionado em 7 de fevereiro de 2018, regulamenta a Lei nº 13.243 e promove a inovação tecnológica no Brasil por meio de diversas medidas. As medidas fortalecem o ecossistema de inovação ao incentivar parcerias entre empresas, ICTs e entidades sem fins lucrativos, além de apoiar ambientes e políticas de inovação. Também simplificam procedimentos legais e administrativos, como licitações e importações. Destacam-se ainda a criação de NITs e o estímulo à internacionalização das ICTs públicas.

Política Nacional de Inovação

A Política Nacional de Inovação (PNI), instituída pelo Decreto nº 10.534/2020, tem como objetivo principal articular estratégias e ações que fomentem a inovação no setor produtivo brasileiro, visando elevar a produtividade e a competitividade das empresas e instituições inovadoras. Além

disso, a política busca promover a cooperação entre os entes federativos para alinhar as iniciativas federais com as políticas locais de inovação.

A estrutura da PNI é composta por quatro eixos fundamentais: (1) princípios e diretrizes de longo prazo para nortear a ação governamental; (2) um referencial de políticas para alinhar e priorizar iniciativas de fomento; (3) governança interministerial para orientar e acompanhar ações de inovação; e (4) diretrizes de monitoramento e avaliação das políticas públicas nessa área.

Para viabilizar seus objetivos, a PNI conta com instrumentos como os Planos Setoriais e Temáticos de inovação, que estabelecem metas e definem responsáveis por sua implementação. As áreas prioritárias incluem desde biotecnologia e saúde até clima, popularização da ciência e segurança alimentar. Também está prevista a Estratégia Nacional de Inovação, que define metas de médio e longo prazo para o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2016–2022 complementa a PNI ao propor uma abordagem colaborativa à inovação, incentivando parcerias entre universidades, empresas e outros atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). Essa estratégia busca enfrentar desafios nacionais, promovendo desenvolvimento sustentável e inclusão produtiva e social.

Entre os principais desafios identificados pela ENCTI estão a necessidade de posicionar o Brasil entre os países líderes em CT&I, melhorar o ambiente institucional para a inovação, reduzir desigualdades regionais no acesso à ciência e tecnologia, e fortalecer a sustentabilidade como eixo central das políticas de inovação.

Para enfrentar esses desafios, a ENCTI se apoia em cinco pilares estratégicos: promoção da pesquisa científica, modernização da infraestrutura de CT&I, aumento do financiamento, formação e fixação de recursos humanos qualificados, e incentivo à inovação nas empresas.

Com base nessas diretrizes, foram definidos onze temas considerados estratégicos para o país, como defesa, água, alimentos, bioeconomia, tecnologias sociais, economia digital, energia e saúde. A escolha desses temas se fundamenta nas necessidades e potencialidades nacionais, visando garantir a autonomia e a soberania tecnológica do Brasil.

Em síntese, a PNI e a ENCTI representam esforços articulados do governo brasileiro para estruturar uma política de inovação sólida, com foco em resultados, integração institucional e desenvolvimento sustentável. Ambas as iniciativas reafirmam o papel estratégico da ciência, tecnologia e inovação no fortalecimento da economia e na solução de desafios sociais e ambientais.

Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital)

O Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital), instituído pelo Decreto nº 9.319/2018, organiza-se em torno da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) e sua estrutura de governança. A E-Digital 2022-2026 apresenta uma atualização dos desafios para a digitalização do país e propõe novas ações com foco no desenvolvimento econômico e social sustentável e inclusivo, por meio da inovação e do uso das tecnologias digitais.

A E-Digital está estruturada em dois grandes eixos temáticos: os eixos habilitadores, que fornecem as bases necessárias para a transformação digital, e os eixos de transformação digital, voltados à aplicação direta da digitalização nas esferas governamental e econômica. Esses eixos atuam de maneira complementar, com os habilitadores sustentando a implementação dos transformadores.

Os eixos habilitadores incluem: (a) infraestrutura e acesso às tecnologias da informação e comunicação, com foco na ampliação do acesso à internet com qualidade; (b) pesquisa, desenvolvimento e inovação, para fortalecer a produção científica e tecnológica; (c) cidadania e transformação digital do governo, tornando o Estado mais eficiente e acessível; (d) confiança no ambiente digital, assegurando segurança e direitos no meio digital; (e) educação e capacitação profissional, preparando a população para o trabalho do futuro; e (f) dimensão internacional, com o objetivo de inserir o Brasil nos debates e mercados digitais globais.

Os eixos de transformação digital, por sua vez, tratam da aplicação das bases estabelecidas. A transformação digital da economia visa tornar o setor produtivo mais dinâmico, competitivo e produtivo, alinhado à economia digital global. Já a transformação digital do governo busca modernizar os serviços

públicos, alinhando-se às estratégias de governo digital em todos os níveis da federação.

A governança do SinDigital é coordenada pela Casa Civil da Presidência da República e composta por três principais instâncias: o Comitê Interministerial para a Transformação Digital (CITDigital), formado por representantes do governo federal; o Conselho Consultivo, que reúne especialistas da sociedade civil, da academia e do setor produtivo; e demais órgãos e entidades envolvidos na implementação das políticas digitais.

Essa estrutura de governança visa assegurar a articulação e a integração entre diferentes atores públicos e privados, promovendo a colaboração necessária para o avanço da transformação digital no Brasil. A E-Digital, portanto, funciona como diretriz para ações coordenadas que buscam preparar o país para os desafios e oportunidades do ambiente digital.

4.1.2. Análise das políticas públicas de CT&I no Brasil

Marco Legal de CT&I

O Marco Legal de CT&I é uma política orientada para o sistema e tem como objetivo central fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil, promovendo parcerias entre universidades, empresas e governo. Apesar do Marco Legal de CT&I atribuir às empresas um papel de protagonismo no processo de inovação, o Estado e, principalmente, as Instituições de Ensino e Pesquisa continuam sendo os principais atores da agenda de CT&I. Mesmo com a inclusão de novos agentes no processo decisório, a comunidade acadêmica mantém o controle sobre a formulação, implementação e avaliação das políticas públicas (KUHLMANN, 2017).

Observa-se um viés acadêmico predominante nas proposições voltadas ao setor produtivo, inclusive nas políticas de apoio à indústria, geralmente formuladas com base na lógica da pesquisa científica. Os mecanismos de fomento utilizados frequentemente incluem financiamento a fundo perdido, concessão de bolsas e apoio em recursos humanos, com elevada responsabilidade atribuída ao setor público. Essa abordagem restringe o avanço da agenda de políticas industriais e econômicas mais abrangentes.

A legislação vigente, como a Lei nº 10.973/2004, demonstra esforço em alinhar o país às tendências globais, promovendo a atração de centros de pesquisa de empresas estrangeiras e sua interação com Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) nacionais. Nesse sentido, De Negri, Rauen e Squeff (2018) destacam a importância de se direcionar parte dos investimentos em CT&I para enfrentar desafios nacionais, de modo a melhorar a qualidade de vida da população e impulsionar a produtividade.

O Marco Legal reforça a CT&I como instrumento estratégico para o desenvolvimento econômico e social, como explicitado em dispositivos da Lei nº 10.973/2004. No entanto, a política brasileira ainda valoriza excessivamente resultados quantitativos da pesquisa, em detrimento de uma visão mais ampla e integrada da inovação. O arcabouço normativo reúne uma diversidade de instrumentos: incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de empreendedorismo, políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, políticas de compras públicas e regulação.

A maior parte dos instrumentos pertencem ao lado da oferta, tendo apenas as políticas de compras públicas e a regulação como pertencentes ao lado da demanda. Por se tratar de uma política com uma grande quantidade e diversidade de instrumentos, eles se relacionam à maioria dos principais objetivos das políticas definidos por Edler *et al.* (2016):

- Elevar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento.
- Melhorar as habilidades.
- Possibilitar o acesso a conhecimentos especializados.
- Fortalecer as capacidades de todo o sistema e explorar as complementaridades.
- Aumentar a demanda por inovação.
- Aprimorar as estruturas de inovação, incluindo regulamentação e padrões.

A implementação de políticas de demanda, como as compras públicas, encontra entraves significativos, sobretudo pela dificuldade das agências públicas em interagir diretamente com o setor empresarial. Viotti (2008) argumenta que a necessidade de coordenação é reduzida em políticas voltadas

à pesquisa básica, mas aumenta significativamente quando a política se direciona à inovação, exigindo articulação com setores externos à CT&I, como saúde, defesa e meio ambiente.

Adicionalmente, a baixa familiaridade das empresas brasileiras com práticas inovadoras compromete tanto a efetividade das políticas quanto a capacidade do setor produtivo de influenciar o direcionamento das ações. Esse cenário é agravado por fatores estruturais, como a limitada participação de setores tecnológicos avançados na economia nacional, o predomínio de empresas estrangeiras em setores dinâmicos e o reduzido número de empresas brasileiras competitivas globalmente.

A formulação do Marco Legal foi um processo complexo, iniciado em 2010 com a participação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Confederação Nacional da Indústria (CNI) e outras entidades. O processo envolveu consultas públicas, audiências parlamentares e análise de relatórios institucionais, principalmente do TCU e da OCDE, culminando na aprovação da Lei nº 13.243/2016, após ampla negociação e adequações ao longo de mais de quatro anos.

A nova legislação promoveu a cooperação entre ICTs públicas e o setor privado, regulamentou o compartilhamento de infraestrutura científica e flexibilizou mecanismos de contratação e financiamento, incluindo incentivos à participação de *startups*. A implementação exigiu a regulamentação por meio do Decreto nº 9.283/2018, a adaptação dos regimentos internos das ICTs e a formação de gestores para garantir a adequada interpretação do novo marco legal.

Apesar dos avanços, persistem desafios como a resistência de órgãos de controle (TCU, CGU), preocupações com o uso de recursos públicos, rigidez administrativa das universidades e a defasagem entre a legislação federal e as normas estaduais. O envolvimento do MCTI foi fundamental tanto na formulação quanto na implementação do Marco. Ainda assim, observou-se um desequilíbrio de influência na formulação e na implementação. As entidades empresariais exerceram pressão significativa para flexibilizar normativas relacionadas ao uso de recursos públicos em parcerias público-privadas, enquanto instituições de pesquisa demandavam maior segurança jurídica para a gestão de projetos de

inovação. A ausência de uma participação mais robusta de representantes da sociedade civil no debate também é um aspecto crítico, uma vez que as políticas de inovação impactam diretamente o desenvolvimento socioeconômico do país.

Na fase de implementação, a coordenação entre os entes federativos permanece como um desafio crítico, especialmente no que se refere à concessão de incentivos e apoio a *startups* e parques tecnológicos. As Instituições de Ensino e Pesquisa enfrentam obstáculos burocráticos e carecem de infraestrutura adequada, enquanto pequenas e médias empresas têm dificuldades para acessar os benefícios da legislação. Apesar do fortalecimento das redes de colaboração entre academia e indústria, ainda são necessárias políticas complementares para reduzir a burocracia, ampliar o financiamento à inovação e consolidar uma cultura institucional mais aberta à interação com o setor produtivo.

Política Nacional de Inovação

A Política Nacional de Inovação (PNI) representa um marco na transição da política de inovação brasileira de um enfoque centrado na ciência básica para uma abordagem orientada ao fortalecimento da pesquisa e desenvolvimento no setor produtivo. Formulada como resposta às falhas estruturais e institucionais do Sistema Nacional de Inovação, a PNI busca atuar sobre as condições sistêmicas da inovação por meio do fortalecimento da governança, da articulação institucional e da implementação de instrumentos horizontais.

Entre os principais elementos dessa política, destaca-se a criação do Comitê da Política Nacional de Inovação (CPNI), responsável por coordenar ações interministeriais e articular estratégias de fomento à inovação. Além disso, a política inclui ações estruturantes como a capacitação de recursos humanos, o apoio à infraestrutura científica e tecnológica e a melhoria do ambiente regulatório, com o intuito de estabelecer condições sustentáveis para o desenvolvimento da inovação.

A PNI também contempla instrumentos transversais, como linhas de crédito, fundos garantidores, incentivos ao capital de risco e mecanismos de transferência de tecnologia, promovendo maior integração entre os setores público e privado. Tais medidas visam reduzir barreiras financeiras e fomentar

uma cultura de inovação no setor produtivo e na administração pública, reconhecendo a importância de um ambiente propício à experimentação, à aceitação do risco e à valorização do conhecimento científico e tecnológico.

De Negri, Rauen e Squeff (2018) explicam que, nos países latino-americanos, o capitalismo periférico e mimético não promoveu uma demanda endógena por ciência e tecnologia, como observado em economias centrais. No Brasil, embora a inovação tenha sido incorporada como diretriz política nos anos 2000, os estímulos públicos ainda não resultaram em um maior dinamismo tecnológico nas empresas. Isso ocorre, em parte, devido à percepção de que C&T são bens públicos, cuja apropriação de resultados é incerta, justificando a necessidade de subsídios estatais.

Segundo os autores, a estrutura produtiva brasileira, historicamente orientada à adoção passiva de tecnologias, apresenta baixa receptividade às políticas de incentivo à inovação. Fatores como a especialização produtiva em bens de baixo conteúdo tecnológico, a concentração de renda e o isolamento cultural e acadêmico do país dificultam a incorporação de tecnologias de fronteira e limitam a inserção do Brasil nos fluxos globais de conhecimento e inovação.

Além disso, a escassa mobilidade internacional de pesquisadores e estudantes brasileiros e a limitada presença de estrangeiros no país agravam a defasagem tecnológica. Como destacam De Negri, Rauen e Squeff (2018), essa condição reduz tanto a capacidade de acompanhar o avanço científico global quanto os estímulos concorrenciais que impulsionam a inovação.

Embora o impacto da ciência em áreas como saúde, meio ambiente e agricultura seja significativo, ele é frequentemente invisível para a sociedade e para os formuladores de políticas públicas. A falta de mensuração objetiva e de estratégias eficazes de comunicação científica compromete a valorização da pesquisa e a priorização de investimentos públicos em CT&I.

A PNI adota uma combinação de instrumentos tanto do lado da oferta — como incentivos fiscais, apoio direto à P&D, capacitação e estímulo ao empreendedorismo — quanto da demanda, incluindo compras públicas, regulação e previsão tecnológica. Esses instrumentos dialogam com os objetivos delineados por Edler et al. (2016), como o aumento dos investimentos em P&D, a melhoria de habilidades, a promoção do conhecimento especializado, o

fortalecimento do sistema de inovação, o estímulo à demanda por inovação e o aprimoramento das estruturas regulatórias.

Apesar disso, a predominância de instrumentos de oferta revela a carência de políticas voltadas à criação de mercados inovadores. Como observa Rauhen (2017), o desenvolvimento tecnológico orientado pela demanda exige sinergia entre diversos atores e capacidade de resposta por parte das instituições públicas. A experiência internacional demonstra que instrumentos como compras governamentais e regulação podem exercer papel central na dinamização da inovação.

A formulação da PNI foi resultado de um processo participativo e multissetorial, com envolvimento de ministérios, instituições de fomento, academia, setor produtivo e sociedade civil. A política é implementada por meio de Planos de Ação plurianuais, com metas e indicadores definidos, e sua governança é centralizada no MCTI, que articula recursos e define diretrizes estratégicas.

No entanto, persistem desafios significativos na implementação da política, como a fragmentação federativa, a instabilidade orçamentária e a limitada capacidade de coordenação interministerial. Além disso, a representatividade de segmentos como pequenas empresas e *startups* inovadoras ainda é incipiente no processo decisório.

Assim, embora a PNI represente um avanço importante na consolidação do ecossistema de inovação brasileiro, sua efetividade depende de maior integração entre os níveis de governo, estabilidade financeira, mecanismos robustos de coordenação e maior foco em políticas orientadas por missões estratégicas nacionais.

Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital)

O SinDigital é uma política voltada para o sistema. A formulação e implementação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) e do Sistema Nacional para a Transformação Digital (SinDigital) têm como objetivo central articular iniciativas do Poder Executivo federal no ambiente digital. Busca-se aproveitar o potencial das tecnologias digitais para fomentar o desenvolvimento econômico e social sustentável e inclusivo, promovendo a

inovação, a competitividade, a produtividade e a elevação dos níveis de emprego e renda no país.

Nesse contexto, a CT&I é concebida como elemento essencial para o desenvolvimento socioprodutivo, devendo incorporar uma abordagem inclusiva voltada à superação de vulnerabilidades sociais. A CT&I deve estar enraizada socialmente, enfrentando desafios regionais e valorizando saberes tradicionais, com vistas à erradicação da pobreza e à redução das desigualdades. Dessa forma, universidades e instituições de pesquisa são convocadas a integrar a dimensão social às suas agendas, promovendo a articulação entre ciências humanas e sociais e políticas de CT&I, com ênfase na adequação dos avanços científicos às realidades locais (DE NEGRI, RAUEN E SQUEFF, 2018).

A crítica à adoção de modelos técnico-científicos globalizados, distantes das demandas locais, reforça a importância de políticas públicas voltadas ao interesse coletivo e à promoção da equidade. A CT&I deve equilibrar a pesquisa orientada pela curiosidade e a voltada à solução de problemas sociais, contribuindo para a democratização da vida social e para a cidadania plena (DE NEGRI, RAUEN E SQUEFF, 2018).

O SinDigital estrutura-se em torno de instrumentos de apoio à PD&I empresarial, políticas de capacitação, empreendedorismo, colaboração, compras públicas, regulação e previsão tecnológica. Embora majoritariamente focado na oferta, o sistema também contempla medidas de estímulo à demanda. Entre seus objetivos estão: aumento dos investimentos em P&D, aprimoramento das habilidades, acesso ao conhecimento especializado, fortalecimento das capacidades sistêmicas, promoção da inovação, e melhoria dos marcos regulatórios.

O processo de atualização da E-Digital, iniciado em 2021, baseou-se em diagnóstico nacional, oficinas temáticas, consultas públicas e reuniões com especialistas. Esse esforço culminou na elaboração de um documento consolidado pelo Comitê Interministerial para a Transformação Digital (CITDigital) e regulamentado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações.

A formulação do SinDigital inspirou-se em experiências da OCDE, da União Europeia e de economias emergentes, sendo adaptada ao contexto brasileiro. Sua implementação envolve o MCTI como órgão coordenador, contando com câmaras temáticas e grupos técnicos voltados a áreas

estratégicas (como saúde, agricultura digital e indústria 4.0). Também foram lançadas ações de fomento por meio da Finep e do CNPq, voltadas à formação de recursos humanos, desenvolvimento de algoritmos e estruturação de dados abertos.

Adicionalmente, o SinDigital promoveu articulação com o setor produtivo e a realização de *sandboxes* regulatórios, viabilizando a experimentação de inovações em ambientes controlados. O monitoramento contínuo é conduzido pelo CGEE e pela Secretaria de Empreendedorismo e Inovação do MCTI, com base em indicadores que avaliam impacto socioeconômico, participação do setor produtivo e volume de projetos apoiados.

Apesar dos avanços, persistem desafios estruturais, como a fragmentação institucional, a baixa coordenação federativa, restrições orçamentárias e dificuldades na definição de missões transformadoras. A centralização do poder decisório no governo federal, embora necessária para a articulação, pode limitar a autonomia de outros atores. Ademais, a participação de pequenas empresas, *startups* e organizações da sociedade civil ainda é insuficientemente representada, refletindo desigualdades na formulação de políticas públicas.

4.2. ESTADOS UNIDOS

No século XIX, os Estados Unidos se destacaram economicamente devido à abundância de recursos naturais, um grande mercado interno e a expansão das redes ferroviária e telegráfica, o que facilitou a distribuição de produtos. As exportações industriais cresceram, especialmente no setor siderúrgico. No entanto, esse progresso só foi possível graças à atuação do governo, que estabeleceu uma parceria contínua com o setor privado para fornecer infraestrutura e capacitação tecnológica.

A urbanização e a industrialização impulsionaram a criação dos *land grant colleges*, universidades financiadas por doações de terra com o objetivo de qualificar a mão de obra e ocupar o território. Leis como a Morrill, Hatch e Smith-Hughes consolidaram a ligação entre governo, educação e agricultura, promovendo ensino, pesquisa e extensão universitária. O governo federal

também começou a apoiar fortemente a ciência, tanto em universidades quanto em empresas, culminando na criação da *American Association of Universities*.

Durante a Primeira e Segunda Guerras Mundiais, o papel do governo na pesquisa científica se intensificou, especialmente com a criação do OSRD, liderado por Vannevar Bush. Esse órgão coordenou esforços entre universidades, indústrias e o governo para pesquisas voltadas à defesa. No pós-guerra, Bush defendeu a criação de uma fundação voltada à pesquisa básica, o que levou ao surgimento da *National Science Foundation* (NSF) em 1950, consolidando a ciência como prioridade estratégica.

A partir da Guerra Fria, os investimentos em defesa, ciência e tecnologia cresceram. Agências como a NASA e a DARPA foram fundadas, e os Laboratórios Nacionais foram fortalecidos. Até os anos 1960, o financiamento federal à ciência básica foi robusto, mas crises como a Guerra do Vietnã e preocupações ambientais mudaram esse cenário na década de 1970, exigindo novas estratégias de inovação.

Nos anos 1980, com a crescente competição internacional, os EUA aprovaram leis como o *Stevenson-Wydler* e o *Bayh-Dole Act*, incentivando a parceria entre instituições públicas e privadas. O *Bayh-Dole Act*, em especial, permitiu que universidades detivessem a propriedade intelectual de inovações geradas com recursos públicos, aumentando sua participação na inovação tecnológica.

O fim da Guerra Fria trouxe questionamentos sobre a eficácia do modelo baseado em pesquisa básica. A competição internacional, especialmente com o Japão, demonstrou que inovação também podia ocorrer sem grandes investimentos públicos em ciência. Programas como o STTR buscaram conectar pequenas empresas a instituições de pesquisa para preencher a lacuna entre ciência básica e mercado.

Nos anos 2000, os investimentos em P&D foram impulsionados pelo combate ao terrorismo e, posteriormente, pela recuperação da crise de 2008. O governo Obama apostou em ciência e tecnologia como motores da retomada econômica, com foco em áreas estratégicas como energia limpa e saúde. No entanto, restrições orçamentárias limitaram a efetividade dessas políticas.

Mais recentemente, o avanço tecnológico da China levou os EUA a reforçarem suas políticas de inovação. Iniciativas como o *Manufacturing USA* e

o *Lab to Market* buscam fortalecer a colaboração entre governo, indústria e academia, melhorar a transferência de tecnologia e fomentar o empreendedorismo científico, demonstrando que a ciência e a inovação continuam sendo centrais para a competitividade dos Estados Unidos.

4.2.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023

As principais políticas públicas de CT&I nos Estados Unidos no período de 2019 a 2023 estão dispostas no quadro abaixo:

Quadro 4 – Principais políticas públicas de CT&I nos Estados Unidos no período de 2019 a 2023

Política	Objetivo Principal	Características e desafios em comum
CHIPS and Science Act	Reestruturar a cadeia de semicondutores, fortalecer a soberania tecnológica e estimular a inovação em áreas estratégicas.	• Abordagem sistêmica e colaborativa. • Foco em setores estratégicos e tecnologias emergentes. • Uso intensivo de instrumentos do lado da oferta. • Coordenação interinstitucional complexa. • Escassez de mão de obra qualificada. • Risco de concentração de benefícios.
Inflation Reduction Act	Impulsionar a transição energética sustentável, enfrentando as mudanças climáticas com inovação em tecnologias limpas.	

Fonte: elaboração própria.

Lei de Chips e Ciência (*CHIPS and Science Act*)

A *CHIPS and Science Act* foi sancionada em 2022 e é a nova lei destinada à promoção e financiamento da indústria de semicondutores e chips eletrônicos nos Estados Unidos. Este ato representa um marco nas políticas industrial e de ciência e tecnologia dos EUA, destacando-se pela magnitude dos investimentos previstos, a ambição de apoio estatal abrangendo desde a pesquisa até a produção, e a importância dos objetivos geopolíticos envolvidos.

Os objetivos da iniciativa combinam uma estratégia para manter e reforçar a liderança global dos EUA em CT&I, garantir a autonomia e estabilidade das

cadeias de produção domésticas e assegurar a segurança nacional, dado o vínculo do setor com a moderna indústria militar.

No contexto geopolítico, a lei reflete a intenção de contrapor a ascensão tecnológica e econômica da China, destinando mais recursos ao desenvolvimento e produção dos principais componentes dos dispositivos eletrônicos. A lei explicita esse objetivo ao proibir que empresas beneficiadas pelos recursos do pacote expandam ou modernizem instalações e operações de produção de chips na China.

Os incentivos proporcionados pela Lei de Chips e Ciência também poderão atrair novos investimentos e parcerias internacionais para a indústria de semicondutores nos EUA. Com a proibição de investimentos na China, parceiros – especialmente empresas coreanas – poderão se alinhar à coordenação estratégica e aos interesses dos EUA.

A *CHIPS and Science Act* foi promulgada em resposta a preocupações crescentes sobre a dependência dos Estados Unidos de semicondutores estrangeiros, especialmente da China. A pandemia de COVID-19 e as tensões geopolíticas exacerbadas destacaram as vulnerabilidades nas cadeias de suprimentos globais de semicondutores, essenciais para uma vasta gama de indústrias, incluindo automotiva, eletrônicos, telecomunicações e defesa. Os objetivos principais da lei são:

1. Fortalecimento da Produção Doméstica: Reduzir a dependência de semicondutores estrangeiros e assegurar uma cadeia de suprimentos resiliente.
2. Competitividade Global: Reforçar a liderança dos EUA em tecnologia e inovação no setor de semicondutores.
3. Segurança Nacional: Garantir que semicondutores críticos para a defesa nacional sejam produzidos internamente.

A lei prevê subsídios e incentivos fiscais para a fabricação de semicondutores nos EUA. Esses incentivos incluem subsídios diretos para a construção e expansão de fábricas de semicondutores, investimentos para P&D e programas de treinamento e educação e incentivos fiscais para empresas que investem na fabricação de semicondutores.

Espera-se que a implementação da *CHIPS and Science Act* tenha um impacto significativo na economia dos Estados Unidos, criando milhares de empregos na manufatura e no setor de alta tecnologia. A construção de novas fábricas e centros de pesquisa deve atrair investimentos adicionais e estimular a economia regional. A ênfase em pesquisa e desenvolvimento, combinada com a educação e capacitação de uma nova geração de engenheiros e cientistas, pode consolidar a liderança dos EUA em tecnologias emergentes.

A *CHIPS and Science Act of 2022* representa uma abordagem estratégica e abrangente para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades no setor de semicondutores. Ao combinar incentivos financeiros, apoio à pesquisa, educação e cooperação internacional, a lei visa não apenas fortalecer a indústria doméstica, mas também assegurar a posição dos Estados Unidos como líder global em tecnologia e inovação.

Lei de Redução da Inflação (*Inflation Reduction Act*)

A Lei de Redução da Inflação dos Estados Unidos, oficialmente conhecida como *Inflation Reduction Act*, é uma peça legislativa abrangente que aborda uma série de questões econômicas e sociais, com um foco particular em redução de custos de energia, combate às mudanças climáticas, controle de preços de medicamentos e reformas fiscais.

A lei foi promulgada em 2022 como resposta à crescente preocupação com a inflação nos Estados Unidos, exacerbada por problemas nas cadeias de suprimentos globais, a pandemia de COVID-19 e as repercussões econômicas de conflitos geopolíticos, como a guerra na Ucrânia. Os objetivos principais da lei são:

1. Redução da Inflação: Mitigar os efeitos da inflação através de políticas fiscais e investimentos estratégicos.
2. Combate às Mudanças Climáticas: Promover a transição para uma economia de energia limpa.
3. Acessibilidade dos Medicamentos: Tornar os medicamentos mais acessíveis e reduzir os custos com saúde.
4. Reforma Fiscal: Implementar reformas fiscais para assegurar que grandes corporações paguem uma parte justa de impostos e para fortalecer a receita federal.

A Lei da Redução da Inflação tem implicações de longo alcance para a economia dos EUA. Os investimentos em energia limpa e eficiência energética devem criar milhares de empregos e estimular inovações tecnológicas, contribuindo para o crescimento econômico sustentável. Além disso, as reformas fiscais e o controle de preços de medicamentos podem proporcionar alívio financeiro para milhões de americanos, aumentando o poder de compra e reduzindo a desigualdade econômica.

Com um dos maiores investimentos em energia limpa na história dos Estados Unidos, a lei coloca o país em uma trajetória mais firme rumo à redução das emissões de carbono. Esses investimentos são cruciais para que os EUA cumpram suas metas climáticas e liderem globalmente os esforços de mitigação das mudanças climáticas.

As disposições de controle de preços de medicamentos e redução dos gastos com saúde representam um passo significativo na direção de tornar os cuidados de saúde mais acessíveis e menos onerosos. Isso pode resultar em melhorias significativas na saúde pública, especialmente para idosos e pessoas com condições crônicas.

As reformas fiscais introduzidas pela Lei da Redução da Inflação têm o potencial de tornar o sistema tributário mais equitativo, garantindo que grandes corporações contribuam de maneira mais justa para a receita federal. Isso pode fortalecer as finanças públicas e permitir maiores investimentos em infraestrutura e serviços públicos.

4.2.2. Análise das políticas públicas de CT&I nos Estados Unidos

Lei de Chips e Ciência (*CHIPS and Science Act*)

A *CHIPS and Science Act*, sancionada em 2022 pelo governo dos Estados Unidos, constitui uma das mais ambiciosas iniciativas recentes de política industrial e tecnológica voltada à reestruturação da cadeia produtiva de semicondutores e ao fortalecimento da competitividade em setores tecnológicos estratégicos. Fundamentada em uma abordagem sistêmica, a lei visa mitigar a dependência de países asiáticos — em especial da China —, garantir a segurança nacional e estimular a economia por meio da produção doméstica de

chips e do fomento à pesquisa e desenvolvimento em áreas emergentes como inteligência artificial, computação quântica e tecnologias energéticas limpas.

O escopo da legislação inclui um conjunto articulado de instrumentos predominantemente do lado da oferta, tais como subsídios diretos, créditos fiscais, políticas de capacitação profissional, fomento à cooperação interinstitucional e ao desenvolvimento de *clusters* de inovação. A lei prevê a destinação de mais de US\$ 52 bilhões para incentivos à produção e à infraestrutura tecnológica, sendo US\$ 39 bilhões destinados à fabricação de semicondutores, além de investimentos adicionais em P&D.

A orientação estratégica da *CHIPS and Science Act* revela uma predominância de abordagem sistêmica, articulando universidades, centros de pesquisa, *startups* e grandes corporações em um ecossistema de inovação robusto e resiliente. Simultaneamente, a legislação incorpora elementos de abordagem orientada à missão, ao definir setores prioritários como biotecnologia, materiais avançados e energia limpa, promovendo a mobilização coordenada de recursos para enfrentar desafios tecnológicos específicos.

O processo de formulação da política foi impulsionado por uma conjunção de fatores críticos, como a escassez global de chips — intensificada pela pandemia da COVID-19 —, e a crescente tensão geopolítica com a China, que evidenciaram vulnerabilidades na cadeia de suprimentos norte-americana. A elaboração da lei envolveu intensa participação de atores públicos e privados, incluindo agências governamentais, universidades e grandes corporações do setor, com destaque para o papel central do Departamento de Comércio na gestão dos subsídios e incentivos.

A implementação da política contempla mecanismos de monitoramento e avaliação, além da criação de polos tecnológicos e centros de inovação, que promovem a descentralização regional e a formação de capital humano altamente qualificado. No entanto, o processo enfrenta desafios importantes, como a rápida obsolescência tecnológica, a escassez de profissionais especializados e as dificuldades de coordenação interinstitucional.

Apesar dos benefícios potenciais — como o fortalecimento da soberania tecnológica, a geração de empregos e o desenvolvimento regional —, a política também apresenta riscos e limitações. Entre os principais, destacam-se o possível favorecimento de grandes corporações em detrimento de pequenas e

médias empresas, o intervencionismo estatal com impacto sobre a livre concorrência, e a intensificação de tensões geopolíticas decorrentes de medidas percebidas como protecionistas.

Em síntese, a *CHIPS and Science Act* representa uma inflexão significativa na política tecnológica dos Estados Unidos, buscando articular desenvolvimento industrial, inovação e segurança estratégica em um contexto global altamente competitivo. Sua estrutura combina instrumentos sistêmicos com missões tecnológicas específicas, reforçando a liderança norte-americana em setores críticos da economia do conhecimento, ao mesmo tempo em que levanta debates sobre eficiência, equidade e impactos geopolíticos da política industrial contemporânea.

Lei de Redução da Inflação (*Inflation Reduction Act*)

A *Inflation Reduction Act* pode ser considerada uma política de Ciência, Tecnologia e Inovação, especialmente no contexto de sua ênfase em inovação tecnológica e desenvolvimento de novas soluções para enfrentar desafios como as mudanças climáticas e a transição energética.

A *Inflation Reduction Act* representa uma das mais abrangentes políticas públicas dos Estados Unidos na década de 2020, articulando instrumentos diversos para enfrentar simultaneamente desafios econômicos, ambientais e sociais. No âmbito da ciência, tecnologia e inovação, a lei impulsiona investimentos estratégicos em setores como energias renováveis, hidrogênio verde, veículos elétricos e tecnologias de captura e armazenamento de carbono, com ênfase na descarbonização da economia e na transição energética sustentável.

Combinando incentivos fiscais, subsídios e instrumentos regulatórios, a Lei de Redução da Inflação busca fomentar a pesquisa e o desenvolvimento, particularmente em tecnologias limpas e eficiência energética. Estímulos à criação de infraestrutura para redes de carregamento de veículos elétricos e apoio a *startups* e pequenas empresas tecnológicas reforçam o ecossistema inovador e o empreendedorismo ambiental. A legislação também contempla políticas de treinamento e capacitação profissional, alinhadas com as exigências das novas indústrias verdes.

A análise dos instrumentos utilizados na Lei de Redução da Inflação, com base na tipologia proposta por Edler et al. (2016), revela uma predominância de instrumentos do lado da oferta — como incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I, políticas de formação e de redes de inovação — e a presença de instrumentos do lado da demanda, notadamente compras públicas e regulação. Os objetivos desses instrumentos incluem elevar os investimentos em P&D, melhorar as habilidades da força de trabalho, facilitar o acesso a conhecimento especializado, fortalecer as capacidades sistêmicas, aumentar a demanda por inovação e aprimorar a regulação e os padrões.

A formulação da Lei de Redução da Inflação ocorreu em um contexto de inflação elevada, agravada pelos efeitos econômicos da pandemia de COVID-19 e pela intensificação das mudanças climáticas. O governo Biden, alinhado com uma agenda verde e inclusiva, estruturou a proposta com base em consultas com a sociedade civil, sindicatos, setor empresarial e lideranças políticas. Inicialmente concebida como *Build Back Better Act*, a proposta foi redimensionada para viabilizar sua aprovação no Congresso, resultando em um compromisso político que preservou os principais incentivos à energia limpa e promoveu reformas fiscais e no sistema de saúde, como a negociação de preços no Medicare.

A implementação da Lei de Redução da Inflação requer ampla coordenação interinstitucional, envolvendo o Departamento de Energia (DOE), o Departamento de Saúde e Serviços Humanos (HHS), o Departamento do Trabalho (DOL) e a Receita Federal (IRS). A execução eficaz depende da governança federativa, da alocação eficiente dos recursos — superiores a US\$ 700 bilhões — e da superação de desafios relacionados à transparência, à equidade no acesso aos benefícios e à capacitação técnica.

Assim, a *Inflation Reduction Act* se configura como uma política pública multifacetada e sistêmica, que reflete o esforço do Estado norte-americano em responder de forma integrada às crises climática, econômica e social. Sua efetividade futura estará condicionada à capacidade de adaptação institucional, ao engajamento do setor privado e à inclusão de múltiplos atores no processo de inovação, consolidando-se como uma referência de política de CT&I orientada à sustentabilidade.

4.3. ALEMANHA

A integração entre governo federal, estados e setor industrial constitui a base do sucesso da inovação na Alemanha desde o século XVIII. Essa articulação permitiu a rápida disseminação de tecnologias e o fortalecimento da economia nacional. Instituições como a Sociedade Max Planck e universidades foram fundamentais nesse processo desde os séculos XIX e XX.

A política de inovação alemã moderna começou nos anos 1960, inicialmente inspirada no modelo norte-americano, com foco em áreas como a espacial e a informática. A partir dos anos 1980, houve uma mudança de estratégia, com maior cooperação entre setor público e privado, passando a incluir também questões ambientais e a valorização de empresas de médio porte.

Nos anos 2000, o governo lançou uma ofensiva em quatro frentes: exploração de tecnologias, estímulo a *startups* (*spin-offs*), fortalecimento de parcerias entre pesquisa e setor privado, e uso de competências científicas para a inovação. Com isso, criou agências de patentes (PVAs) e modificou leis para facilitar a exploração comercial de inovações oriundas das universidades.

Paralelamente, a União Europeia lançou a "Agenda de Lisboa" (2000) e a "Europa 2020" (2010), com o objetivo de tornar a UE uma economia baseada no conhecimento, apostando em investimentos mínimos de 3% do PIB em pesquisa e desenvolvimento. A Alemanha aderiu com diversos programas federais de incentivo.

Entre os principais programas, destacam-se: a Iniciativa Conjunta para Pesquisa e Inovação (2005), que aumentou o financiamento a institutos científicos; o Programa de €6 bilhões (2006–2015), que fortaleceu a infraestrutura científica; e a Iniciativa para a Excelência, voltada à promoção de universidades por meio de programas de doutorado, *clusters* de excelência e projetos institucionais.

A Estratégia de Alta Tecnologia, lançada em 2006 e atualizada em 2010 e 2018, buscou fortalecer a posição da Alemanha em setores de ponta. O plano envolveu parcerias público-privadas e ênfase em desafios sociais e setores estratégicos como saúde, mobilidade e energia.

Em 2011, o Ministério da Economia e Tecnologia reforçou a importância da inovação como resposta à concorrência global e como meio de garantir a força industrial da Alemanha. Diferente do modelo anglo-saxão, a Alemanha reafirmou seu compromisso com uma base industrial sólida.

Essa nova política industrial alemã aposta em tecnologias habilitadoras — como nanotecnologia, microssistemas, bioeconomia, ótica e produção avançada — como pilares para o avanço competitivo das empresas alemãs no cenário internacional.

4.3.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023

As principais políticas públicas de CT&I na Alemanha no período de 2019 a 2023 estão dispostas no quadro abaixo:

Quadro 5 – Principais políticas públicas de CT&I na Alemanha no período de 2019 a 2023

Política	Objetivo Principal	Características e desafios em comum
High-Tech Strategy 2025	Promover inovação orientada a missões para enfrentar desafios sociais e consolidar a liderança científica e tecnológica.	• Abordagem sistêmica e colaborativa. • Combinação de instrumentos de política pública. • Foco em transformação estrutural e tecnológica de longo prazo. • Coordenação e governança interinstitucional complexas. • Baixa inclusão de PMEs e desigualdades regionais. • Burocracia, rigidez e dificuldade de adaptação rápida.
Estratégia Digital 2025	Transformar a Alemanha em líder global da economia digital, com infraestrutura moderna e sociedade digital inclusiva.	
Estratégia Nacional de IA	Estruturar um ecossistema robusto e ético de inovação em IA, promovendo soberania tecnológica e liderança internacional.	

Fonte: elaboração própria.

Estratégia High-Tech 2025 (HTS 2025)

A Estratégia High-Tech 2025 é a principal política de inovação da Alemanha e representa uma evolução das estratégias anteriores desde 2006. Seu foco atual é uma abordagem baseada em missões, substituindo o foco anterior em tecnologias-chave ou grandes desafios. Essa nova abordagem busca coordenar ações entre diferentes ministérios e atores do ecossistema de

inovação — incluindo setor privado, ciência e sociedade civil — para enfrentar desafios globais como saúde, sustentabilidade, mobilidade, segurança, urbanização e transformação digital, que foi incluída como tema transversal.

A HTS 2025 definiu 12 missões de longo prazo voltadas para resolver esses grandes desafios por meio de esforços conjuntos. Além disso, enfatiza elementos estruturais fundamentais como a integração entre ciência e indústria, incentivo a *startups* de alta tecnologia, desenvolvimento de competências e internacionalização. A estratégia também busca promover mudanças sociais e comportamentais, reconhecendo que a inovação não é apenas tecnológica.

Entre os principais desafios da HTS 2025 estão a dificuldade de criar um senso de propriedade interministerial para cada missão, a segmentação de responsabilidades, a alta demanda por coordenação, a ausência de um orçamento unificado para P&D e atrasos na implementação em áreas prioritárias. Também há uma necessidade de ampliar a visão de inovação para além de tecnologias, incluindo aspectos sociais, e a falta de uma avaliação de impacto abrangente das missões.

Por outro lado, a estratégia apresenta várias oportunidades importantes. Ela fortalece a coordenação de políticas públicas entre ministérios, promove a colaboração com o setor privado e o engajamento da sociedade civil, e permite avanços em competências e lideranças tecnológicas emergentes. Além disso, oferece flexibilidade no planejamento de médio prazo e representa um processo de aprendizado contínuo, adaptando-se a novas demandas sociais e tecnológicas.

A HTS 2025 adota uma abordagem holística ao aplicar diferentes instrumentos de política — como regulação, capacitação e financiamento — e visa fortalecer todas as etapas do sistema de inovação. Sua compreensão ampla de inovação reconhece tanto os avanços tecnológicos quanto as mudanças sociais, e destaca a importância da participação ativa da sociedade por meio de plataformas e instrumentos inclusivos.

Estratégia Digital 2025

A Estratégia Digital 2025 da Alemanha constitui uma política pública orientada para a transformação digital ampla e sistêmica, com o objetivo de

posicionar o país como líder global na economia digital (BMWl, 2016). A estratégia busca fortalecer a infraestrutura digital, universalizar o acesso à internet de alta velocidade, especialmente em áreas rurais, e promover a digitalização de pequenas e médias empresas (PMEs), fundamentais para a economia nacional. Paralelamente, visa fomentar tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA), big data e Internet das Coisas (IoT), modernizar a administração pública, fortalecer a cibersegurança e garantir a inclusão digital (BMWl, 2016; EDLER *ET AL.*, 2016).

A política é caracterizada por uma abordagem orientada para o sistema, conforme a tipologia de Edler *et al.* (2016), articulando infraestrutura, inovação, capacitação e regulação de forma integrada. Embora contenha elementos voltados para missões específicas (como a digitalização da saúde e da educação), seu foco principal é estrutural: construir e manter um ecossistema digital robusto, resiliente e adaptável às transformações tecnológicas e sociais de longo prazo.

A formulação da estratégia foi conduzida pelo Ministério Federal da Economia e Energia (BMWl), em colaboração com outros ministérios, instituições científicas, setor produtivo e sociedade civil, a partir de consultas públicas e estudos prospectivos. O processo buscou alinhar a política digital às demandas sociais e econômicas, além de incorporar tendências internacionais, como IA e automação industrial (BMWl, 2016).

Os instrumentos de política utilizados incluem incentivos financeiros diretos, subsídios à PD&I, programas de capacitação em competências digitais, apoio à pesquisa aplicada e à transferência de conhecimento, além de investimentos em infraestrutura digital e criação de centros de excelência e *hubs* de inovação. A estratégia combina instrumentos do lado da demanda (como apoio às PMEs, formação de habilidades e promoção de redes de inovação) e, em menor grau, instrumentos do lado da oferta (como regulação e padrões técnicos), com os seguintes objetivos: aumentar investimentos em P&D, melhorar habilidades, fortalecer o sistema de inovação, e aumentar a demanda por soluções digitais.

A implementação da Estratégia Digital 2025 envolveu planos de ação setoriais coordenados por diversos ministérios, com destaque para a ampliação da infraestrutura digital (banda larga e 5G), incentivo à digitalização empresarial,

plataformas para desenvolvimento de IA, e digitalização de serviços públicos. A execução foi acompanhada por sistemas de monitoramento e avaliação contínuos, embora tenha enfrentado desafios de coordenação interinstitucional e adaptação às rápidas mudanças tecnológicas globais (BMWl, 2016).

A governança da estratégia é centralizada nos ministérios BMWi e BMVI, com participação significativa do setor produtivo e instituições científicas, como a Sociedade Fraunhofer. Grandes empresas (SAP, Siemens, Deutsche Telekom) exercem papel estratégico na implementação, o que pode limitar o acesso de PMEs e *startups* aos benefícios da política. A participação da sociedade civil, embora prevista, ainda é limitada, o que representa um desafio para a equidade digital (BMWl, 2016).

Em termos de impacto e limitações, a estratégia representa um avanço significativo por adotar uma abordagem sistêmica e inclusiva. Destaca-se o foco na capacitação de capital humano, no apoio às PMEs e na criação de um ambiente colaborativo de inovação. Contudo, persistem desafios estruturais, como a lentidão na expansão da infraestrutura digital em regiões periféricas, a rigidez burocrática da administração pública, a competição internacional com ecossistemas mais ágeis (como EUA e China) e a vulnerabilidade digital diante de cadeias globais de suprimentos (BMWl, 2016; EDLER *ET AL.*, 2016).

Estratégia Nacional de Inteligência Artificial (IA)

Em novembro de 2018, o Governo Federal Alemão lançou sua Estratégia Nacional de IA, desenvolvida conjuntamente pelo Ministério Federal da Educação e Pesquisa, o Ministério Federal da Economia e Energia e o Ministério Federal do Trabalho e Assuntos Sociais.

A Estratégia de inteligência artificial da Alemanha apresenta os avanços já alcançados no país, define metas futuras e propõe um plano concreto de ações políticas para atingi-las. Entre os principais objetivos estão posicionar a Alemanha e a Europa como líderes globais em IA, reforçando a competitividade por meio do incentivo a investimentos, da criação de Centros de Excelência em pesquisa e da revisão dos mecanismos de financiamento. A estratégia também busca promover o uso responsável da IA em benefício da sociedade, com a criação de um Observatório de IA e apoio a aplicações voltadas à

sustentabilidade ambiental. Além disso, destaca a importância de integrar a IA de forma ética, legal, cultural e institucional, promovendo um diálogo social abrangente e desenvolvendo políticas públicas que incentivem o fortalecimento da expertise em IA dentro da administração pública.

Os beneficiários diretos dessa política são: instituições de ensino superior; institutos de pesquisa pública; laboratórios privados de pesquisa e desenvolvimento; pesquisadores estabelecidos; pós-doutorandos e outros pesquisadores em início de carreira; empresas de qualquer tamanho e idade; incubadoras; aceleradoras; *hubs* e governos subnacionais.

4.3.2. Análise das políticas de CT&I na Alemanha

Estratégia High-Tech 2025 (HTS 2025)

A Estratégia High-Tech 2025, principal política nacional de CT&I da Alemanha, representa uma abordagem orientada a missões com o intuito de enfrentar desafios sociais e globais, reforçar a competitividade industrial e consolidar a liderança científica do país no cenário internacional. Essa política estrutura-se em quatro eixos fundamentais: (i) enfrentamento de desafios sociais e globais, como mudanças climáticas, saúde pública e mobilidade sustentável; (ii) fortalecimento da capacidade de inovação da economia, com foco em digitalização, tecnologias emergentes e apoio a pequenas e médias empresas (PMEs); (iii) promoção da transferência de conhecimento e inovação aberta; e (iv) liderança tecnológica sustentável, com ênfase na internacionalização e na definição de padrões globais (RITA ET AL., 2017).

A estratégia articula instrumentos de política pública tanto do lado da oferta quanto da demanda, incluindo incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I empresarial, políticas de formação de habilidades, empreendedorismo, *clusters*, redes de inovação, padronização e regulação tecnológica. Os objetivos desses instrumentos incluem: aumento dos investimentos em P&D, aprimoramento de habilidades, acesso a conhecimento especializado, fortalecimento de capacidades sistêmicas, incremento da demanda por inovação, melhoria das estruturas regulatórias e promoção do intercâmbio sobre inovação.

A formulação da Estratégia High-Tech 2025 resultou de um processo participativo, baseado na identificação de tendências tecnológicas globais, diagnóstico de lacunas do sistema de inovação e alinhamento com compromissos internacionais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, o Acordo de Paris e a Agenda Digital da União Europeia. Foram realizadas consultas amplas a especialistas, empresas e organizações da sociedade civil, assegurando que a política estivesse ancorada nas demandas do mercado e nos interesses sociais (EDLER; KUHLMANN, 2008).

A implementação da estratégia é coordenada pelo Ministério Federal da Educação e Pesquisa (BMBF), em articulação com outros ministérios. Os mecanismos utilizados incluem programas de financiamento à pesquisa estratégica e à inovação empresarial, como o *Fonds für Innovationsförderung* e o *EXIST-Program*, além da criação de centros de excelência em inteligência artificial, saúde digital e tecnologias sustentáveis. Parcerias público-privadas (PPPs) são amplamente utilizadas como instrumento de inovação colaborativa, promovendo a integração entre ciência, academia e setor produtivo (RITA ET AL., 2017).

Os institutos de pesquisa Max Planck, Fraunhofer, Helmholtz e Leibniz desempenham papel central na articulação entre ciência básica e aplicada, favorecendo o patenteamento e a transferência de tecnologia. As políticas de *cluster* também são fundamentais, criando ecossistemas regionais que combinam políticas industriais, inovação e desenvolvimento territorial (RITA ET AL., 2017).

A política adota ainda iniciativas orientadas à missão e projetos-piloto voltados à resolução de problemas complexos, como a mobilidade inteligente e a descarbonização da economia. Soma-se a isso a ênfase na formação de capital humano qualificado em tecnologias emergentes, com programas educacionais voltados à digitalização e à inovação tecnológica.

Apesar dos avanços, a Estratégia enfrenta desafios relevantes. A complexidade institucional do sistema alemão de CT&I, marcada pela multiplicidade de atores e níveis de governo, exige intensa coordenação, a qual ainda apresenta deficiências significativas. A integração entre políticas federais e regionais é limitada, comprometendo a eficácia e as sinergias entre programas (EDLER; KUHLMANN, 2008). Outro entrave reside na inclusão de PMEs, que

frequentemente enfrentam barreiras para acessar os recursos disponíveis, o que pode gerar um ecossistema de inovação assimétrico, concentrando benefícios em grandes empresas.

A sustentabilidade da Estratégia também depende da sua capacidade de atrair investimentos privados e de manter a competitividade das inovações em um ambiente global dinâmico. A dependência do financiamento público pode representar um risco em cenários de instabilidade política ou econômica.

Em síntese, a Estratégia High-Tech 2025 configura-se como uma política pública robusta, centrada em valores como sustentabilidade, inovação aberta e cooperação internacional. Seu êxito, no entanto, requer o enfrentamento de desafios relacionados à governança interinstitucional, à inclusão de PMEs e à sustentabilidade a longo prazo. Trata-se de uma iniciativa que reflete a ambição da Alemanha de liderar a transição para uma economia baseada em conhecimento e tecnologia avançada, com impacto econômico e social significativo.

Estratégia Digital 2025

A Estratégia Digital 2025 da Alemanha constitui uma política pública orientada para a transformação digital ampla e sistêmica, com o objetivo de posicionar o país como líder global na economia digital (BMWl, 2016). A estratégia busca fortalecer a infraestrutura digital, universalizar o acesso à internet de alta velocidade, especialmente em áreas rurais, e promover a digitalização de pequenas e médias empresas (PMEs), fundamentais para a economia nacional. Paralelamente, visa fomentar tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA), big data e Internet das Coisas (IoT), modernizar a administração pública, fortalecer a cibersegurança e garantir a inclusão digital (BMWl, 2016; EDLER *ET AL.*, 2016).

A política é caracterizada por uma abordagem orientada para o sistema, conforme a tipologia de Edler *et al.* (2016), articulando infraestrutura, inovação, capacitação e regulação de forma integrada. Embora contenha elementos voltados para missões específicas, como a digitalização da saúde e da educação, seu foco principal é estrutural: construir e manter um ecossistema

digital robusto, resiliente e adaptável às transformações tecnológicas e sociais de longo prazo.

A formulação da estratégia foi conduzida pelo Ministério Federal da Economia e Energia (BMWi), em colaboração com outros ministérios, instituições científicas, setor produtivo e sociedade civil, a partir de consultas públicas e estudos prospectivos. O processo buscou alinhar a política digital às demandas sociais e econômicas, além de incorporar tendências internacionais, como IA e automação industrial (BMWi, 2016).

Os instrumentos de política utilizados incluem incentivos financeiros diretos, subsídios à PD&I, programas de capacitação em competências digitais, apoio à pesquisa aplicada e à transferência de conhecimento, além de investimentos em infraestrutura digital e criação de centros de excelência e *hubs* de inovação. A estratégia combina instrumentos do lado da demanda (como apoio às PMEs, formação de habilidades e promoção de redes de inovação) e, em menor grau, instrumentos do lado da oferta (como regulação e padrões técnicos), com os seguintes objetivos: aumentar investimentos em P&D, melhorar habilidades, fortalecer o sistema de inovação, e aumentar a demanda por soluções digitais.

A implementação da Estratégia Digital 2025 envolveu planos de ação setoriais coordenados por diversos ministérios, com destaque para a ampliação da infraestrutura digital (banda larga e 5G), incentivo à digitalização empresarial, plataformas para desenvolvimento de IA, e digitalização de serviços públicos. A execução foi acompanhada por sistemas de monitoramento e avaliação contínuos, embora tenha enfrentado desafios de coordenação interinstitucional e adaptação às rápidas mudanças tecnológicas globais (BMWi, 2016).

A governança da estratégia é centralizada nos ministérios BMWi e BMVI, com participação significativa do setor produtivo e instituições científicas, como a Sociedade Fraunhofer. Grandes empresas (SAP, Siemens, Deutsche Telekom) exercem papel estratégico na implementação, o que pode limitar o acesso de PMEs e *startups* aos benefícios da política. A participação da sociedade civil, embora prevista, ainda é limitada, o que representa um desafio para a equidade digital (BMWi, 2016).

Em termos de impacto e limitações, a estratégia representa um avanço significativo por adotar uma abordagem sistêmica e inclusiva. Destacam-se o

foco na capacitação de capital humano, no apoio às PMEs e na criação de um ambiente colaborativo de inovação. Contudo, persistem desafios estruturais, como a lentidão na expansão da infraestrutura digital em regiões periféricas, a rigidez burocrática da administração pública, a competição internacional com ecossistemas mais ágeis (como EUA e China) e a vulnerabilidade digital diante de cadeias globais de suprimentos (BMW, 2016; EDLER ET AL., 2016).

Estratégia Nacional de IA

A Estratégia Nacional de Inteligência Artificial da Alemanha é orientada principalmente por uma abordagem sistêmica, ainda que inclua componentes de missão em áreas estratégicas como saúde, mobilidade e indústria 4.0. Essa Estratégia visa estruturar um ecossistema robusto de inovação, envolvendo governo, academia, setor produtivo e sociedade civil, com ênfase na criação de capacidades institucionais e tecnológicas duradouras (ROGGE; REICHARDT, 2016). Isso inclui investimentos substanciais em infraestrutura digital, formação de centros de excelência distribuídos pelo território alemão, fortalecimento da pesquisa de ponta e promoção de ambientes regulatórios e éticos favoráveis. O foco em políticas de formação de capital humano altamente qualificado, bem como a preocupação com a segurança, a transparência e a governança digital, demonstra um compromisso de longo prazo com o desenvolvimento sustentável e competitivo da IA no país.

A Estratégia mobiliza uma variedade de instrumentos de política pública, conforme a tipologia de Edler, combinando medidas voltadas tanto para o lado da oferta quanto da demanda. Entre esses instrumentos, destacam-se os incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de empreendedorismo e *clusters*, redes de inovação, padronização tecnológica e previsão regulatória. Essa configuração visa não apenas estimular a inovação e elevar a capacidade científica e tecnológica nacional, mas também melhorar as conexões entre diferentes atores e setores, promovendo complementaridades e sinergias. A estratégia também aposta na internacionalização como vetor de soberania digital, buscando protagonismo na formulação de padrões éticos e técnicos internacionais. No entanto, essas ambições encontram limites práticos na dificuldade de converter influência diplomática em liderança tecnológica

concreta, especialmente diante da velocidade e agressividade das estratégias de países como China e Estados Unidos.

Apesar de seu desenho abrangente e orientado por boas práticas internacionais, a implementação da estratégia encontra obstáculos estruturais e operacionais. O excesso de cautela regulatória, justificada por preocupações éticas e de proteção de dados, tem sido apontado como um entrave à experimentação e à inovação disruptiva. A burocracia administrativa e a fragmentação entre ministérios e agências dificultam a coordenação ágil e a execução eficiente das ações previstas. Além disso, o processo de transferência tecnológica entre centros de pesquisa e o setor produtivo, especialmente as pequenas e médias empresas, continua limitado por barreiras como dificuldade de acesso a financiamento, ausência de capital de risco nacional robusto e baixa fluidez das redes de colaboração. A desigualdade regional também emerge como um desafio, com os benefícios da estratégia concentrando-se nas regiões mais desenvolvidas, o que pode acentuar disparidades territoriais. Por fim, embora a sociedade civil tenha sido considerada na elaboração da estratégia, sua participação continua restrita, comprometendo o engajamento social em debates cruciais sobre ética, justiça algorítmica e impactos sociais da IA.

4.4. COREIA DO SUL

Entre 1905 e 1945, a Coreia esteve sob domínio japonês, sofrendo repressão e exploração até o fim da Segunda Guerra Mundial, quando o controle japonês terminou. No entanto, o contexto da Guerra Fria levou à divisão da península em Coreia do Norte e do Sul, separando famílias e iniciando tensões que culminaram na Guerra da Coreia (1950-1953). Nos anos seguintes, a Coreia do Sul passou por instabilidade política e golpes militares, até alcançar eleições diretas em 1988.

Após a guerra, o país iniciou um processo de industrialização baseado inicialmente na substituição de importações. Empresas como Samsung, LG e KIA surgiram ou se transformaram nesse período, expandindo suas atividades com o apoio estatal. Contudo, diante das limitações de mercado interno e recursos, o governo alterou sua estratégia nos anos 1960, promovendo

exportações, incentivando o acúmulo de capacidades produtivas e tecnológicas e oferecendo subsídios, crédito e proteção ao setor privado.

Os chamados planos quinquenais de desenvolvimento, iniciados em 1962, foram o principal instrumento de industrialização. O governo identificava setores estratégicos e oferecia incentivos às empresas que atendessem aos critérios estabelecidos, especialmente aqueles ligados à exportação e inovação. A atuação estatal incluiu a criação de instituições como a Kotra e o Economic Planning Board, além do Ministério da Ciência e Tecnologia.

A partir do terceiro plano (1972-1976), a Coreia do Sul direcionou esforços para desenvolver a indústria pesada, com destaque para os setores petroquímico, automobilístico e naval. O Estado criou mecanismos de financiamento, como o Fundo Nacional de Investimentos, para apoiar esses projetos. Como resultado, a indústria pesada superou a leve no fim da década de 1970, com significativo crescimento econômico e aumento das exportações.

Nos anos 1980, a Coreia enfrentou mudanças globais e desafios internos, como a perda de competitividade em setores intensivos em mão de obra. Com isso, passou a investir fortemente em tecnologias emergentes, como semicondutores, robótica e computação. O governo também adotou medidas de liberalização planejada, promovendo ajustes no setor industrial para garantir competitividade global.

Os planos quinquenais seguintes consolidaram a indústria da informação e priorizaram setores de alta tecnologia. As *chaebols* expandiram sua atuação global, enquanto o governo incentivava a participação de pequenas empresas em setores estratégicos e o aumento dos investimentos em P&D. A atuação do Estado era baseada em contrapartidas de desempenho para concessão de incentivos, garantindo maior eficiência dos subsídios.

A estratégia industrial coreana incluiu a exigência de transferência de tecnologia por empresas estrangeiras em troca de acesso ao mercado. A educação técnica foi fortemente valorizada, com engenheiros desempenhando papel central na assimilação e adaptação de tecnologias. O governo também criou empresas públicas em setores estratégicos, com destaque para o sucesso da siderúrgica POSCO.

A partir dos anos 2000, apesar de avanços em ciência e tecnologia, a Coreia do Sul ainda enfrentava desafios na inovação radical e na distribuição

equitativa de pesquisadores. O governo, então, reestruturou seu sistema nacional de inovação, promovendo a economia criativa como motor de crescimento até 2030. Incentivos fiscais, apoio a *startups*, legislação antitruste e investimentos em ICTs tornaram-se fundamentais para consolidar a liderança tecnológica do país.

4.4.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023

As principais políticas públicas de CT&I na Coreia do Sul no período de 2019 a 2023 estão dispostas no quadro abaixo:

Quadro 6 – Principais políticas públicas de CT&I na Coreia do Sul no período de 2019 a 2023

Política	Objetivo Principal	Características e desafios em comum
4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos	Fortalecer a base científica nacional por meio da formação, capacitação e retenção de talentos científicos, com foco sistêmico e estratégico.	• Abordagem sistêmica e integrada. • Orientação por missões estratégicas. • Ênfase em formação e qualificação. • Governança centralizada e complexa. • Baixa inclusão de pequenos atores. • Desigualdades regionais e estruturais.
5º Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023–2027)	Consolidar um ecossistema robusto de CT&I orientado por missões, com impacto socioeconômico e posicionamento global competitivo.	

Fonte: elaboração própria.

4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos (2021-2025)

O 4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos da Coreia do Sul, vigente de 2021 a 2025, visa fortalecer as políticas de desenvolvimento de talentos científicos em um cenário de incertezas globais e avanço da Quarta Revolução Industrial. A estratégia central parte da visão de tornar o país uma “potência de talentos científicos liderando a inovação”, focando em atrair talentos, expandir o ecossistema de ciência e inovação, e transformar a Coreia em um destino atrativo para profissionais altamente qualificados.

Para alcançar esses objetivos, o plano se baseia em quatro estratégias principais: fomentar talentos futuros, apoiar jovens pesquisadores, estabelecer bases para cientistas prosperarem continuamente, e manter o ecossistema

aberto e dinâmico. Cada uma dessas estratégias é composta por tarefas específicas, como o fortalecimento da educação científica e digital em escolas, o aumento do apoio a estudantes de pós-graduação e jovens pesquisadores, e a criação de condições mais seguras e estáveis para o desenvolvimento de suas carreiras.

O plano também enfatiza a importância da diversidade e inclusão, com foco no apoio a mulheres cientistas e engenheiras. Além disso, prevê o aprimoramento do sistema de aprendizado contínuo e do treinamento técnico para manter a força de trabalho atualizada frente às transformações tecnológicas. Tais medidas são fundamentais diante do desafio demográfico que pode comprometer a oferta de novos talentos.

Outro pilar importante é tornar a Coreia do Sul mais atrativa para talentos estrangeiros. Isso inclui a melhoria de sistemas legais e institucionais que permitam maior mobilidade entre academia e indústria, além da criação de um comitê para proteção dos direitos dos pesquisadores. Essas iniciativas visam fomentar um ambiente inovador e ético, incentivando a atuação de cientistas de alto nível, tanto locais quanto internacionais.

Por fim, o governo sul-coreano prevê investimentos significativos de ministérios e governos locais para apoiar a formação de mais de 180.000 talentos emergentes. O foco será em áreas estratégicas como inteligência artificial, software e biotecnologia, reforçando o papel da ciência e tecnologia como motores do crescimento econômico sustentável do país.

Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023 – 2027)

O Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia da Coreia do Sul, anunciado em 2022 e válido para o período de 2023 a 2027, é um plano estratégico que define os rumos do desenvolvimento científico e tecnológico do país. Elaborado com a participação de mais de 40 ministérios, agências e comitês, o plano busca responder aos grandes desafios atuais, como a competição tecnológica global, mudanças climáticas, crise demográfica e transformação digital. Sua formulação contou com a colaboração de especialistas de diversas áreas e da sociedade civil, refletindo uma abordagem ampla e participativa.

Diante das dificuldades enfrentadas pela Coreia do Sul, como o envelhecimento da população e a diminuição do número de pesquisadores, o plano tem como objetivo consolidar a posição do país como líder em ciência, tecnologia e inovação. Para isso, foi ampliado o escopo das políticas de ciência e tecnologia, integrando estratégias que visam tanto o fortalecimento da economia quanto a solução de problemas sociais e ambientais por meio da inovação.

A visão central do plano é “Um Futuro Ousado Liderado pela Ciência, Tecnologia e Inovação”, e se desdobra em três grandes objetivos: reforçar estratégias nacionais de P&D, promover um ecossistema inovador liderado pelo setor privado e enfrentar desafios nacionais com soluções baseadas em ciência e tecnologia. Para atingir essas metas, o plano está estruturado em três estratégias: (1) aprimorar o sistema de C&T para crescimento qualitativo; (2) fortalecer a inovação e criar um ecossistema aberto; e (3) resolver problemas nacionais e se preparar para o futuro.

Entre os temas prioritários da terceira estratégia estão a transformação digital, a neutralidade de carbono, a saúde pública, a gestão de crises, segurança nacional e o desenvolvimento de setores estratégicos como o espacial e o oceânico. O plano também destaca a importância de fortalecer a ciência como cultura e promover a convergência entre ciência, economia e sociedade.

Além disso, o Quinto Plano Diretor identifica 12 Tecnologias Estratégicas Nacionais prioritárias para o desenvolvimento no período de 2023 a 2027, incluindo semicondutores, baterias, mobilidade avançada, biotecnologia, inteligência artificial, cibersegurança e tecnologia quântica. Essas áreas serão impulsionadas por um sistema de inovação em P&D orientado por missões, mobilizando esforços conjuntos do governo e do setor privado para garantir vantagem tecnológica e promover o crescimento sustentável do país.

4.4.2. Análise das políticas públicas de CT&I na Coreia do Sul

4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos

O 4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos configura-se como uma política pública predominantemente orientada para o sistema, ao

priorizar a criação de condições estruturais para a formação, capacitação e retenção de pesquisadores. Com foco no fortalecimento da infraestrutura educacional e científica, na ampliação das redes institucionais e na consolidação de um ecossistema robusto de produção e difusão do conhecimento, o plano contribui para o desenvolvimento contínuo da base científica nacional. Essa abordagem sistêmica é articulada a uma estratégia de longo prazo, voltada à sustentabilidade do sistema de ciência, tecnologia e inovação.

Embora centrado em políticas de oferta — como incentivos à pesquisa, formação de recursos humanos qualificados e apoio à cooperação interinstitucional — o plano também apresenta traços de orientação por missões. Isso se expressa na definição de áreas prioritárias, como inteligência artificial, biotecnologia, energia sustentável e transformação digital, as quais vinculam a formação de talentos aos desafios estratégicos da sociedade e da economia.

Entre os instrumentos mobilizados destacam-se o financiamento à pesquisa, as políticas de formação científica, o apoio à colaboração entre academia, setor produtivo e governo, e o estímulo à internacionalização da ciência. A maioria desses instrumentos pertence ao lado da oferta, exceto pela previsão tecnológica, voltada à demanda. Tais instrumentos visam ampliar os investimentos em P&D, melhorar competências científicas, favorecer o intercâmbio de conhecimento e fortalecer a capacidade sistêmica da inovação.

A formulação do plano resultou de um processo colaborativo entre governo federal, agências de fomento, instituições de ensino e pesquisa, e representantes do setor produtivo, sendo guiada por um diagnóstico das políticas anteriores e por referências internacionais. A implementação ocorre por meio de programas voltados à melhoria da infraestrutura científica, à formação avançada, à integração entre pesquisa básica e aplicada, à internacionalização e à promoção da diversidade e inclusão na ciência.

Apesar dos avanços, persistem desafios, como a burocratização do financiamento, a baixa absorção do conhecimento pelo setor produtivo, a concentração de poder decisório no governo e a sub-representação de pequenos atores e da sociedade civil na governança da política. Tais limitações podem comprometer a flexibilidade e a eficácia do plano frente às demandas emergentes da CT&I.

Assim, o 4º Plano Básico se consolida como uma política abrangente e estratégica, voltada à construção de uma base científica sólida, à promoção de ambientes colaborativos de inovação e à elevação da competitividade nacional, ainda que sua efetividade dependa da superação de obstáculos estruturais e do aprimoramento dos mecanismos de governança e participação.

Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023 – 2027)

O Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia da Coreia do Sul (2023–2027) constitui um instrumento estratégico abrangente que articula políticas orientadas tanto ao fortalecimento sistêmico do ecossistema nacional de CT&I, quanto ao enfrentamento de desafios sociais, econômicos e ambientais por meio de missões tecnológicas específicas. A proposta reflete uma abordagem integrada e multidimensional de política pública, alinhada com a crescente complexidade das agendas de desenvolvimento científico e tecnológico em economias avançadas.

No que tange à sua dimensão sistêmica, o plano prioriza a consolidação de uma infraestrutura científica e tecnológica de classe mundial, com ênfase na modernização de laboratórios e centros de pesquisa, no fortalecimento das capacidades institucionais, e na formação de recursos humanos altamente qualificados. A promoção da colaboração entre universidades, institutos de pesquisa, empresas e o setor público é apresentada como eixo fundamental para fomentar sinergias e articular esforços de inovação em diferentes setores da economia. Essa perspectiva reflete um compromisso com o aprofundamento das capacidades endógenas do sistema nacional de inovação, ao mesmo tempo em que busca integrar a Coreia do Sul às cadeias globais de conhecimento e tecnologia.

Paralelamente, o plano adota uma abordagem fortemente orientada por missões, com metas específicas nas áreas de inteligência artificial, biotecnologia, robótica, nanotecnologia, transição energética e sustentabilidade ambiental. O foco recai sobre a resolução de problemas complexos, como as mudanças climáticas, a digitalização da economia e os riscos cibernéticos, bem como sobre a exploração de oportunidades tecnológicas estratégicas para o posicionamento competitivo da Coreia do Sul no cenário internacional. A escolha

dessas áreas reflete a tentativa deliberada de alavancar capacidades científicas e tecnológicas para gerar impacto socioeconômico tangível, com metas definidas e prazos claros, alinhados às necessidades internas e aos compromissos globais do país.

A formulação do plano seguiu uma metodologia participativa, envolvendo atores estatais, acadêmicos e empresariais, por meio de consultas públicas, painéis de especialistas e análises prospectivas. Essa abordagem colaborativa permitiu identificar lacunas no ecossistema de inovação sul-coreano, definir prioridades tecnológicas e estruturar os instrumentos de política com base em evidências. O Ministério da Ciência e TIC (MSIT) figura como ator central na coordenação e implementação do plano, apoiado por instituições científicas e tecnológicas de destaque, como o Instituto Coreano de Ciência e Tecnologia (KIST), o Instituto Avançado de Ciência e Tecnologia da Coreia (KAIST), o Instituto de Políticas de Ciência e Tecnologia (STEPI) e a Fundação Nacional de Pesquisa da Coreia (NRF).

A estrutura de implementação é complementada por mecanismos de financiamento diversificados, incluindo fundos públicos para pesquisa, subsídios para startups e estímulos à formação de parcerias público-privadas. Ademais, foram estabelecidos mecanismos de monitoramento e avaliação contínua, com indicadores como número de patentes, nível de investimento em P&D e impactos econômicos das inovações, permitindo ajustes dinâmicos ao longo da vigência do plano.

No campo dos instrumentos de política, o plano contempla um amplo leque, coerente com a tipologia de Edler *et al.*, abrangendo incentivos fiscais, apoio direto à P&D empresarial, políticas de formação de competências, estímulo ao empreendedorismo, promoção de *clusters*, redes de inovação, regulação e previsão tecnológica. Embora haja instrumentos tanto do lado da oferta quanto da demanda, observa-se a predominância daqueles voltados ao fortalecimento da capacidade científica e tecnológica, caracterizando um modelo fortemente estruturado a partir do investimento público e da coordenação estatal.

Apesar de sua robustez, o plano enfrenta desafios significativos. Um dos principais diz respeito à governança do sistema de CT&I, especialmente à coordenação interinstitucional entre os diversos órgãos envolvidos. A centralidade do MSIT garante coerência estratégica, mas pode resultar em

rigidez burocrática e em dificuldades de adaptação a mudanças rápidas nos contextos tecnológicos e econômicos. Além disso, a participação desigual de atores do ecossistema – com preponderância dos grandes conglomerados (*chaebols*) – levanta preocupações sobre a inclusão de pequenas e médias empresas, *startups* e instituições periféricas, tanto em termos de acesso a recursos quanto de influência nas decisões políticas.

Outro desafio crítico reside na concentração geográfica das iniciativas em polos tecnológicos consolidados, como Seul e Daejeon, o que pode acentuar as desigualdades regionais e limitar a difusão dos benefícios da política de CT&I. A descentralização e o fortalecimento de capacidades regionais são, portanto, pontos-chave para a ampliação do impacto territorial do plano. Além disso, a ênfase em tecnologias emergentes e de fronteira – como IA, computação quântica e semicondutores avançados – embora estratégica, carrega o risco de especialização excessiva, caso não acompanhada por mecanismos de adaptação e diversificação tecnológica.

Por fim, a digitalização, pilar central do plano, demanda atenção à equidade no acesso às tecnologias digitais. A ausência de políticas mais robustas de inclusão digital pode aprofundar disparidades sociais e comprometer os objetivos de desenvolvimento sustentável. A internacionalização da CT&I, por sua vez, apresenta-se como um vetor positivo para a inserção global da Coreia do Sul, mas requer atenção à assimetria nas parcerias e à crescente instabilidade geopolítica.

Em síntese, o Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023–2027) representa um esforço estratégico ambicioso e abrangente, que combina racionalidade técnica, articulação intersetorial e visão de futuro. Seu sucesso dependerá da capacidade de implementar de forma efetiva os instrumentos previstos, de promover uma governança inclusiva e adaptável, e de articular as dimensões local e global da inovação científica e tecnológica, com foco na competitividade, na sustentabilidade e na coesão social.

4.5. AUSTRÁLIA

O sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação da Austrália é marcado por algumas peculiaridades históricas e estruturais: baixo investimento

em P&D, forte presença do governo no financiamento e execução de pesquisas, fraca atuação do setor privado em inovação e uma grande dependência de tecnologia estrangeira. Essas características derivam de três traços estruturais da economia australiana: a produção primária com alta produtividade, a manufatura voltada ao mercado interno e protegida por tarifas, e um modelo de forte provisão estatal de serviços.

Após a Segunda Guerra Mundial, a Austrália passou a buscar maior desenvolvimento econômico, impulsionado pelo medo de vulnerabilidades defensivas. O governo adotou políticas de imigração e proteção às indústrias nacionais para fomentar o crescimento, o que gerou um setor manufatureiro fragmentado e dependente de subsídios. Ainda nesse período, criou-se o CSIRO, órgão central para pesquisa científica aplicada. Na década de 1960, a expansão das universidades e a criação de agências de fomento reforçaram a infraestrutura científica nacional.

Durante os anos 1970 e 1980, os investimentos em P&D diminuíram, especialmente no setor empresarial, levando o governo a reorientar suas políticas para aproximar a ciência do mercado. Programas como o de Compensações e as Parcerias para o Desenvolvimento buscaram estimular o setor privado a investir em P&D. A partir de 1989, com o *Decade of National Research and Innovation Plan*, a Austrália começou a integrar mais a inovação à sua política industrial e a fortalecer laços entre universidade, governo e setor produtivo.

Nos anos 2000, houve uma nova onda de investimentos com o programa *Backing Australia's Ability*, que fortaleceu áreas emergentes como biotecnologia e nanotecnologia. Ainda assim, persistiam desafios, como a predominância de pequenas empresas com baixa propensão à inovação e a dominância de multinacionais em setores de alta tecnologia. A revisão Cutler, em 2008, posicionou a inovação como essencial para a produtividade, destacando a necessidade de mudança cultural e institucional, além de avanços tecnológicos.

Na década de 2010, as políticas de CT&I passaram a enfatizar a sustentabilidade ambiental, transformação digital e empreendedorismo. O governo intensificou o apoio a *startups* e iniciativas tecnológicas, enquanto relatórios governamentais do ano de 2017 reconheceram os avanços em pesquisa e infraestrutura, mas também evidenciaram limitações em

comercialização de pesquisas, desempenho educacional e ambição inovadora. A Austrália, embora rica em conhecimento e diversidade, ainda enfrenta desafios para alinhar inovação com objetivos de longo prazo e melhorar a integração entre pesquisa e aplicação econômica.

4.5.1. Principais políticas públicas de CT&I no período de 2019 a 2023

As principais políticas públicas de CT&I na Austrália no período de 2019 a 2023 estão dispostas no quadro abaixo:

Quadro 7 – Principais políticas públicas de CT&I na Austrália no período de 2019 a 2023

Política	Objetivo Principal	Características e desafios
Innovation and Science Australia (ISA)	Fortalecer o ecossistema nacional de CT&I por meio da criação de condições institucionais, regulatórias e financeiras para inovação sustentável.	• Orientação sistêmica. • Integração público-privada. • Instrumentos amplos e híbridos. • Baixa efetividade dos incentivos fiscais. • Governança fragmentada. • Inclusão limitada e fuga de talentos.

Fonte: elaboração própria.

Innovation and Science Australia (ISA)

Em 2015, o governo australiano lançou a *National Innovation and Science Agenda (NISA)* com o objetivo de impulsionar a capacidade de inovação do país e estabelecer um caminho estratégico de longo prazo. A criação do órgão independente *Innovation and Science Australia (ISA)* foi um dos principais resultados, encarregado de avaliar o desempenho do sistema de inovação e elaborar um plano estratégico até 2030. A iniciativa reconhece que, diante do fim do boom dos recursos naturais e do envelhecimento da população, a inovação é essencial para garantir crescimento econômico e social sustentado.

O plano enfatiza que empresas intensivas em conhecimento, que inovam e exportam, serão a base do crescimento até 2030. Essas empresas não apenas liderarão a criação de empregos diretos, mas também impulsionarão empregos indiretos em cadeias produtivas e serviços. Além disso, com a iminente escassez

de mão-de-obra causada pelo envelhecimento populacional, tecnologias inovadoras, como a automação, terão papel central em manter a produtividade e compensar a redução da força de trabalho disponível.

A ISA estruturou sua estratégia em cinco áreas principais: educação, indústria, governo, pesquisa e desenvolvimento, e cultura e ambição. Em educação, destaca-se a importância de fortalecer o ensino de ciência, tecnologia, engenharia e matemática e reduzir desigualdades. Para a indústria, são propostas ações como melhorar incentivos fiscais à P&D, ampliar subsídios às exportações e atrair talentos internacionais. Já no governo, a proposta é que ele atue como catalisador da inovação, modernizando regulações, promovendo dados abertos e incentivando a inovação por meio de compras públicas. Em pesquisa e desenvolvimento, o foco está na tradução do conhecimento acadêmico em soluções comerciais, por meio de maior colaboração com o setor privado, financiamento específico à comercialização e investimentos contínuos em infraestrutura de pesquisa. Também é ressaltada a necessidade de promover diversidade no setor e fortalecer o capital de risco. Por fim, em cultura e ambição, o plano propõe o lançamento de missões nacionais ambiciosas, como a de Genômica e Medicina de Precisão, para inspirar avanços significativos com impacto direto na sociedade.

Com essa abordagem, o Plano 2030 busca transformar o sistema de inovação australiano em uma engrenagem essencial para a competitividade global e o bem-estar nacional, propondo ações coordenadas entre setores para aproveitar as oportunidades tecnológicas e sociais que moldarão o futuro do país.

4.5.2. Análise das políticas públicas de CT&I na Austrália

Innovation and Science Australia (ISA)

A *Innovation and Science Australia* (ISA) configura-se como um instrumento de política pública orientado predominantemente ao fortalecimento sistêmico do ecossistema nacional de CT&I. Sua atuação concentra-se na criação de condições institucionais, regulatórias e financeiras favoráveis ao desenvolvimento científico e tecnológico, por meio de ações voltadas à melhoria

da articulação entre os setores público e privado, ao estímulo ao investimento em pesquisa e desenvolvimento e à promoção de um ambiente propício à inovação empresarial.

Com base em diagnósticos estratégicos e recomendações de longo prazo, a ISA visa consolidar as capacidades científicas e tecnológicas da Austrália de forma ampla e sustentável. Seus instrumentos de política abrangem desde incentivos fiscais à P&D, apoio direto a empresas inovadoras, programas de formação de talentos e desenvolvimento de *clusters* tecnológicos até mecanismos de comercialização de tecnologias emergentes. Trata-se, portanto, de uma política predominantemente orientada para o sistema, cujo foco reside na consolidação de estruturas institucionais, mecanismos de financiamento e redes de colaboração que sustentam o funcionamento do sistema nacional de inovação.

Entre os objetivos centrais da ISA destacam-se: o aumento dos investimentos públicos e privados em P&D; o fortalecimento das conexões entre universidades, centros de pesquisa e setor produtivo; a qualificação de recursos humanos em áreas estratégicas; e a promoção de um ambiente regulatório e financeiro capaz de dinamizar o ecossistema de inovação. Para tanto, são mobilizados instrumentos tanto do lado da oferta quanto da demanda, abrangendo incentivos fiscais, apoio direto à P&D empresarial, políticas de habilidades e formação, serviços técnicos, estímulo a redes de inovação, compras públicas e regulação voltada à inovação.

Contudo, a política apresenta limitações e desafios relevantes. A eficácia dos incentivos fiscais, um dos pilares da ISA, tem sido questionada, sobretudo pela sua limitada penetração em *startups* e pequenas empresas, e pela tendência de favorecer grandes corporações. Ademais, a falta de continuidade nos subsídios e investimentos a empresas emergentes compromete sua escalabilidade e sustentabilidade, ao passo que a dependência excessiva de financiamento público pode inibir a participação mais ativa do setor privado.

A formação de *clusters* e ecossistemas tecnológicos constitui outro eixo estratégico da ISA. No entanto, sua implementação enfrenta entraves como a concentração geográfica dos investimentos em regiões urbanas e desenvolvidas e a dificuldade de coordenação entre atores diversos do sistema. Soma-se a isso o desafio da retenção de talentos qualificados, que frequentemente migram para

economias mais atrativas, e a persistente desconexão entre a formação acadêmica e as necessidades do mercado.

Em termos de governança, a ISA opera como órgão assessor do governo australiano, articulando-se como elo entre formuladores de políticas, instituições científicas e setor empresarial. Apesar da intenção de atuar de forma autônoma, sua capacidade de influência permanece condicionada às diretrizes governamentais, o que limita a estabilidade e continuidade de suas estratégias. A ausência de um mecanismo unificado de coordenação interinstitucional contribui para a fragmentação das políticas de CT&I, com sobreposição de programas, alocação ineficiente de recursos e dificuldade de mensuração de impactos.

Outro ponto crítico diz respeito à representatividade dos atores envolvidos no processo decisório. Embora a ISA promova consultas com universidades e empresas, há baixa participação efetiva de pequenas e médias empresas e organizações da sociedade civil, o que reduz a diversidade de perspectivas e compromete o caráter inclusivo das políticas implementadas.

Em síntese, a ISA representa um esforço significativo do governo australiano para estruturar uma política nacional de inovação baseada em uma abordagem sistêmica, com foco na sustentabilidade, articulação intersetorial e desenvolvimento de capacidades de longo prazo. No entanto, a sua efetividade ainda depende de avanços na coordenação institucional, na diversificação dos atores envolvidos e na superação de assimetrias estruturais que limitam o pleno desenvolvimento do ecossistema de inovação australiano.

4.6. ANÁLISE COMPARADA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CT&I NOS PAÍSES SELECIONADOS

Elementos - Estratégia política

As principais estratégias políticas das políticas públicas analisadas estão dispostas no quadro abaixo:

Quadro 8 – Análise comparada das políticas públicas de CT&I nos países selecionados no quesito estratégia política

País	Políticas	Orientação	Objetivos	Áreas Estratégicas
Brasil	Marco Legal de CT&I	Sistema	Reduzir burocracias, incentivar a colaboração entre setor público, universidades e setor privado e melhorar o ambiente regulatório para inovação.	Estímulo à inovação industrial e P&D em saúde, agricultura, energia e digitalização.
Brasil	Política Nacional de Inovação	Sistema	Promover o ecossistema de inovação, aumentar a competitividade industrial e incentivar a P&D em setores estratégicos.	Tecnologias emergentes (IA, IoT, blockchain), sustentabilidade e competitividade industrial.
Brasil	Sistema Nacional para a Transformação Digital	Sistema	Crear um ambiente favorável à transformação digital, fortalecendo infraestrutura, habilidades digitais e regulação da economia digital.	Qualificação digital, governo digital, indústria 4.0 e expansão da conectividade.
Estados Unidos	Lei de CHIPS e Ciência	Híbrida, mas predomina a orientação para o sistema	Reforçar a produção nacional de semicondutores, reduzir dependência da China e expandir investimentos em P&D.	Produção e P&D de semicondutores, IA, computação quântica, biotecnologia e cibersegurança
Estados Unidos	Lei de Redução da Inflação	Híbrida	Incentivar inovação em energia limpa, mitigar mudanças climáticas e	Energias renováveis, veículos elétricos, captura de carbono e

			fortalecer setores estratégicos como veículos elétricos e hidrogênio verde.	infraestrutura sustentável.
Alemanha	Estratégia High-Tech 2025	Missão	Consolidar a liderança global da Alemanha em inovação, promovendo tecnologias avançadas para enfrentar desafios sociais e industriais.	Inteligência artificial, biotecnologia, segurança cibernética, energia renovável e manufatura avançada.
Alemanha	Estratégia Digital 2025	Sistema	Ampliar a digitalização da economia, modernizar infraestrutura digital e fomentar inteligência artificial e segurança cibernética.	Expansão da infraestrutura 5G, transformação digital na indústria e proteção de dados.
Coreia do Sul	4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos	Sistema	Formar especialistas em ciência e tecnologia para manter a competitividade global da Coreia e incentivar a inovação.	Educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, capacitação em inteligência artificial, biotecnologia e robótica.
Coreia do Sul	Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023–2027)	Híbrida	Consolidar a Coreia como uma potência em P&D, promovendo inovação sustentável e liderança em tecnologias emergentes.	Liderança em IA, 5G, semicondutores, biotecnologia, cibersegurança e cidades inteligentes.
Austrália	<i>Innovation and Science Australia</i> (ISA)	Sistema	Aumentar o impacto econômico da pesquisa e inovação, impulsionar as indústrias baseadas em tecnologia e	Fomento a <i>startups</i> , colaboração público-privada e formação de capital humano altamente qualificado

			fomentar uma cultura de inovação em toda a sociedade australiana.	para pesquisa e inovação.
--	--	--	---	---------------------------

Fonte: elaboração própria.

A análise das políticas de CT&I no Brasil revela que todas são orientadas ao sistema, sem a presença de políticas híbridas ou orientadas à missão. Esse foco reflete um esforço para consolidar e expandir a infraestrutura de inovação, mas pode resultar em menor eficiência na resolução de desafios estratégicos específicos.

A Austrália, semelhante ao Brasil, também apresentou apenas uma política analisada, que se revelou orientada ao sistema. Isso indica uma abordagem voltada para o fortalecimento das capacidades tecnológicas e institucionais, sem foco claro em desafios específicos.

Em contraste, países com forte tradição em inovação, como Estados Unidos, Alemanha e Coreia do Sul, apresentam políticas de CT&I predominantemente híbridas ou orientadas à missão. Esse modelo permite a alocação eficiente de recursos para desafios críticos, impulsionando o avanço tecnológico e a competitividade global.

A ausência de políticas de CT&I híbridas ou orientadas à missão no Brasil pode limitar a capacidade do país de responder a desafios estratégicos. A incorporação de políticas híbridas ou orientadas à missão pode aumentar a efetividade das iniciativas de CT&I no país, promovendo um desenvolvimento mais dinâmico e direcionado a soluções inovadoras.

Bufrem, Silveira e Freitas (2018) ressaltam que a política científica e tecnológica possui uma característica distinta, nem sempre reconhecida, que é seu papel como política-meio. Nesse sentido, essa categoria de política, ao menos em teoria, desempenha uma função essencial de suporte e articulação para outras políticas públicas em diversos setores, como o industrial, o agrícola, o educacional, o da saúde e o da inclusão social. Embora possua objetivos específicos e diretrizes próprias, sua eficácia está intrinsecamente vinculada a uma estratégia mais ampla, na qual interage e se integra a outras políticas, potencializando seus impactos e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e tecnológico de forma sistêmica e intersetorial.

Esse papel transversal da política de CT&I implica que seu desenho e implementação devem levar em conta as necessidades e objetivos de outras políticas públicas. Dessa forma, a interação entre CT&I e setores estratégicos pode potencializar os impactos das políticas governamentais e gerar inovações que promovam o desenvolvimento sustentável e inclusivo.

Gordon (2019) explica que, apesar das especificidades locais, para se criar uma política de CT&I capaz de gerar e fortalecer o setor produtivo com maior capacidade de geração e difusão de novos conhecimentos, é imprescindível que o Estado atue de forma ativa, e não passiva. O uso de instrumentos voltados à redução de riscos e incertezas constitui uma característica fundamental. Além disso, é essencial que o setor público se empenhe em identificar e articular as demandas oriundas das diferentes tecnologias existentes (públicas e privadas), de forma a orientar a utilização dos diversos instrumentos de política disponíveis. Com isso, o Estado poderá fomentar tanto a geração quanto a difusão de conhecimento novo.

De Negri, Rauen e Squeff (2018) explicam que uma das principais diferenças entre os investimentos públicos em P&D nos Estados Unidos e no Brasil reside no fato de que, no Brasil, o financiamento público em P&D tem como principal foco o fomento à ciência de forma ampla, enquanto nos Estados Unidos tais investimentos são majoritariamente direcionados à solução de desafios concretos da sociedade.

A literatura acadêmica frequentemente utiliza a distribuição dos recursos de P&D entre os ministérios como um indicador do grau de orientação para missões específicas (*mission-oriented*) dos investimentos públicos. Ministérios com objetivos setoriais claros, como Energia, Defesa e Saúde, tendem a alocar recursos de P&D para enfrentar problemas específicos dessas áreas. Em contrapartida, ministérios com funções mais horizontais, como Educação e Ciência e Tecnologia, destinam investimentos à promoção geral da ciência e da educação. No caso brasileiro, a maior parte dos investimentos públicos em P&D não é direcionada à aplicação imediata ou à resolução de desafios socioeconômicos (DE NEGRI; RAUEN; SQUEFF, 2018). Esse cenário pode ser observado a partir dos dados da tabela abaixo:

Tabela 1 - Brasil e Estados Unidos: distribuição do investimento público federal em CT&I (2023)

Ministérios brasileiros	Percentual (%)	Valor (R\$ milhões)	Departamentos e agências norte-americanas	Percentual (%)	Valor (US\$ bilhões)
Min. da Educação	46,8 %	7.488	Defesa (DOD)	48,7 %	94,96
Min. da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações	27,0 %	4.320	Saúde (HHS)	23,8 %	46,41
Min. da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	8,4 %	1.344	Energia (DOE)	10,2 %	19,89
Min. da Saúde	8,4 %	1.344	NASA	5,7 %	11,12
Min. do Planejamento, Orçamento e Gestão	3,3 %	528	Fundação Nacional de Ciências (NSF)	3,9 %	7,61
Min. da Indústria, Comércio Exterior e Serviços	2,0 %	320	Departamento de Comércio (DOC)	2,5 %	4,88
Outros	4,1 %	656	Outros	5,1 %	9,95
Total	100%	16.000	Total	100%	195.000

Fonte: BRASIL (2023) e *American Association for the Advancement of Science* (2025).

A tabela apresenta a distribuição percentual e em valores brutos do investimento público federal em CT&I em 2023, comparando o Brasil e os Estados Unidos. A comparação permite observar diferenças importantes nas prioridades e na estrutura institucional de financiamento de CT&I entre os dois países.

Nos Estados Unidos, a política de CT&I é fortemente orientada por missões estratégicas nacionais. O Departamento de Defesa (DOD) concentra 48,7% dos investimentos federais em CT&I. Isso demonstra o papel central da pesquisa militar como motor do desenvolvimento tecnológico. Além disso, o Departamento de Saúde e Serviços Humanos (HHS) responde por 23,8% dos investimentos, ilustrando a priorização da biomedicina como uma missão nacional. O Departamento de Energia (DOE) (10,2%) e a NASA (5,7%) são outros exemplos de agências voltadas para missões específicas com forte capacidade de comando e coordenação de sistemas complexos de inovação.

O modelo norte-americano, portanto, integra ciência, tecnologia e inovação em objetivos estratégicos de longo prazo, com forte capacidade de mobilização de recursos, articulação entre agências e sinergia com o setor privado. Ele representa uma arquitetura institucional altamente funcional e orientada a resultados, o que contribui para o bom desempenho dos EUA em setores de alta intensidade tecnológica.

Ao contrário do modelo *mission-oriented* dos EUA, o Brasil apresenta um padrão de investimento marcado pela fragmentação institucional, baixa coordenação interministerial e frágil orientação estratégica. A ausência de

missões nacionais claras e integradas no campo da CT&I compromete a eficácia dos investimentos e a capacidade de produzir inovações de impacto sistêmico.

O Ministério da Educação (MEC) recebe a maior parte dos recursos de CT&I, com 46,8%, refletindo um modelo centrado na produção acadêmica e formação de recursos humanos, mas sem articulação com prioridades nacionais de desenvolvimento tecnológico ou industrial. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), que exerce funções mais horizontais, responde por 27% dos recursos, ficando apenas atrás do MEC em relação ao recebimento de investimentos voltados para a CT&I. Por outro lado, setores estratégicos como saúde (8,4%) e agricultura (8,4%) recebem poucos recursos destinados à CT&I.

O Brasil necessita de uma governança sistêmica e orientada a missões, com definição clara de prioridades nacionais. O modelo vigente privilegia uma distribuição dispersa dos recursos e foco excessivo na produção científica descolada de objetivos estratégicos, o que limita a capacidade do país de gerar inovações com alto valor agregado e impacto socioeconômico.

O Brasil tem focado suas políticas de CT&I na modernização do ambiente regulatório e na transformação digital como instrumentos para impulsionar a inovação e a competitividade econômica. Iniciativas como o Marco Legal de CT&I, a Política Nacional de Inovação e o Sistema Nacional para a Transformação Digital buscam criar um ecossistema mais favorável ao empreendedorismo tecnológico e à adoção de novas tecnologias. No entanto, o país ainda enfrenta desafios estruturais, como a baixa participação do setor privado em P&D, a necessidade de maior integração entre universidades e empresas, e a insuficiência de investimentos públicos e privados em inovação.

Os Estados Unidos adotam uma abordagem mais agressiva, baseada na manutenção da liderança global em tecnologia e na reindustrialização do setor produtivo. Políticas como a Lei de CHIPS e Ciência e a Lei de Redução da Inflação reforçam o compromisso com a produção nacional de semicondutores, a transição energética e a inovação disruptiva. O governo norte-americano também se destaca pelo uso de investimentos públicos direcionados para resolver desafios estratégicos em setores como defesa, saúde e energia. Essa abordagem garante um ecossistema de inovação dinâmico, altamente competitivo e fortemente integrado à indústria.

A Alemanha mantém uma estratégia proativa, com foco na liderança global em inovação e no desenvolvimento de tecnologias emergentes. A Estratégia High-Tech 2025 e a Estratégia Digital 2025 priorizam setores como inteligência artificial, indústria 4.0, mobilidade sustentável e biotecnologia. A política alemã se diferencia pelo seu forte alinhamento entre governo, indústria e academia, garantindo que os investimentos em P&D sejam aplicados de forma estratégica e voltados para desafios concretos. O país também se destaca pela forte estrutura de financiamento à inovação, que combina recursos públicos e privados para alavancar o desenvolvimento tecnológico.

A tabela abaixo apresenta a distribuição percentual do investimento público federal da Alemanha em CT&I no ano de 2023, evidenciando uma forte orientação estratégica e institucionalizada do país para o desenvolvimento científico e tecnológico:

Tabela 2 - Alemanha: distribuição do investimento público federal em CT&I (2023)

Instituição	Percentual (%)	Valor Bruto (€ milhões)
Associação Helmholtz	33,2 %	7.702,40
Sociedade Fraunhofer	18,9 %	4.384,80
Sociedade Max-Planck	15,0 %	3.480,00
Fundação Alemã de Pesquisa Científica (DFG)	20,5 %	4.756,00
Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD)	4,4 %	1.020,80
Outros	8,0 %	1.856,00

Fonte: Associação Helmholtz (2025), Sociedade Fraunhofer (2025), Sociedade Max-Planck (2025), Fundação Alemã de Pesquisa Científica (2025) e Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (2025).

A distribuição dos recursos públicos federais destinados à ciência, tecnologia e inovação na Alemanha, apresentada na tabela acima, evidencia a existência de um sistema fortemente institucionalizado e orientado por missões (*mission-oriented*). Tal configuração se manifesta na concentração estratégica dos investimentos em um grupo seletivo de organizações de pesquisa com papéis claramente definidos dentro do ecossistema de inovação alemão.

A Associação Helmholtz, responsável por aproximadamente 33,2% do orçamento federal de CT&I, constitui o principal destino dos recursos públicos. Essa organização atua com foco em grandes missões científicas e tecnológicas

de interesse nacional e global, como a transição energética, saúde pública, mudanças climáticas e segurança cibernética, refletindo diretamente o caráter direcionado da política científica alemã. A centralidade da Associação Helmholtz no sistema evidencia a priorização de desafios socioeconômicos complexos por meio da coordenação estatal.

A Fundação Alemã de Pesquisa Científica (DFG), que recebe 20,5% dos recursos, cumpre o papel de fomento à pesquisa acadêmica em todas as áreas do conhecimento, por meio de projetos orientados principalmente por critérios de excelência científica e avaliação por pares. Embora atue com foco na pesquisa impulsionada por curiosidade (*curiosity-driven research*), a DFG está inserida em uma arquitetura institucional que garante sua articulação com os demais elementos do sistema de CT&I.

A Sociedade Fraunhofer (18,9%) representa o braço mais diretamente voltado à inovação tecnológica e à cooperação com o setor produtivo. Seu financiamento robusto indica a prioridade concedida à pesquisa aplicada e à transferência de tecnologia para a indústria, reforçando a lógica sistêmica e finalística do modelo alemão.

Já a Sociedade Max Planck, que absorve 15% do orçamento, é voltada à pesquisa básica de longo prazo, com forte orientação internacional e elevado prestígio acadêmico. Apesar de sua natureza fundamental, sua atuação é considerada estratégica dentro do sistema alemão, o que justifica a continuidade de altos investimentos públicos.

Por fim, o Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD), responsável por 4,4% dos recursos, desempenha um papel essencial na política de internacionalização da ciência alemã, fomentando a mobilidade de estudantes e pesquisadores em todas as áreas do conhecimento. O restante (8%) é alocado em outras instituições, como universidades e centros de pesquisa menores, assegurando alguma diversidade e capilaridade institucional.

Essa configuração confirma a presença de uma política pública de CT&I que articula diferentes tipos de instituições segundo seus papéis específicos no sistema nacional de inovação. A clara definição de funções e a alocação coordenada dos recursos revelam a existência de uma governança estratégica de longo prazo, apoiada por uma tradição de continuidade nas políticas públicas.

Rita *et. al.* (2017) explicam que, na Alemanha, a política de inovação está intrinsecamente vinculada à política industrial, uma vez que a indústria representa o principal motor da economia nacional e tem sido, nos últimos anos, o setor prioritário para os investimentos em ciência, tecnologia e inovação. Um dos elementos centrais da política industrial alemã é justamente a elevada incidência de atividades de P&D nos setores considerados estratégicos. A diretriz fundamental que orienta essa abordagem é a compreensão de que a inovação constitui um dos pilares mais relevantes para impulsionar o crescimento econômico em uma economia cada vez mais baseada no conhecimento e na sofisticação tecnológica. Essa integração entre política industrial e inovação reflete uma estratégia coordenada, voltada à manutenção da competitividade global da economia alemã.

O modelo alemão, por sua vez, fundamenta-se em inovações de natureza incremental, com alto conteúdo tecnológico e voltadas para nichos industriais específicos. Isso não significa que as empresas alemãs utilizem menos conteúdo tecnológico ou que não atuem na fronteira do conhecimento, mas sim que essas corporações buscam competitividade dentro dos setores em que já operam e dentro dos paradigmas tecnológicos atuais. Assim, a Alemanha caracteriza-se por inovar em indústrias consolidadas, com o objetivo de manter sua posição de liderança mundial em setores como o automobilístico, químico, mecânico, eletrônico, de materiais e, mais recentemente, de energias renováveis. Frequentemente, essas empresas, em sua maioria de propriedade familiar, atuam em nichos com alta competitividade internacional, adotando estratégias de longo prazo (GORDON, 2019).

A Coreia do Sul tem uma abordagem altamente estruturada para a inovação, baseada em fortes investimentos em P&D, educação de ponta e capacitação de talentos em tecnologia. O 4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos e o Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023–2027) refletem essa visão, promovendo o desenvolvimento de áreas estratégicas como semicondutores, inteligência artificial e energia renovável. Além disso, a Coreia do Sul investe fortemente na integração entre pesquisa acadêmica e indústria, garantindo que a inovação seja aplicada diretamente na economia. Esse modelo tem permitido ao país consolidar sua posição como líder

global em inovação tecnológica, com empresas de classe mundial em setores estratégicos.

Em 2024, a Coreia do Sul direcionou seus investimentos em ciência, tecnologia e inovação para setores estratégicos da economia, com foco em tecnologias emergentes e áreas críticas para a competitividade nacional. O Ministério da Ciência e Tecnologia da Informação e Comunicação (MSIT) anunciou um orçamento total de 21,5 trilhões de won para projetos de CT&I, com 10 trilhões de won destinados a tecnologias nacionais estratégicas. Esse valor representou um aumento de 6,4% em relação ao ano anterior. Logo abaixo está a tabela com a distribuição percentual dos investimentos em CT&I da Coreia do Sul, por setor econômico, em 2024:

Tabela 3 - Distribuição percentual dos investimentos em CT&I da Coreia do Sul, por setor econômico, em 2024

Setor Estratégico	Investimento (trilhões de won)	Percentual do total
Semicondutores e Displays	5,5	25,5%
Baterias Secundárias	3,8	17,7%
Inteligência Artificial (IA)	2,1	9,8%
Cibersegurança	1,4	6,5%
Tecnologia Quântica	1,0	4,6%
Biotecnologia Avançada	1,5	7,0%
Mobilidade Avançada	2,0	9,3%
Espaço e Engenharia Oceânica	1,0	4,6%
Outros Setores	3,2	14,9%
Total	21,5	100%

Fonte: Yonhap News Agency (2025).

Os dados mostrados na tabela acima refletem a priorização de áreas consideradas estratégicas para a competitividade internacional do país e para a consolidação de sua soberania tecnológica. Observa-se que o setor de semicondutores e *displays* recebeu a maior parcela dos recursos, com 25,5% do total, evidenciando o papel central dessa indústria na economia sul-coreana e sua relevância nas cadeias globais de valor. Em seguida, baterias secundárias, que são fundamentais para a transição energética e a mobilidade elétrica, concentraram 17,7% dos investimentos, demonstrando o alinhamento do país com as agendas de sustentabilidade e descarbonização.

A área de inteligência artificial (IA), com 9,8% dos recursos, destaca-se pelo incentivo à pesquisa e desenvolvimento em IA generativa e à criação de ecossistemas tecnológicos voltados à inovação digital. Já os setores de mobilidade avançada e biotecnologia receberam, respectivamente, 9,3% e 7%, refletindo a aposta em soluções de transporte sustentável e saúde de precisão como motores de crescimento futuro.

Setores emergentes como cibersegurança (6,5%) e tecnologia quântica (4,6%) também foram contemplados, indicando a preocupação do governo sul-coreano com a proteção de dados críticos e com a liderança científica em fronteiras tecnológicas. Por fim, áreas como exploração espacial e engenharia oceânica obtiveram 4,6%, enquanto outros setores responderam por 14,9% dos recursos, englobando programas interdisciplinares, pesquisa básica e políticas de inovação transversal.

Essa alocação evidencia uma estratégia de política científica e tecnológica altamente direcionada, na qual os investimentos estatais visam não apenas impulsionar o crescimento econômico, mas também posicionar o país na vanguarda de tecnologias disruptivas, assegurando resiliência industrial e autonomia estratégica em um contexto geopolítico marcado pela competição tecnológica global.

A trajetória do Sistema Nacional de Inovação da Coreia revela duas constatações importantes. A primeira refere-se ao seu desenvolvimento contínuo desde meados da década de 1990, impulsionado por sucessivos governos que apostaram em investimentos crescentes em P&D como principal motor da inovação. Além disso, a escolha de produtos com alta tecnologia como campo de competição, deveu-se ao fato de o país ser pobre em recursos naturais e ao fato de que a tecnologia é fundamental ao desenvolvimento (MALDANER, 2004). A segunda constatação diz respeito à tendência dos formuladores de políticas de avaliar o desempenho do Sistema Nacional de Inovação da Coreia apenas por meio de indicadores estatísticos, negligenciando os aspectos dinâmicos e qualitativos do sistema. Essa perspectiva reducionista pode ter reforçado uma visão tecnocrática da inovação, afastando-se da compreensão teórica mais ampla proposta pelos estudiosos do conceito de sistemas nacionais de inovação, que enfatiza as interações entre atores, instituições e contextos sociotécnicos. Diante disso, Kim, Bae e Byun (2020) sugerem que o desenho e a avaliação de

políticas públicas devem incorporar tanto métricas quantitativas quanto qualitativas, reconhecendo que o desempenho inovador está intrinsecamente ligado à articulação entre capacidades institucionais, cultura de inovação e redes de colaboração.

A rápida ascensão da Coreia de uma nação em desenvolvimento para uma potência tecnológica foi impulsionada por investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento e avanços em tecnologias-chave como semicondutores e infraestrutura de TIC. No entanto, esse sucesso teve um custo social e ambiental significativo, incluindo uma população envelhecida, altas emissões de carbono e desigualdades de gênero. Isso serve como um alerta, ilustrando as desvantagens potenciais de um foco singular no crescimento liderado pela inovação sem considerar impactos sociais mais amplos.

A Austrália, por meio da *Innovation and Science Australia* (ISA), adota uma estratégia de longo prazo com o objetivo de que, até 2030, a Austrália seja reconhecida entre as nações líderes em inovação. Essa visão engloba excelência em ciência, pesquisa e comercialização, resultando em benefícios como crescimento econômico robusto, indústrias e empresas competitivas, instituições educacionais e de conhecimento colaborativas, empregos abundantes que sejam significativos e produtivos, além de uma sociedade justa e inclusiva com alta qualidade de vida. Para alcançar esses objetivos, a ISA enfatiza a necessidade de políticas e investimentos que incentivem a inovação em diversos setores, promovam a colaboração entre governo, indústria e academia, e desenvolvam as habilidades e talentos necessários para sustentar uma economia baseada no conhecimento.

A tabela abaixo apresenta a distribuição percentual dos investimentos realizados pelo governo australiano em CT&I ao longo de 2023, segmentada por setores econômicos estratégicos:

Tabela 4 – Distribuição percentual dos investimentos em CT&I por setor econômico na Austrália em 2023

Setor Econômico	Percentual (%)	Valor (AUS\$ milhões)
Energia limpa e hidrogênio renovável	71.8	27858.4
Manufatura avançada e defesa	18.1	7022.8
Pesquisa médica e biotecnologia	6.8	2638.4
Pesquisa marinha e infraestrutura científica	1.0	388.0
Tecnologias críticas (IA, quântica)	0.8	310.4
Tecnologias digitais e cibersegurança	0.7	271.6
Agricultura e tecnologias ambientais	0.5	194.0
Mineração e minerais críticos	0.4	155.2

Fonte: Austrália (2023) e Research Austrália (2023).

Os dados da tabela evidenciam uma priorização clara de áreas consideradas críticas para a transformação econômica do país e sua competitividade internacional. O setor de energia limpa e hidrogênio renovável concentrou 71,8% dos recursos totais destinados à CT&I, evidenciando o compromisso do governo com a descarbonização da economia e a liderança global em tecnologias de transição energética.

Na sequência, o setor de manufatura avançada e defesa recebeu 18,1% dos investimentos, reforçando a estratégia australiana de reindustrialização e fortalecimento da soberania tecnológica, sobretudo em áreas sensíveis como semicondutores, defesa autônoma e tecnologias de uso dual. O estímulo à produção nacional de bens de alta complexidade tecnológica está alinhado à agenda de segurança econômica e estratégica da Austrália.

O terceiro maior volume de recursos (6,8%) foi destinado ao setor de pesquisa médica e biotecnologia. Essa prioridade reflete não apenas o legado da pandemia de COVID-19, mas também a aposta em biotecnologias como vetor de inovação econômica e bem-estar populacional.

Outros setores que receberam investimentos, ainda que proporcionalmente menores, incluem infraestrutura científica e pesquisa marinha (1,0%), tecnologias críticas como inteligência artificial e computação quântica (0,8%), tecnologias digitais e cibersegurança (0,7%), agricultura e tecnologias ambientais (0,5%) e mineração e processamento de minerais críticos (0,4%).

As políticas de CT&I dos cinco países analisados demonstram abordagens distintas, cada uma alinhada com suas necessidades e prioridades

estratégicas. Enquanto Brasil e Austrália buscam estruturar e aprimorar seu ambiente regulatório e industrial, os Estados Unidos, Alemanha e Coreia do Sul investem fortemente na liderança tecnológica e na inovação orientada à aplicação. O Brasil, em particular, pode se beneficiar da ampliação de instrumentos de inovação orientados pela demanda, aumentando a participação do setor privado em P&D e fortalecendo a integração entre pesquisa e indústria, nos moldes do que ocorre em economias mais avançadas.

Elementos – Instrumentos

Os principais instrumentos das políticas públicas analisadas estão dispostos no quadro abaixo:

Quadro 9 – Análise comparada das políticas públicas de CT&I nos países selecionados no quesito instrumentos

País	Políticas	Instrumentos (de acordo com a tipologia de Edler)
Brasil	Marco Legal de CT&I	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de empreendedorismo, políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, políticas de compras públicas e regulação.
Brasil	Política Nacional de Inovação	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de empreendedorismo, políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, políticas de compras públicas, regulação e previsão tecnológica.
Brasil	Sistema Nacional para a Transformação Digital	Apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de empreendedorismo, políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, políticas de compras públicas, regulação e previsão tecnológica.
Estados Unidos	Lei de CHIPS e Ciência	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de <i>cluster</i> , políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, regulação e previsão tecnológica.
Estados Unidos	Lei de Redução da Inflação	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, políticas de compras públicas e regulação.
Alemanha	Estratégia High-Tech 2025	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de empreendedorismo, política de <i>cluster</i> , políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede

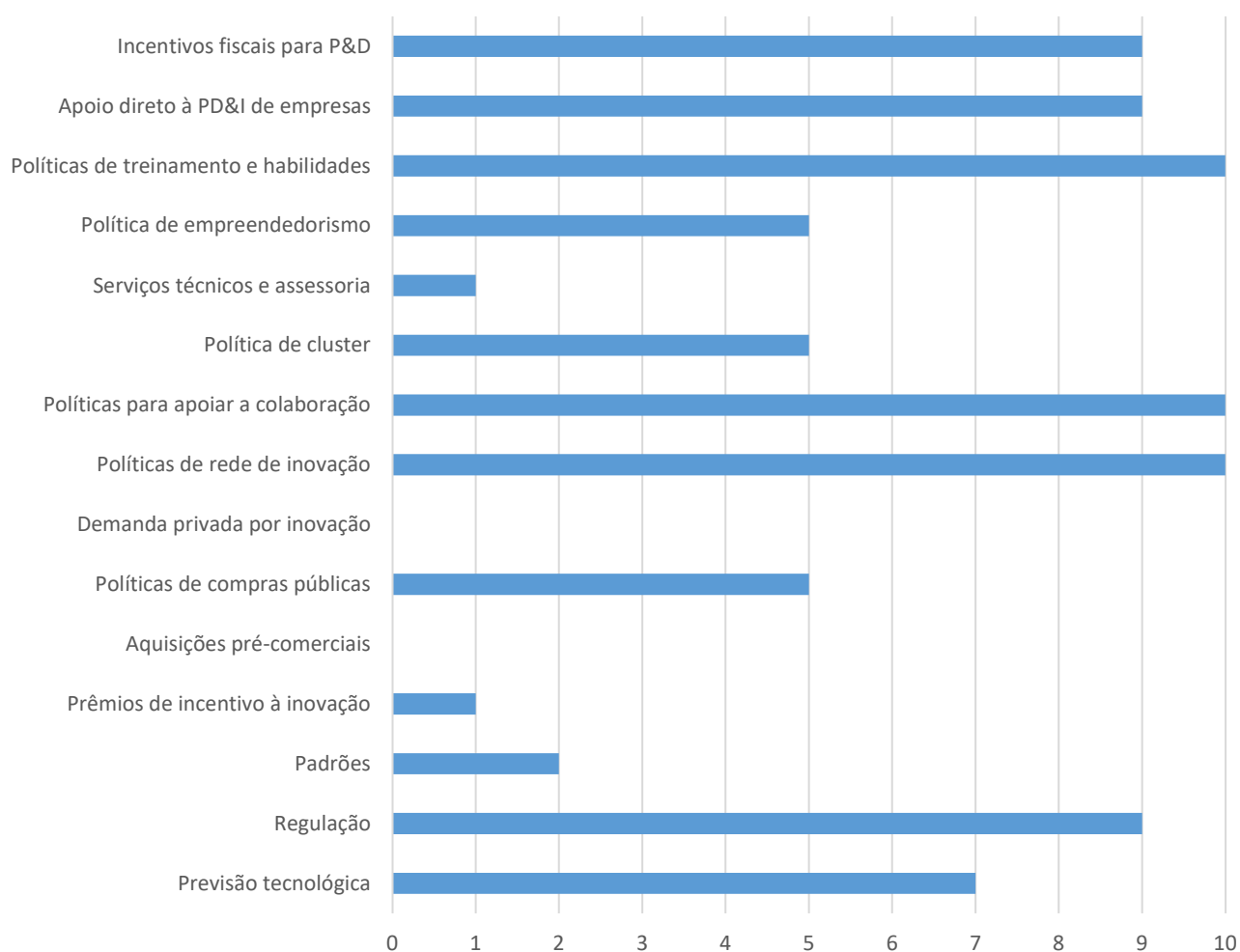
		de inovação, padrões, regulação e previsão tecnológica.
Alemanha	Estratégia Digital 2025	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de <i>cluster</i> , políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, padrões e regulação.
Coreia do Sul	4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos	Incentivos fiscais para P&D, políticas de treinamento e habilidades, políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação e previsão tecnológica.
Coreia do Sul	Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023–2027)	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, política de empreendedorismo, política de <i>cluster</i> , políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, regulação e previsão tecnológica.
Austrália	<i>Innovation and Science Australia (ISA)</i>	Incentivos fiscais para P&D, apoio direto à PD&I de empresas, políticas de treinamento e habilidades, serviços técnicos e assessoria, política de <i>cluster</i> , políticas para apoiar a colaboração, políticas de rede de inovação, políticas de compras públicas, prêmios de incentivo à inovação, regulação e previsão tecnológica.

Fonte: elaboração própria.

A análise das políticas de CT&I nos países estudados revela uma predominância de instrumentos voltados para o fomento à oferta, mesmo em nações que adotam abordagens híbridas ou orientadas à missão e são amplamente reconhecidas como líderes em inovação. Esse padrão sugere que, mesmo em ecossistemas inovadores altamente dinâmicos, a consolidação de uma base robusta de P&D continua sendo um elemento essencial para impulsionar a competitividade e a inovação tecnológica.

O gráfico abaixo mostra quantas vezes cada instrumento da tipologia de Edler esteve presente nas dez políticas de CT&I analisadas:

Gráfico 3 – Presença dos instrumentos nas políticas analisadas.



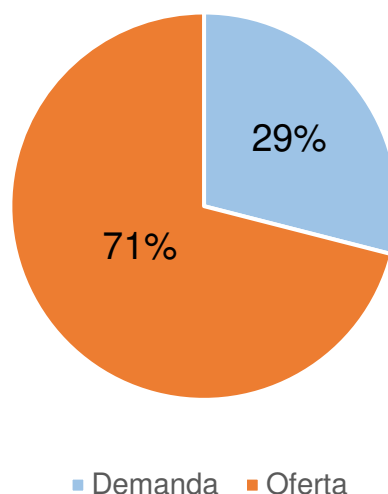
Fonte: elaboração própria.

Na análise das políticas de CT&I examinadas, observa-se, a partir do gráfico acima, uma tendência consistente na utilização de determinados instrumentos de política, os quais desempenham papel central na formulação e implementação de estratégias nacionais de inovação. Entre esses instrumentos, destacam-se com maior frequência as políticas voltadas para o desenvolvimento de capacidades humanas – por meio de treinamento e habilidades –, as políticas de estímulo à colaboração entre atores do Sistema Nacional de Inovação e aquelas que buscam estruturar redes de inovação. Estes instrumentos refletem uma abordagem sistêmica, orientada pela compreensão de que o fortalecimento das interações entre empresas, universidades, centros de pesquisa e o governo é fundamental para promover ambientes propícios à geração, difusão e uso do conhecimento.

Adicionalmente, instrumentos como incentivos fiscais para P&D, apoio direto a atividades de PD&I nas empresas e mecanismos regulatórios também emergem com frequência relevante entre as políticas analisadas. Tais instrumentos revelam uma combinação de estratégias de estímulo à inovação tanto pelo lado da oferta quanto da demanda, ainda que se observe um predomínio do lado da oferta. É importante destacar que, dentre os instrumentos citados, apenas a regulação tenha natureza claramente voltada para a demanda, indicando uma lacuna na utilização de instrumentos orientados a moldar ou estimular a adoção de inovações por meio de políticas públicas de compras, padrões técnicos, entre outros. Essa constatação sugere a necessidade de uma maior diversificação das ferramentas utilizadas, com ênfase mais equilibrada entre instrumentos de oferta e de demanda, a fim de potencializar o impacto sistêmico das políticas de inovação.

Esse cenário de predomínio dos instrumentos voltados para a oferta é mostrado no gráfico abaixo:

Gráfico 4 - Proporção de instrumentos voltados para a oferta e para a demanda



Fonte: elaboração própria.

A análise dos instrumentos de política presentes nas políticas de CT&I selecionadas revela uma grande predominância dos instrumentos orientados para o lado da oferta, os quais representam 71% do total de instrumentos identificados. A baixa participação dos instrumentos voltados à demanda – representando apenas 29% do total – sugere uma assimetria na estrutura das

políticas de CT&I. Instrumentos de demanda, como compras públicas de inovação, subsídios ao consumo de tecnologias emergentes, definição de padrões e regulamentações orientadas à inovação, desempenham papel fundamental ao criar mercados, direcionar esforços inovativos e reduzir as incertezas associadas à adoção de novas tecnologias. A ausência de uma abordagem mais equilibrada entre oferta e demanda pode comprometer a efetividade das políticas públicas, uma vez que o estímulo à geração de inovações sem a correspondente articulação com a absorção e difusão dessas inovações tende a gerar descompassos no Sistema Nacional de Inovação.

No caso do Brasil, não é diferente. Atualmente, o Brasil conta com uma variedade de instrumentos amplamente utilizados por nações desenvolvidas para impulsionar a inovação. No entanto, a maioria desses mecanismos está predominantemente voltada para o fomento à oferta, concentrando-se na criação de condições para que os agentes do sistema de CT&I desenvolvam novos conhecimentos, tecnologias e capacitação de recursos humanos. Em contrapartida, há uma escassez de iniciativas direcionadas ao estímulo da demanda por inovação. Esse desequilíbrio limita o potencial de absorção e difusão tecnológica, reduzindo a eficácia das políticas de inovação no fortalecimento da competitividade e no desenvolvimento de setores estratégicos.

O Brasil tem empreendido esforços significativos para alinhar suas políticas e mecanismos de fomento à inovação às melhores práticas internacionais. Quando comparados aos instrumentos adotados por países desenvolvidos, os mecanismos de apoio à inovação disponíveis no país são abrangentes e não apresentam lacunas evidentes. Além disso, avaliações quantitativas indicam impactos positivos dos instrumentos de fomento sobre os esforços inovativos das empresas e instituições de pesquisa. No entanto, persiste um consenso entre especialistas de que o Brasil enfrenta dificuldades para converter seu avanço científico em inovação tecnológica e ganhos de competitividade. Embora o país tenha registrado um crescimento contínuo em indicadores científicos, como o aumento na formação de pós-graduados e a ampliação da participação em publicações indexadas, os indicadores de inovação, especialmente aqueles relacionados à geração de patentes e à inserção em cadeias globais de valor, permaneceram praticamente estagnados na última década. Esse descompasso evidencia a necessidade de políticas que

promovam maior integração entre pesquisa, desenvolvimento tecnológico e aplicação industrial, ampliando a efetividade do sistema nacional de inovação (ARAÚJO, 2012).

Rauen (2017) explica que o marco regulatório brasileiro referente às compras públicas tem passado por um processo gradual de modificação, com o objetivo de flexibilizar os mecanismos de contratação e viabilizar modalidades não tradicionais de aquisição. No entanto, o que se vê é um cenário caracterizado pela desarticulação entre diferentes normativas e por uma cultura institucional resistente a mudanças, especialmente no que se refere à incorporação de critérios mais subjetivos nos processos de contratação. Essa rigidez limita a adoção de instrumentos como as encomendas tecnológicas, que permitem a aquisição de produtos, serviços e sistemas ainda não disponíveis no mercado, restringindo, assim, o potencial das compras públicas como indutoras de inovação.

Alguns instrumentos amplamente utilizados em outros países ainda apresentam baixa frequência de aplicação no Brasil. Um exemplo é o uso do poder de compra do Estado como indutor da inovação, que permanece incipiente no país. Apesar de as encomendas tecnológicas terem sido incorporadas ao arcabouço jurídico brasileiro por meio da Lei de Inovação de 2004, sua aplicação ainda é limitada. Recentemente, a atualização da Lei de Licitações introduziu novos mecanismos para fortalecer as compras públicas como ferramenta de estímulo à inovação. Dentre esses mecanismos, destacam-se: (i) as margens de preferência, que permitem ao poder público conceder um acréscimo de até 20% no preço de produtos e serviços desenvolvidos com tecnologia nacional; (ii) os diálogos competitivos, que viabilizam a apresentação de soluções diferenciadas para desafios enfrentados pelo setor público; e (iii) os prêmios para inovação, que incentivam o desenvolvimento de novas tecnologias com potencial de aplicação estratégica (DE NEGRI, 2021).

Em relação ao financiamento das políticas de CT&I no Brasil, Viotti (2008, p. 162) afirma que:

O que se tem visto é uma grande desorganização na execução das ações públicas na área de ciência, tecnologia e inovação. Os recursos financeiros disponíveis, que são insuficientes, são alocados de forma não planejada e pulverizada, incapazes de promover a mudança estrutural necessária.

No Brasil, houve avanços regulatórios significativos nas últimas décadas, como a implementação do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, a reformulação das políticas de incentivo à inovação e a flexibilização das compras públicas para P&D. No entanto, o financiamento do setor permanece limitado e instável, sujeito a cortes orçamentários e contingenciamentos frequentes. A dependência de fundos públicos, sem uma estrutura consolidada de financiamento contínuo e previsível, compromete a execução de projetos de longo prazo e dificulta a atração de investimentos privados para CT&I.

Nos Estados Unidos, o financiamento para inovação é robusto e direcionado, com aportes expressivos em P&D, particularmente em setores estratégicos, como defesa, saúde e tecnologia digital. O governo norte-americano utiliza um modelo fortemente orientado à missão, em que investimentos em inovação estão vinculados a desafios específicos, como a transição energética e a competitividade industrial. Além disso, os Estados Unidos possuem incentivos fiscais estruturados e mecanismos de fomento que estimulam a participação do setor privado no ecossistema de inovação.

No contexto de uma política de investimentos fortemente orientada por resultados, as compras públicas de P&D assumem papel central dentro do sistema de inovação norte-americano, configurando-se como instrumentos nos quais os demandantes — agências e departamentos federais — detêm maior controle sobre os resultados esperados. No entanto, independentemente do mecanismo utilizado — sejam bolsas, subsídios, créditos ou acordos de cooperação —, é imprescindível que esses instrumentos incorporem a gestão de risco e incerteza, uma vez que a natureza intrínseca da P&D impede a previsibilidade total dos resultados. Esse cenário revela a complexidade e sofisticação do sistema de inovação dos Estados Unidos, o qual não se sustenta apenas em uma cultura empresarial voltada ao empreendedorismo, mas também em um Estado que atua de forma ativa, assumindo riscos e fomentando a inovação como parte de suas funções constitucionais. Ressalta-se, ainda, que essa orientação a missões não implica uma estrutura de governança centralizada. Ao contrário, o sistema é caracterizado por uma elevada descentralização, conferindo às instituições autonomia relativa para executar suas missões específicas. Essa distribuição institucional, aliada à alocação de recursos públicos de acordo com finalidades bem delimitadas, favorece uma

maior coerência entre os investimentos em ciência e tecnologia e os objetivos estratégicos de cada órgão, contribuindo para a efetividade e direcionamento dos resultados produzidos (RAUEN, 2017).

De acordo com Scott-Kemmis (2018), a experiência dos Estados Unidos sugere que, quando os mercados não são instituições eficazes para apoiar o empreendedorismo e a inovação em tecnologias e indústrias emergentes, os governos precisam assumir esse papel de suporte. Essa experiência também indica que a análise da experiência internacional e uma boa compreensão dos desafios nacionais são guias mais eficazes para a formulação de políticas de inovação do que os limitados modelos baseados exclusivamente na teoria econômica.

Outro aspecto relevante do Sistema de Inovação dos Estados Unidos é a forte atuação do governo na concentração de investimentos públicos em setores estratégicos, bem como na utilização de seu poder de compra por meio de licitações abertas e sistemáticas para impulsionar a solução de desafios tecnológicos. Dessa forma, o governo desempenha um papel central na correção de falhas de mercado, na mitigação dos riscos inerentes aos investimentos e na seleção de setores econômicos prioritários para fortalecer a indústria nacional (ABDAL; MATOS, 2010).

É fundamental destacar que a presença de uma multiplicidade de atores no Sistema de Inovação dos Estados Unidos não resulta em dispersão de responsabilidades, descoordenação ou ineficácia nas políticas de ciência, tecnologia e inovação. Apesar de o governo federal não ser o maior financiador dessas atividades — posição ocupada pelo setor privado —, ele exerce um papel estratégico na definição de prioridades, na identificação de setores considerados críticos e na formulação e coordenação das políticas públicas da área, além de ser o principal agente de fomento à pesquisa básica. Essas características refletem a centralidade histórica da política de CT&I na estratégia de desenvolvimento norte-americana. Assim, eventuais perdas de competitividade enfrentadas pelos Estados Unidos nos últimos anos estão mais relacionadas a transformações estruturais da Economia Política Internacional do que a deficiências nas políticas públicas recentes voltadas à ciência, tecnologia e inovação (ABDAL; MATOS, 2010).

Turchi (2014) explica que as universidades norte-americanas, apesar de adotarem modelos de gestão distintos e possuírem especializações próprias, seguem a mesma lógica que estrutura o atual sistema de CT&I do país. Esse modelo se caracteriza pela diversificação das fontes de financiamento, abrangendo múltiplas instituições em diferentes níveis (federal, estadual e local) e combinando recursos públicos e privados de forma complementar e sobreposta. Além disso, os pesquisadores são incentivados a estabelecer parcerias com outras universidades, institutos de pesquisa e empresas, promovendo redes de colaboração multidisciplinares e ampliando as oportunidades de captação de recursos. A interação entre os setores público e privado não apenas é estimulada, mas também regulamentada para facilitar a criação de redes de inovação e o aproveitamento estratégico dos recursos captados.

Em contrapartida, o financiamento da pesquisa nas universidades brasileiras apresenta diferenças significativas em relação ao modelo norte-americano, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. Além da evidente disparidade na escala dos investimentos governamentais em pesquisas consideradas estratégicas para a segurança e competitividade nacional, a multiplicidade de fontes de financiamento nos Estados Unidos contrasta com o cenário brasileiro, no qual predomina a dependência de recursos públicos, muitas vezes sujeitos a oscilações orçamentárias. Um aspecto particularmente marcante dessa diferença é a ausência, no Brasil, de incentivos estruturados para que professores busquem financiamento tanto governamental quanto privado, seja para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas, seja para iniciativas voltadas à transferência tecnológica e inovação. Esse fator compromete a construção de um ecossistema de inovação mais dinâmico e integrado, dificultando a inserção das universidades brasileiras em redes internacionais de pesquisa e desenvolvimento (TURCHI, 2014).

A transferência tecnológica, embora ocorra em diversas dimensões, não é um processo simples ou homogêneo no contexto universitário norte-americano. A adaptação das instituições a esse novo papel variou significativamente: enquanto algumas universidades conseguiram integrar com sucesso a transferência de tecnologia sem comprometer a qualidade de seu ensino e pesquisa, outras ainda enfrentam desafios nesse processo. Apesar dos

inúmeros casos de sucesso — como *start-ups* de alto impacto e licenciamento expressivo de tecnologias —, a maior parte desses resultados está concentrada em um grupo restrito de universidades com forte perfil empreendedor. Assim, além das funções tradicionais de ensino e pesquisa, as universidades passaram a incorporar em sua missão institucional a promoção do desenvolvimento econômico e social, o que se concretiza por meio da transferência de tecnologias ao setor produtivo (OLIVEIRA, 2014).

A Alemanha apresenta um modelo de financiamento robusto e estável, com investimentos contínuos e previsíveis em P&D. A estratégia alemã combina financiamento governamental de longo prazo com um forte envolvimento do setor industrial, promovendo inovação aplicada e transferência tecnológica. O país mantém uma tradição de financiamento sustentado por meio de instituições como a Sociedade Fraunhofer e a Sociedade Max Planck, além de incentivos diretos às empresas inovadoras. A previsibilidade orçamentária e o alinhamento estratégico entre governo, indústria e academia fazem da Alemanha uma referência global em inovação.

De acordo com Rauen (2017), o sistema de inovação alemão caracteriza-se por uma arquitetura institucional diversificada e sofisticada, composta por uma ampla gama de organizações que operam em um ambiente de cooperação e concorrência, o que se revela decisivo para o estímulo à inovação em diferentes perfis empresariais — desde as pequenas e médias empresas (conhecidas como *Mittelstand*), até grandes corporações multinacionais com sede no país. Um dos elementos centrais dessa configuração é a forte articulação inter-regional entre o governo federal e os governos dos estados (*Länder*), que reforça a coesão do sistema nacional de inovação e permite a implementação de políticas territorialmente ajustadas.

Embora as empresas privadas sejam as principais financiadoras das atividades de P&D na Alemanha, é importante destacar que uma parcela significativa desses investimentos decorre do ambiente propiciado por políticas públicas consistentes e orientadas ao longo prazo. Iniciativas como a Estratégia High-Tech 2025 exercem papel fundamental ao reduzir incertezas e riscos associados à inovação, criando condições favoráveis para que o setor produtivo invista em projetos tecnológicos ambiciosos e de alto valor agregado. O governo federal, por sua vez, é o maior investidor individual em P&D e financia

diretamente um ecossistema robusto de instituições científicas e tecnológicas sem fins lucrativos, como as sociedades Helmholtz, Max Planck, Leibniz e Fraunhofer, que desempenham funções estratégicas na geração e na difusão de conhecimento (RAUEN, 2017).

Essas organizações, especialmente a Sociedade Fraunhofer, têm papel essencial no suporte às pequenas e médias empresas, que frequentemente carecem de infraestrutura própria de P&D. Através da mediação tecnológica e da cooperação institucionalizada, essas instituições viabilizam a inserção competitiva do *Mittelstand* nos mercados globais, por meio de inovações incrementais e adaptativas.

Rauen (2017) explica que as *Mittelstand* representam o núcleo dinâmico da economia alemã e consistem, em sua maioria, em pequenas e médias empresas de caráter familiar, com elevado grau de especialização e domínio técnico sobre nichos de mercado extremamente específicos. Diferenciam-se por sua orientação estratégica voltada à qualidade, e não ao preço, e operam de forma altamente internacionalizada. Suas inovações, predominantemente de natureza incremental, são desenvolvidas de forma contínua como resposta à intensa competição global, especialmente proveniente de países como a China. O foco dessas empresas recai sobre a aplicação comercial de tecnologias, buscando assegurar melhorias sistemáticas em seus produtos e serviços. Nesse contexto, a Sociedade Fraunhofer desempenha papel central ao fornecer suporte técnico e científico para a inovação nessas empresas, funcionando como elo entre a pesquisa aplicada e a indústria.

Do ponto de vista organizacional, a Fraunhofer caracteriza-se por uma estrutura de gestão voltada à flexibilidade e à eficiência, com forte ênfase na captação de recursos e na vinculação da força de trabalho a projetos específicos. A maior parte de seus pesquisadores possui vínculos temporários e está diretamente associada à execução de projetos contratados, seja com financiamento público, seja com recursos oriundos do setor privado. Essa lógica induz à constante mobilização de parcerias e à busca ativa por financiamento externo, refletindo a orientação pragmática da instituição. Além disso, a integração com o sistema universitário permite que estudantes de pós-graduação atuem nos institutos em regime de dedicação parcial, promovendo uma interface virtuosa entre formação avançada e aplicação prática do

conhecimento. A cultura institucional da Fraunhofer é fortemente pautada por metas claras de desempenho, associadas à captação de recursos e à execução de projetos, o que reforça sua eficiência e sua centralidade no ecossistema de inovação alemão (RAUEN, 2017).

Com base nesses elementos, Rauen (2017) conclui que a sustentabilidade e a eficácia do sistema de inovação alemão dependem, de forma complementar, tanto das grandes corporações industriais, especialmente do setor eletro-metal-mecânico e automobilístico, quanto do apoio estratégico e financeiro do governo federal, que assegura a integração e o desempenho inovador das empresas de menor porte. Na mesma linha, Memede *et. al.* (2016) afirmam que a experiência alemã destaca a importância da atuação coordenada dos governos federal, estadual e municipal no apoio à inovação, por meio de financiamento, indução e definição de prioridades. Soma-se a isso o papel central do setor privado, respaldado por uma cultura sólida de inovação, resultando em um modelo eficaz baseado na cooperação entre Estado e mercado.

A Coreia do Sul adota um modelo de financiamento robusto e contínuo, caracterizado por altos investimentos públicos e privados em P&D. O país tem uma das maiores proporções de investimento em inovação em relação ao PIB, com foco na formação de talentos e no desenvolvimento de tecnologias emergentes. A forte colaboração entre governo, empresas e universidades fortalece a capacidade do país de impulsionar a inovação e expandir sua presença global em setores como semicondutores, inteligência artificial e biotecnologia.

Yim e Lee (2021) explicam que a Coreia do Sul vem adotando uma estratégia de descentralização produtiva e tecnológica como forma de mitigar a excessiva centralização da atividade econômica na região de Seul. O governo nacional tem promovido a formação de *clusters* regionais de inovação especializados, baseados nas vocações econômicas locais, com propostas originadas pelos próprios governos provinciais e articuladas pelo Ministério do Comércio, Indústria e Energia. Essa política tem como objetivo fortalecer a autonomia regional, promover o desenvolvimento equilibrado entre as províncias e impulsionar o crescimento de pequenas e médias empresas como agentes centrais da inovação.

Os autores afirmam que parte fundamental dessa estratégia tem sido a realocação de instituições públicas, incluindo estatais e institutos de pesquisa, para fora da capital, além do aumento dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento regional. No entanto, a execução do plano enfrenta desafios importantes. À medida que os *clusters* evoluem, observa-se uma tendência de divergência em relação às especializações originalmente definidas, o que exige maior coordenação institucional. Além disso, apesar da desconcentração geográfica, as regiões continuam fortemente dependentes do financiamento e da condução estratégica do governo central, revelando os limites de uma descentralização conduzida de cima para baixo.

Mesmo diante dessas limitações, os autores afirmam que a experiência sul-coreana é frequentemente citada como exemplo de boa prática em políticas de inovação territorial. A ênfase na formação de capital humano, no apoio a *startups* e na criação de ecossistemas regionais de inovação integrados reflete um esforço coordenado para fomentar o desenvolvimento regional baseado no conhecimento. A consolidação dessa abordagem, no entanto, dependerá de avanços na autonomia fiscal e decisória das regiões, além de mecanismos mais eficazes de governança intergovernamental e cooperação público-privada.

Na Austrália, o financiamento das políticas de CT&I é sustentado por uma combinação estratégica de investimentos governamentais, incentivos fiscais e parcerias público-privadas. O país aposta em um modelo que equilibra financiamento público e estímulo ao setor privado, com iniciativas voltadas para setores de alta tecnologia e inovação aplicada. A *Innovation and Science Australia* (ISA) desempenha um papel central na formulação e implementação das estratégias de inovação, garantindo que os recursos sejam direcionados para áreas prioritárias e de alto impacto econômico.

A dificuldade de acesso das pequenas e médias empresas (PMEs) aos instrumentos de fomento à inovação é uma preocupação comum em todos os países analisados. Essa limitação decorre de barreiras como a complexidade dos processos de solicitação de apoio, a falta de capacitação técnica para elaboração de projetos e a dificuldade de cumprimento de requisitos burocráticos e regulatórios. No entanto, essa questão se manifesta com maior intensidade na Austrália, onde o ecossistema empresarial é amplamente composto por PMEs, tornando o desafio de inclusão dessas empresas nas políticas de inovação ainda

mais significativo. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias diferenciadas e mecanismos mais acessíveis, que permitam ampliar a participação das PMEs nos esforços nacionais de inovação e desenvolvimento tecnológico.

Roos e Gupta (2004) explicam que evidências empíricas robustas oriundas do contexto australiano indicam que empresas de maior porte apresentam maior propensão à realização de atividades inovadoras em comparação às pequenas e médias empresas. Tal constatação tem implicações significativas para a economia australiana, cuja estrutura produtiva é fortemente composta por PMEs.

De acordo com os autores, as grandes empresas, em sua maioria, são corporações multinacionais que tradicionalmente concentram suas atividades de P&D nas proximidades de suas sedes, preferindo, assim, exportar tecnologias para a Austrália em vez de realizarem inovação localmente. Ainda que essas multinacionais representem uma parcela relevante dos investimentos totais em P&D no país, a Austrália não figura como destino prioritário para a instalação de centros de P&D dessas corporações, o que evidencia uma limitação estrutural no ambiente nacional de inovação.

No que se refere às PMEs, Roos e Gupta (2004) afirmam que há um conjunto de obstáculos adicionais. Essas empresas frequentemente enfrentam dificuldades para alinhar suas capacidades técnico-científicas e seus imperativos comerciais com as estruturas do setor público de ciência e tecnologia. Muitas dessas empresas são demasiadamente pequenas para internalizar atividades de P&D ou para absorver tecnologias oriundas da pesquisa científica de ponta. A limitada capacidade de absorção tecnológica continua sendo, portanto, um dos principais gargalos enfrentados pelo sistema nacional de inovação australiano, exigindo ações coordenadas por parte de todos os seus atores.

A análise comparativa dos modelos de financiamento de CT&I nos cinco países evidencia diferenças estruturais que influenciam a competitividade e o potencial de inovação de cada nação. Enquanto países como Estados Unidos, Alemanha e Coreia do Sul garantem um financiamento estável e direcionado para setores estratégicos, o Brasil ainda enfrenta desafios relacionados à falta de previsibilidade orçamentária e ao baixo envolvimento do setor privado. A experiência da Austrália, com seu modelo híbrido de financiamento e estímulo à

inovação, aponta caminhos possíveis para a diversificação das fontes de recursos no Brasil. Para fortalecer seu ecossistema de inovação, o país precisará consolidar um modelo de financiamento mais estável, previsível e integrado às demandas do setor produtivo, promovendo maior sinergia entre governo, empresas e instituições de pesquisa.

A tabela apresentada abaixo oferece um panorama comparativo dos investimentos em CT&I como percentual do Produto Interno Bruto (PIB) de cinco países — Brasil, Austrália, Alemanha, Coreia do Sul e Estados Unidos — entre os anos de 2019 e 2023. Esta análise evidencia disparidades significativas nos níveis de comprometimento dos diferentes países com políticas de fomento à CT&I, refletindo diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico, prioridades estratégicas e capacidade estatal de investimento.

Tabela 5 - Análise Comparada dos Investimentos em CT&I em valores brutos e como percentual do PIB no período de 2019 a 2023

	2019	2020	2021	2022	2023
Brasil	1,21% (95.270,90 reais)	1,14% (87.126,40 reais)	-	-	-
Austrália	1,80% (35.602,00 dólares australianos)	-	1,66% (38.751,00 dólares australianos)	-	-
Alemanha	3,11% (110.025,00 euros)	3,09% (106.583,00 euros)	3,08% (113.244,00 euros)	3,07% (121.421,00 euros)	3,11% (129.972,00 euros)
Coreia do Sul	4,36% (89.047.077,00 won)	4,52% (93.071.686,00 won)	4,60% (102.135.244,00 won)	4,85% (112.646.008,00 won)	4,96% (119.074.025,00 won)
Estados Unidos	3,14% (676.995,00 dólares)	3,42% (729.857,00 dólares)	3,47% (821.478,00 dólares)	3,49% (906.953,00 dólares)	3,45% (955.578,00 dólares)

Fonte: OCDE (2025) e BRASIL (2023).

Do ponto de vista da capacidade de investimento sustentado, destacam-se a Alemanha, os Estados Unidos e, sobretudo, a Coreia do Sul. A Alemanha mantém níveis estáveis de investimento próximos a 3,1% ao longo dos cinco anos analisados, sinalizando uma política de continuidade e previsibilidade institucional no apoio à CT&I. Os Estados Unidos apresentam um leve crescimento no período, de 3,14% (2019) para um pico de 3,49% (2022), com pequena retração em 2023 (3,45%), mantendo-se consistentemente acima do limiar de 3%. Já a Coreia do Sul se destaca de forma contundente, com um

crescimento contínuo e expressivo dos investimentos, de 4,36% em 2019 para 4,96% em 2023, posicionando-se como líder mundial em esforço relativo à inovação. Este padrão é coerente com a estratégia sul-coreana de transformação estrutural da economia via investimentos massivos em P&D, incentivados tanto por políticas públicas quanto por forte participação do setor privado.

Por outro lado, Brasil e Austrália apresentam percentuais consideravelmente inferiores. O Brasil, com 1,21% em 2019 e 1,14% em 2020, evidencia uma tendência de retração já no início do período, sendo importante destacar a ausência de dados para os anos subsequentes (2021–2023). Essa lacuna estatística pode ser interpretada não apenas como uma deficiência de monitoramento institucional, mas também como indício de uma possível descontinuidade ou despriorização da agenda de CT&I no contexto de restrições fiscais e instabilidade política. A Austrália, com dados disponíveis apenas para 2019 (1,80%) e 2021 (1,66%), também mostra um patamar relativamente baixo, ainda que superior ao brasileiro, sem evidências claras de uma estratégia de ampliação do investimento no curto prazo.

Essa comparação destaca o papel crucial da continuidade das políticas públicas, da governança institucional e do engajamento de longo prazo para a consolidação de sistemas nacionais de inovação robustos. O desempenho da Coreia do Sul, por exemplo, é ilustrativo da eficácia de políticas integradas de Estado, que combinam incentivos à pesquisa, apoio à indústria de alta tecnologia e investimentos na base científica e tecnológica.

No caso brasileiro, os dados analisados reforçam o argumento de que o país permanece distante dos padrões internacionais e que há urgência em reverter a tendência de estagnação ou retrocesso. A ausência de dados recentes, somada à retração observada em 2020, pode estar associada aos efeitos do ajuste fiscal, à desestruturação de instituições de fomento e ao descompasso entre planejamento estratégico e execução orçamentária no setor de CT&I.

Portanto, os dados apresentados mostram que a consolidação de uma política nacional de CT&I eficaz no Brasil depende não apenas do aumento do volume de recursos investidos, mas de uma mudança estrutural na forma como essas políticas são concebidas, executadas e sustentadas ao longo do tempo,

com base em planejamento de longo prazo, articulação interinstitucional e compromisso político suprapartidário.

Processos de políticas

Os principais processos de políticas das políticas públicas analisadas estão dispostos no quadro abaixo:

Quadro 10 – Análise comparada das políticas públicas de CT&I nos países selecionados no quesito processos de políticas

País	Políticas	Formulação e implementação	Impactos esperados	Desafios
Brasil	Marco Legal de CT&I	O Marco Legal de CT&I foi formulado com o objetivo de modernizar o ambiente regulatório da inovação no Brasil, reduzindo barreiras burocráticas e incentivando a interação entre universidades, empresas e setor público. Sua formulação envolveu amplos debates entre o governo, a comunidade científica e o setor empresarial, resultando na aprovação da Lei nº 13.243/2016. A implementação ocorreu por meio da regulamentação da lei e da adaptação de normas institucionais.	Maior interação entre universidades e empresas, estímulo ao empreendedorismo tecnológico, crescimento da inovação no setor produtivo.	Burocracia persistente, dificuldades na adequação de normas institucionais, instabilidade na destinação de recursos financeiros.
Brasil	Política Nacional de Inovação	A Política Nacional de Inovação foi formulada a partir da necessidade de uma estratégia nacional que articulasse ações	Aumento da competitividade empresarial, atração de investimentos, maior protagonismo da	Falta de previsibilidade orçamentária, baixa absorção de tecnologias por pequenas e médias

		de fomento à inovação, impulsionando o crescimento da economia baseada em conhecimento. O processo contou com a participação de órgãos como o MCTI, a FINEP e o BNDES, além de consultas ao setor produtivo e à academia. Sua implementação ocorre por meio de programas governamentais, incentivos financeiros e parcerias público-privadas.	inovação na economia nacional.	empresas, dificuldades na integração entre governo, academia e setor privado.
Brasil	Sistema Nacional para a Transformação Digital	A formulação desse sistema surgiu da necessidade de acelerar a digitalização da economia e dos serviços públicos, alinhando o Brasil às tendências globais de transformação digital. O processo foi conduzido pelo governo federal, com a participação de ministérios, empresas de tecnologia e especialistas em inovação digital. A implementação ocorre por meio de estratégias como a Política Nacional de Governo Digital e o Plano Nacional de IoT, com investimentos na expansão do 5G e na capacitação digital.	Digitalização de serviços públicos, ampliação da conectividade, fortalecimento da economia digital, aumento da eficiência produtiva.	Desigualdade no acesso à internet, baixa qualificação da força de trabalho para o digital, resistência à digitalização no setor público.
Estados Unidos	Lei de CHIPS e Ciência	A Lei de CHIPS e Ciência foi	Reindustrialização da produção de	Alto custo e tempo de

		formulada para fortalecer a indústria de semicondutores nos Estados Unidos e impulsionar a pesquisa científica e tecnológica. Sua concepção foi motivada por preocupações com a dependência dos EUA em relação à produção asiática de semicondutores e pela necessidade de competir tecnologicamente com a China. O processo de formulação envolveu um amplo debate entre congressistas, o setor industrial e órgãos científicos, culminando na aprovação da lei em agosto de 2022. A implementação ocorre por meio de um pacote de US\$ 280 bilhões, com destaque para US\$ 52,7 bilhões em subsídios e incentivos fiscais destinados à produção nacional de semicondutores e pesquisa. Agências como o Departamento de Comércio, a <i>National Science Foundation</i> (NSF) e o Departamento de Energia são responsáveis pela aplicação dos recursos.	semicondutores nos EUA, redução da dependência da Ásia, fortalecimento da segurança nacional e aumento do investimento em P&D e inovação tecnológica.	implementação para consolidar a cadeia produtiva de semicondutores, dificuldade em atrair mão de obra qualificada e concorrência global no setor.
Estados Unidos	Lei de Redução da Inflação	A Lei de Redução da Inflação foi formulada como uma resposta às	Redução da inflação e do déficit fiscal, aceleração da transição	Resistência política à transição energética,

		crises econômica e climática, com foco na redução do custo da energia, estímulo à produção de energia limpa e controle do déficit fiscal. O debate legislativo envolveu forte polarização no Congresso, sendo aprovada em agosto de 2022 com um orçamento de US\$ 738 bilhões, dos quais US\$ 369 bilhões são destinados à inovação em energia limpa e redução de emissões de carbono. A implementação ocorre por meio de incentivos fiscais para indústrias de energias renováveis, investimentos em infraestrutura verde e subsídios para consumidores que adotam tecnologias sustentáveis. O Departamento de Energia, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) e órgãos estaduais são responsáveis pela execução.	energética, estímulo ao desenvolvimento de energias limpas e incentivos para descarbonização da economia.	desafios na implementação dos incentivos para energias renováveis e necessidade de infraestrutura adequada para novas tecnologias sustentáveis.
Alemanha	Estratégia High-Tech 2025	A Estratégia High-Tech 2025 foi formulada para consolidar a Alemanha como uma líder global em inovação, promovendo pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico. Seu processo de	Fortalecimento da liderança global da Alemanha em pesquisa e inovação, avanço em áreas estratégicas como inteligência artificial, biotecnologia e mobilidade sustentável, além	Necessidade de acelerar a aplicação da pesquisa no setor produtivo, competição global intensa em tecnologias emergentes e desafios na captação e retenção de

		formulação envolveu um amplo debate entre o governo, universidades, empresas e centros de pesquisa, resultando na definição de 12 missões estratégicas, focadas em áreas como inteligência artificial, saúde, mobilidade sustentável e transição energética. A implementação ocorre por meio de investimentos governamentais robustos, com um orçamento de US\$ 20 bilhões até 2025, distribuídos em projetos interdisciplinares e parcerias público-privadas. A estratégia é coordenada pelo Ministério Federal da Educação e Pesquisa (BMBF), em colaboração com institutos como a Sociedade Fraunhofer e a Sociedade Max Planck.	do estímulo à colaboração entre academia e indústria.	talentos qualificados.
Alemanha	Estratégia Digital 2025	A Estratégia Digital 2025 foi formulada como parte da transformação digital da Alemanha, visando modernizar a economia, a administração pública e as infraestruturas tecnológicas do país. O processo de formulação	Expansão da infraestrutura digital e do 5G, modernização da administração pública, digitalização da indústria e maior competitividade da economia digital alemã.	Desigualdade digital entre regiões, regulamentação complexa sobre proteção de dados e necessidade de maior capacitação digital da força de trabalho.

		envolveu consultas públicas, participação de empresas do setor digital e instituições de pesquisa, resultando em um plano abrangente focado na expansão do 5G, inteligência artificial, digitalização da indústria e governo eletrônico. A implementação se dá por meio de investimentos superiores a € 5 bilhões, com políticas voltadas à conectividade, inovação digital e cibersegurança. O Ministério Federal para Assuntos Digitais e Transportes (BMDV) lidera a execução, em parceria com setores estratégicos da economia.		
Coreia do Sul	4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos	O 4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos foi formulado com o objetivo de alinhar a qualificação profissional às necessidades emergentes da indústria 4.0. A formulação envolveu a colaboração entre o Ministério da Ciência e TIC (MSIT), o Ministério da Educação e instituições de pesquisa, com consultas a	Formação de uma força de trabalho altamente qualificada em ciência e tecnologia, alinhamento da educação às demandas da indústria 4.0, fortalecimento da colaboração entre universidades e setor produtivo.	Dificuldade em equilibrar formação acadêmica e necessidades do mercado, concorrência global por talentos e risco de fuga de cérebros para economias mais atrativas.

		especialistas e ao setor produtivo. O plano foca em programas educacionais inovadores, fortalecimento da pesquisa interdisciplinar e parcerias entre universidades e empresas. A implementação ocorre por meio de subsídios para programas de formação, incentivos para a retenção de pesquisadores e políticas de internacionalização, visando atrair talentos estrangeiros e fortalecer o ecossistema nacional.		
Coreia do Sul	Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023–2027)	O Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia foi formulado como a principal estratégia de inovação da Coreia do Sul para o período 2023–2027, estabelecendo metas para consolidar o país como uma potência em tecnologia de ponta. Sua formulação foi conduzida pelo MSIT, em cooperação com agências governamentais, empresas e institutos de pesquisa, priorizando inteligência artificial,	Consolidação da Coreia do Sul como líder global em inovação, investimentos estratégicos em IA, semicondutores, biotecnologia e energia sustentável, estímulo ao empreendedorismo tecnológico.	Dependência de insumos importados para setores estratégicos, necessidade de regulamentação ágil para novas tecnologias e competição internacional intensa em inovação.

		biotecnologia, semicondutores e energias renováveis. A implementação se dá por meio de um modelo de governança integrada, que combina financiamento público-privado, incentivos à pesquisa e políticas de apoio à inovação industrial. O plano prevê grandes investimentos estatais, além de estímulos para <i>startups</i> e empresas de tecnologia.		
Austrália	<i>Innovation and Science Australia (ISA)</i>	A ISA foi formulada para fortalecer a inovação e a competitividade econômica da Austrália, com base em diretrizes estratégicas de longo prazo. Criada como um órgão consultivo independente, a ISA lançou, em 2017, a estratégia "<i>Innovation and Science Australia 2030</i>", priorizando educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, comercialização da pesquisa, apoio a <i>startups</i> e colaboração entre indústria e academia. Sua implementação ocorre por meio de incentivos fiscais, financiamento de	Fortalecimento do ecossistema de inovação australiano, aumento dos investimentos em P&D, maior colaboração entre universidades e empresas, estímulo ao empreendedorismo tecnológico e competitividade global em setores estratégicos.	Garantia de financiamento sustentável para inovação, ampliação do envolvimento do setor privado em P&D, redução da dependência da economia de recursos naturais e desenvolvimento de talentos qualificados para tecnologias emergentes.

		inovação e estímulo ao empreendedorismo, com a participação de órgãos como o CSIRO e o <i>Australian Research Council</i> (ARC).		
--	--	--	--	--

Fonte: elaboração própria.

A formulação de políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação nos países analisados envolveu um amplo espectro de atores, incluindo governos, universidades, centros de pesquisa, setor privado e sociedade civil. Esse processo reflete a crescente necessidade de articulação entre diferentes segmentos para a construção de estratégias inovadoras e eficazes. No entanto, a análise comparativa revela que, apesar da diversidade de atores na etapa de formulação, a implementação dessas políticas não ocorreu de maneira equilibrada, sendo dominada, em muitos casos, por um ou mais grupos específicos.

No Brasil, políticas como o Marco Legal de CT&I, a Política Nacional de Inovação e o Sistema Nacional para a Transformação Digital foram formuladas com a participação de ministérios, agências de fomento, universidades e representantes do setor produtivo. No entanto, a implementação tem sido dominada pelo setor público, com baixa integração do setor privado e dificuldades na articulação entre diferentes atores. A instabilidade orçamentária e a falta de mecanismos eficazes de governança dificultam a execução de políticas de longo prazo, limitando a capacidade do país de transformar avanços científicos em inovação tecnológica e impacto econômico.

Nos Estados Unidos, a formulação de políticas como a Lei de CHIPS e Ciência e a Lei de Redução da Inflação contou com ampla participação de agências governamentais, setor industrial, instituições acadêmicas e grupos de interesse. No entanto, a implementação foi fortemente direcionada pelo governo federal e grandes corporações, especialmente na alocação de recursos e na definição de prioridades estratégicas. A influência do setor privado, sobretudo das grandes empresas de tecnologia e semicondutores, foi determinante na execução das políticas, resultando em uma abordagem pragmática e orientada à competitividade global.

Segundo Scott-Kemmis (2018), a eficácia do papel do governo no sistema de inovação dos EUA não se deve apenas à ampla gama de programas e aos elevados níveis de financiamento envolvidos, mas também à abordagem adotada para suporte e engajamento, caracterizada por:

- Uma abordagem pragmática para o desenho de políticas e sua adaptação contínua, com foco na conquista de objetivos nacionais de inovação.
- Um forte direcionamento para objetivos de inovação no nível dos programas, muitas vezes baseados em missões definidas para desenvolver tecnologias avançadas e superar gargalos que limitam o desempenho de setores inteiros da indústria. Essa abordagem permite uma negociação contínua entre prioridades de inovação definidas de cima para baixo (*top-down*) e de baixo para cima (*bottom-up*), dentro de um contexto de forte prestação de contas.
- Um alto nível de ambição, aliado à disposição para apoiar projetos de alto risco e retirar apoio daqueles que não apresentam desempenho satisfatório.
- A contratação temporária de profissionais com expertise tecnológica de alto nível para gerenciar programas de grande complexidade, garantindo um fluxo constante de novas ideias, conexões e vínculos ativos no sistema de inovação.
- Abordagens flexíveis de financiamento para alcançar resultados, incluindo a disposição de operar de forma semelhante a um investidor de capital de risco, identificando lacunas de capacidade e financiando sua superação, inclusive em infraestrutura de produção.
- Um forte compromisso com o desenvolvimento de capacidades em empresas e organizações de pesquisa, garantindo a continuidade do desempenho além do prazo dos projetos.
- Apoio à criação e ao crescimento de pequenas e médias empresas.

Atkinson (2020) explica que o sistema de inovação dos Estados Unidos, outrora referência global, encontra-se atualmente em crise e sem coordenação nacional efetiva. Após a Segunda Guerra Mundial, os EUA lideraram tecnologicamente com forte apoio estatal, especialmente voltado à competição com a União Soviética. Com o fim da Guerra Fria e a ascensão do

fundamentalismo de mercado, esse protagonismo foi gradualmente desmantelado, sob a crença de que o mercado deveria conduzir a inovação. A emergência da China como potência tecnológica tem reacendido o debate sobre a necessidade de revitalização do sistema, resultando em legislações bipartidárias como a Lei dos Chips e Ciência. Apesar de manter vantagens como cultura empresarial dinâmica e uso intensivo de TICs, os EUA sofrem com baixa disposição política e social para investir no futuro, cortes em financiamento público e uma crescente resistência social à inovação. Adicionalmente, o arcabouço regulatório, embora tradicionalmente transparente, tem sido politizado e fragilizado por limitações orçamentárias. A ausência de uma política industrial explícita e os níveis baixos de apoio direto à P&D nas empresas colocam os EUA em desvantagem frente a países como Coreia do Sul e Alemanha, que investem proporcionalmente muito mais. O futuro do sistema de inovação norte-americano dependerá de sua capacidade de superar entraves ideológicos e estruturais, e de reorientar suas políticas públicas em resposta à nova ordem tecnológica global.

Na Alemanha, a formulação de estratégias como a High-Tech Strategy 2025 e a Estratégia Digital 2025 envolveu um ecossistema amplo, que incluiu ministérios, indústrias, universidades e institutos de pesquisa. No entanto, a implementação dessas políticas foi fortemente centralizada pelo governo federal, com um papel predominante de instituições públicas como a Sociedade Fraunhofer e a Sociedade Max Planck. Apesar da participação do setor privado, a estrutura altamente regulada do modelo alemão fez com que o Estado continuasse sendo o principal articulador e executor das políticas de inovação.

Mamede *et. al.* (2017) ressaltam que uma boa prática evidenciada no SNI Alemão foi a uniformidade do discurso em todos os ambientes, sejam eles acadêmicos, empresariais ou governamentais. Para Neves e Neves (2011), pode-se concluir que a Alemanha estabeleceu políticas bem definidas para o fortalecimento de seu sistema científico, com investimentos significativos em pesquisa e inovação. Essas políticas envolvem de forma articulada diversos atores, como universidades, institutos de pesquisa e agências de fomento, evidenciando uma elevada adesão e engajamento dos diferentes segmentos do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação.

A Coreia do Sul, por sua vez, adota uma abordagem estruturada e orientada pelo governo, com forte centralização na formulação e implementação de políticas de CT&I. Estratégias como o 4º Plano Básico para Fomentar e Apoiar Talentos Científicos e o Quinto Plano Diretor de Ciência e Tecnologia (2023–2027) foram desenvolvidas com a colaboração de diversos setores, mas sua implementação foi liderada pelo Ministério da Ciência e TIC, em parceria com grandes conglomerados industriais (*chaebols*), como Samsung e LG. A forte presença dessas empresas na execução das políticas demonstra um modelo de inovação no qual o setor privado desempenha um papel central, mas sob coordenação estratégica do governo.

A análise da alocação dos gastos públicos em pesquisa e desenvolvimento na Coreia do Sul revela uma estrutura institucional altamente fragmentada. Embora o Ministério da Ciência e Tecnologia (MoST) tenha ganhado relevância nos últimos anos, ele ainda é responsável por menos de um quinto do total de investimentos governamentais em P&D, enquanto outros cinco ministérios detêm parcelas significativas desse orçamento. Essa distribuição dispersa de responsabilidades indica que a autoridade do MoST sobre a política nacional de ciência e tecnologia permanece limitada. A multiplicidade de ministérios envolvidos, sem mecanismos de coordenação plenamente eficazes, contribui para a sobreposição de programas e iniciativas, gerando potenciais redundâncias e ineficiências no sistema. Essa fragmentação representa um desafio estrutural para a governança integrada da política de inovação no país (HEMMERT, 2007).

Adicionalmente, a debilidade das conexões entre os principais atores do sistema nacional de inovação — indústria, governo e universidades — ainda tem sido apontada como um dos principais entraves à eficácia do Sistema Nacional de Inovação na Coreia. No entanto, avanços significativos vêm sendo observados desde a crise financeira de 1997. A redistribuição de capital humano altamente qualificado, anteriormente concentrado nos grandes conglomerados industriais, tem favorecido pequenas e médias empresas, universidades e institutos públicos de pesquisa, em parte devido à reestruturação econômica e à flexibilização do mercado de trabalho. Paralelamente, políticas públicas fomentaram o surgimento de um ecossistema de negócios de risco e a ampliação da colaboração entre academia e setor produtivo. Iniciativas como a criação de

escritórios de transferência de tecnologia nas universidades, somadas ao fortalecimento das capacidades internas de P&D nas instituições acadêmicas, vêm contribuindo para a formação de uma base mais sólida de cooperação interinstitucional no campo da inovação (HEMMERT, 2007).

Na Austrália, a estratégia de inovação coordenada pela *Innovation and Science Australia* (ISA) foi formulada com a participação de instituições governamentais, universidades e setor privado. Contudo, a implementação das políticas foi fortemente influenciada por interesses econômicos e grandes setores industriais, especialmente nas áreas de mineração, biotecnologia e tecnologia digital. O modelo australiano equilibra incentivos governamentais e parcerias público-privadas, mas a influência do setor privado é determinante na priorização de investimentos e na definição de áreas estratégicas.

De acordo com Lewis e Mikolajczak (2023), um dos problemas que acarretam a baixa participação do governo australiano na formulação das políticas de CT&I é a falta de continuidade dessas políticas. As funções mudam constantemente entre as pastas ministeriais à medida que os governos mudam e as remodelações ministeriais seguem seu curso, criando uma ausência de continuidade e prioridade de políticas.

Da mesma forma, Howard (2020) afirma que, principalmente a partir do ano de 2018, houve uma grande ausência de qualquer liderança política para inovação nacional e estratégia industrial na Austrália. O governo reduziu seu comprometimento de recursos e deu pouca prioridade à inovação. Houve centenas de pequenas doações desconectadas em vários portfólios sem nenhuma visão abrangente de comprometimento.

Além disso, Howard (2024) explica que a Constituição da Austrália não tem disposições específicas que concedam ao governo federal poderes exclusivos sobre estratégia industrial ou política de inovação. Essa estrutura legal intrincada frequentemente leva a atrasos administrativos e restringe iniciativas ousadas e inovadoras.

O autor também explica que a Constituição deixa os estados com os chamados poderes residuais, que cobrem lacunas políticas cruciais. Essa divisão de poderes resulta em uma desconexão entre as políticas do governo federal e dos estados, levando a ineficiências, esforços duplicados e oportunidades perdidas no ecossistema de inovação. A falta de coordenação é

particularmente prejudicial em setores emergentes que exigem estratégias nacionais unificadas. Sem coordenação e liderança nacionais, escalar soluções nacionalmente ou apresentar uma estratégia coesa para investidores e parceiros globais se torna muito desafiador.

A comparação entre os países evidencia que, embora a formulação das políticas de CT&I tenha sido participativa e envolvido múltiplos atores, a implementação apresentou assimetrias significativas, com a predominância de um ou mais grupos em cada contexto nacional. Enquanto os Estados Unidos e a Coreia do Sul apresentam forte influência do setor privado na execução das políticas, a Alemanha e o Brasil têm um modelo mais centralizado no governo. A Austrália, por sua vez, busca um equilíbrio entre incentivos governamentais e parcerias com o setor produtivo. Esses padrões indicam que o sucesso da implementação não depende apenas da formulação participativa, mas também da governança, da estabilidade do financiamento e da coordenação eficaz entre os diferentes agentes do ecossistema de inovação. Para o Brasil, isso sugere a necessidade de fortalecer a integração entre setor público e privado, garantir previsibilidade orçamentária e aperfeiçoar mecanismos de governança que permitam a execução eficiente das políticas de inovação.

A análise também mostrou que, independentemente do nível de desenvolvimento, os países analisados compartilham preocupação com o avanço no setor a partir das seguintes abordagens:

- Governança dos SNCTIs;
- Contribuição da inovação no enfrentamento de desafios sociais;
- Apoio à inovação em micro, pequenas e médias empresas.

Historicamente, o Brasil inseriu-se no sistema político-econômico internacional como uma economia periférica, cuja função predominante era a exportação de matérias-primas e a consequente importação de bens industrializados provenientes das economias centrais. Essa posição periférica moldou profundamente a trajetória de desenvolvimento econômico e tecnológico do país.

A industrialização brasileira teve início efetivo na primeira metade do século XX, caracterizando-se, inicialmente, pela produção de bens manufaturados de baixa complexidade tecnológica. Essa fase foi marcada por

um modelo de substituição de importações, no qual a demanda por tecnologia era majoritariamente suprida por meio da importação de soluções prontas, sem que houvesse, concomitantemente, um investimento estruturado em desenvolvimento tecnológico endógeno.

Como resultado, o Brasil vivenciou um processo de industrialização tardio, com baixo incentivo à geração de conhecimento tecnológico próprio. Embora tenha havido períodos de crescimento industrial relevante, esses avanços ocorreram sem a consolidação de uma base robusta de ciência, tecnologia e inovação, o que limitou a capacidade do país de alcançar níveis mais elevados de sofisticação produtiva e autonomia tecnológica.

Nos Estados Unidos, a política de inovação foi fundamental para a trajetória de desenvolvimento e consolidação do poder do país, uma vez que permitiu a definição de setores estratégicos e a construção de um padrão próprio de crescimento. Em contraste, o Brasil seguiu um caminho distinto, marcado por um desenvolvimento tardio e mais lento, condicionado por características estruturais e históricas que limitaram sua capacidade de investimento em setores estratégicos. Diferentemente dos EUA, onde a inovação impulsionou o progresso, no Brasil observa-se uma persistente estagnação associada à lógica mercantilista de colônia-metrópole, que restringiu a industrialização acelerada e a urbanização. Essa discrepância evidencia as profundas diferenças nas trajetórias dos dois países e explica parte das desigualdades estruturais que os distanciam até os dias atuais.

Em relação à Alemanha, Schwartzman (1988) explica que à medida que a pesquisa científica se desenvolvia na Alemanha, na segunda metade do século 19, ela deixou as universidades e se organizou mais tarde em um arranjo institucional diferente, o Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, atualmente Max Planck Institutes. Na maioria dos países, como na Alemanha, ciência, tecnologia e universidades se desenvolveram e organizaram separadamente.

Uma das principais explicações para o bom desempenho das instituições científicas e tecnológicas no sistema de inovação alemão reside na existência de um ecossistema robusto de intermediários institucionais, distribuídos entre os níveis federal e local de governo, que exercem múltiplas funções essenciais à coordenação, financiamento e avaliação das atividades de ciência, tecnologia e inovação. Entre esses atores destacam-se: o Conselho de Ciência Alemão; o

Escritório de Tecnologia; a Fundação Alemã de Pesquisa, que desempenha papel duplo como agência financiadora e consultiva; e um conjunto diversificado de organizações de pesquisa, com missões bem definidas, como a Sociedade Max Planck, voltada à pesquisa básica; a Sociedade Fraunhofer, especializada em pesquisa aplicada por meio de contratos; a Associação Helmholtz, focada em pesquisa básica estratégica; e a Associação Leibniz, com atuação híbrida entre pesquisa de longo prazo e prestação de serviços para outros institutos (RITA ET. AL., 2017).

A força do sistema de inovação alemão repousa, portanto, na clara divisão de funções entre as instituições de pesquisa, bem como na articulação sinérgica entre os setores público e privado. Entre os pontos fortes desse sistema destacam-se: a elevada proporção de atividades de P&D realizadas no setor empresarial; a presença de instituições de pesquisa de classe mundial; a existência de redes consolidadas de colaboração entre empresas e centros de pesquisa; o expressivo volume de registros de patentes; o sistema dual de formação profissional, que assegura uma força de trabalho altamente qualificada e o investimento significativo em educação. Esses elementos configuram um sistema de inovação coeso, eficiente e fortemente orientado à competitividade global (RITA ET. AL., 2017).

Chung (2009) explica que o desenvolvimento tecnológico da Coreia do Sul, conhecido como o "Milagre Coreano", resultou de uma combinação estratégica entre uma política de desenvolvimento voltada para o exterior, investimentos maciços em educação e inovação tecnológica. A força de trabalho altamente qualificada — produto de uma tradição educacional confucionista — foi essencial para a capacidade do país de absorver e aprimorar tecnologias, especialmente por meio de canais informais de transferência, como engenharia reversa e importação de bens de capital.

O autor afirma que, ao contrário de muitos países em desenvolvimento, o governo coreano restringiu o investimento estrangeiro direto, temendo dependência tecnológica, e preferiu estratégias que privilegiassem o desenvolvimento endógeno de capacidades tecnológicas. Essa decisão foi decisiva para o surgimento dos *Chaebols* — conglomerados industriais que lideraram o processo de industrialização e inovação tecnológica do país.

Na década de 1980, com a crescente complexidade tecnológica, a Coreia reconheceu a necessidade de construir uma base própria de P&D. O Estado lançou programas nacionais, estimulou o investimento privado em inovação e criou um ambiente regulatório que favoreceu o desenvolvimento tecnológico. Ainda assim, a P&D permaneceu concentrada em grandes empresas, com limitada participação de instituições estrangeiras e fraca interação internacional (CHUNG, 2009).

O Sistema de Inovação Coreano apresenta forças notáveis, como o dinamismo gerado pela competição internacional e o comprometimento estatal com a tecnologia. No entanto, também enfrenta desafios estruturais: fraca base em ciências fundamentais, excessiva dependência de grandes empresas para inovação, baixa interação internacional e escassa disseminação de capacidades tecnológicas entre PMEs. Esses fatores geram riscos de dualização industrial e limitação ao progresso tecnológico sustentado. Além disso, na Coreia do Sul há preocupações com a diminuição da população, da redução das capacidades de pesquisa devido ao declínio populacional e à incompatibilidade de mão de obra no setor de P&D (CHUNG, 2009).

Para Chung (2009), as lições centrais da experiência coreana indicam que: o investimento estratégico em capital humano é fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico; e a competição de mercado é o motor mais eficaz para motivar o setor privado a inovar. Para manter sua trajetória de crescimento, a Coreia precisa fortalecer sua base científica, ampliar a colaboração internacional em P&D e garantir um ecossistema inovador mais inclusivo e resiliente.

Em relação à Austrália, Scott- Kemmis (2018) afirma que, apesar do país dispor de um sistema de pesquisa sólido e de alta qualidade, seu desempenho em inovação e comercialização permanece insatisfatório. A política de inovação australiana não tem conseguido gerar avanços sustentados, sobretudo devido a desafios estruturais e institucionais. A trajetória histórica do país, marcada por forte proteção econômica e dependência da exportação de *commodities*, moldou tanto o perfil de sua indústria quanto a configuração de seu sistema de pesquisa, criando vínculos frágeis entre academia e setor produtivo.

O autor também afirma que a colaboração entre pesquisa e empresas é limitada, dificultada por baixa mobilidade de talentos entre academia, indústria e

governo. A dinâmica inovadora predominante é voltada à adaptação de tecnologias existentes ao mercado interno, tornando a Austrália, em grande medida, uma seguidora tecnológica, com pouca presença na fronteira internacional da inovação.

Adicionalmente, de acordo com Scott- Kemmis (2018), o setor industrial é caracterizado por uma estrutura altamente concentrada, composta majoritariamente por pequenas e médias empresas, com poucas grandes corporações inovadoras e exportadoras. A política de inovação, por sua vez, tem sido marcada por descontinuidade, instabilidade institucional e forte dependência de incentivos fiscais, especialmente o crédito tributário para P&D, em detrimento de instrumentos de financiamento direto — estratégia oposta à adotada por maioria dos países da OCDE.

Embora sucessivas revisões de política tenham identificado tais desafios, as medidas implementadas pouco dialogam com avaliações anteriores, revelando baixo aprendizado institucional. Soma-se a isso a escassez de mecanismos independentes para definição de prioridades, seleção de projetos estratégicos e estímulo à formação de capacidades industriais. A ausência de estratégias voltadas à demanda — como compras públicas e regulação — limita ainda mais o potencial de alavancagem da inovação (SCOTT- KEMMIS, 2018).

Em um contexto de fraca liderança industrial e limitada efetividade dos mecanismos de mercado em tempos de disrupção tecnológica, Scott- Kemmis (2018) defende a necessidade de um papel mais ativo do Estado. Para que a Austrália avance em sua capacidade de inovar, é fundamental fortalecer programas de financiamento direto com foco em resultados ambiciosos, reconstruindo sua política de inovação sobre bases mais consistentes e de longo prazo.

A experiência de países que lograram êxito em processos de industrialização tardia demonstra que o sucesso dessas nações esteve associado a transformações decisivas nas áreas de educação, ciência e tecnologia. Tais transformações foram fundamentais para criar as condições necessárias à construção de capacidades nacionais em inovação, permitindo a esses países superarem a dependência tecnológica externa e se inserirem de forma competitiva na economia global.

No caso brasileiro, essa inflexão estratégica não se concretizou de forma ampla e consistente. Apesar de avanços pontuais — como a construção de um sistema nacional de pós-graduação, a criação de instituições de fomento à pesquisa e a consolidação de algumas áreas científicas —, o país não promoveu uma revolução estrutural em seu sistema de CT&I. Assim, diante das rápidas transformações tecnológicas e da crescente complexidade do conhecimento, o Brasil corre o risco de perder oportunidades estratégicas caso não acelere significativamente sua capacidade de geração e apropriação de tecnologias inovadoras.

Adicionalmente, as estratégias adotadas no passado, mesmo aquelas que obtiveram êxito em determinado contexto histórico, já não são suficientes para enfrentar os desafios contemporâneos. A atual conjuntura exige a formulação de novas políticas públicas orientadas para o fortalecimento da capacidade nacional de inovação, com foco na criação e distribuição de riqueza de forma compatível com as demandas e aspirações da sociedade brasileira.

O Brasil apresenta uma realidade contrastante: embora enfrente sérias limitações na escolarização básica da população, destaca-se no cenário internacional pela consolidação de seu sistema de pós-graduação, o que lhe confere relevância entre os países produtores de conhecimento científico e tecnológico. No entanto, esse desempenho acadêmico não se traduz em expressiva geração de patentes, evidenciando uma frágil articulação entre ciência e inovação. Ademais, o setor empresarial privado contribui de forma limitada para os investimentos em P&D, o que compromete o dinamismo e a competitividade do sistema nacional de inovação (NEVES; NEVES, 2011).

Nesse contexto, a política de inovação brasileira tem passado por uma transição significativa: o foco tradicional, centrado no apoio à ciência básica, vem gradualmente sendo ampliado para abarcar ações direcionadas à promoção da pesquisa e desenvolvimento no setor empresarial. Essa mudança representa um esforço de aproximação entre a base científica e o sistema produtivo, essencial para a construção de um ambiente de inovação mais dinâmico, embora ainda limitado por entraves estruturais e institucionais que precisam ser superados.

Albuquerque e Carvalho (2013) afirmam que a formulação das políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil, à semelhança do que ocorre em outros países da América Latina, deve ser compreendida como um processo

social complexo, marcado pela interação de múltiplos atores com interesses, valores e graus de poder desiguais. Embora, em princípio, as políticas de CT&I devessem refletir uma construção coletiva e democrática, observa-se que sua trajetória tem sido amplamente moldada pela agenda de um ator predominante: a comunidade científica e acadêmica. Essa predominância não se restringe apenas à fase de formulação, mas se estende à implementação das políticas, nas quais a comunidade científica e acadêmica historicamente figura como principal beneficiária dos instrumentos de fomento.

De acordo com os autores, a comunidade científica e acadêmica esteve presente em diversas coalizões decisivas ao longo da trajetória das políticas de CT&I brasileiras, desempenhando papel central na concepção e operacionalização das principais estratégias e programas. Mesmo com a incorporação de novos atores ao processo decisório nas últimas décadas — como representantes do setor produtivo, agências de desenvolvimento e organizações da sociedade civil — a orientação central da política permanece sob a influência da comunidade científica e acadêmica. Nesse contexto, observa-se uma reconfiguração do discurso da comunidade científica e acadêmica, que passou a adotar a retórica da inovação tecnológica na empresa privada como forma de legitimar a alocação de recursos públicos em universidades e institutos de pesquisa, frequentemente por meio de projetos cooperativos vinculados a fundações universitárias, incubadoras e parques tecnológicos.

Apesar da crescente inclusão de demandas empresariais nas políticas de CT&I e da existência de instrumentos voltados ao estímulo da inovação no setor privado, a participação efetiva de representantes empresariais nos espaços institucionais de deliberação e formulação da política permanece limitada. Isso evidencia um descompasso entre os objetivos declarados de maior aproximação entre ciência e mercado e a capacidade efetiva de articulação entre os setores público e privado. Em grande medida, a empresa privada figura como destinatária das ações, mas não como coprodutora ativa das diretrizes políticas (ALBUQUERQUE; CARVALHO, 2013).

Diante desse panorama, Albuquerque e Carvalho (2013) defendem a necessidade de que a política de ciência, tecnologia e inovação no Brasil seja reorientada de forma a se tornar mais abrangente, plural e responsiva às

dinâmicas sociais, econômicas e territoriais do país. Tal reorientação pressupõe a ampliação dos mecanismos de participação, a valorização da diversidade de atores envolvidos no ecossistema de CT&I e a superação das assimetrias históricas que conferem à comunidade científica e acadêmica o monopólio da agenda, em detrimento de uma política mais inclusiva e que atenda aos desafios nacionais contemporâneos.

Araújo (2012) explica que a literatura especializada aponta reiteradamente a predominância do direcionamento dos recursos destinados à inovação para o meio acadêmico, sendo esse um viés que pode ser explicado por três fatores principais. O primeiro é a persistência da abordagem linear da inovação. Embora o caráter sistêmico do processo inovador seja amplamente reconhecido, a concepção tradicional que separa pesquisa básica e aplicada ainda exerce forte influência na formulação e implementação das políticas públicas. O segundo fator reside na capacidade de organização e mobilização do setor acadêmico, que, ao longo das décadas, consolidou mecanismos institucionais para pleitear e garantir a continuidade do financiamento público para suas atividades. O terceiro aspecto é a ausência de incentivos suficientemente estruturados para destinar recursos diretamente às empresas para que estas realizem atividades inovadoras.

O autor também afirma que a escassez de incentivos ao setor empresarial decorre de três elementos estruturais. Em primeiro lugar, há uma longa tradição de apoio ao ensino e à pesquisa básica em universidades e centros de pesquisa, enquanto o suporte direto às empresas — especialmente na forma de subvenção econômica — ainda é relativamente recente e limitado. Em segundo lugar, a existência de incertezas jurídicas acerca das atividades passíveis de financiamento no âmbito da Lei de Inovação e da Lei do Bem cria insegurança tanto para as empresas quanto para os gestores públicos, dificultando a implementação de instrumentos mais eficazes de fomento à inovação no setor produtivo. Por fim, a alocação de recursos diretamente para empresas enfrenta desafios de legitimação social, sendo frequentemente sujeita a questionamentos e críticas, muitas vezes associadas à possibilidade de favorecimento indevido, o que contrasta com a maior aceitação da destinação de recursos públicos para universidades e institutos de pesquisa.

Esse contexto revela um descompasso entre a intenção declarada das políticas de inovação de estimular a colaboração entre academia e setor produtivo e a efetiva distribuição dos recursos disponíveis. Superar esse viés requer o fortalecimento de mecanismos institucionais que promovam um equilíbrio mais dinâmico entre os diferentes atores do ecossistema de inovação, garantindo que os incentivos contemplem tanto o avanço do conhecimento científico quanto a sua transformação em aplicações tecnológicas concretas que impulsionem o desenvolvimento econômico e social do país.

De acordo com Schwartzman (1988), o Brasil ainda se encontra distante da consolidação de um sistema nacional de inovação plenamente integrado, capaz de articular de forma efetiva os principais atores que deveriam compor esse ecossistema — governo, setor produtivo e empresarial, comunidade científica e universidades. A dificuldade central transcende aspectos meramente técnico-institucionais, configurando-se como um problema mais profundo, de natureza cultural e política. As distintas racionalidades, interesses e lógicas de funcionamento desses setores, muitas vezes conflitantes, têm dificultado a construção de uma visão comum e a formulação de estratégias convergentes. Ademais, o Estado brasileiro carece de clareza estratégica e de determinação política para exercer um papel efetivo de coordenação e integração desses múltiplos agentes.

O autor também afirma que a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), embora representasse, à época, um avanço institucional no reconhecimento da importância da CT&I para o desenvolvimento nacional, resultou, na prática, na constituição de uma estrutura burocrática de grandes proporções, cuja capacidade efetiva de coordenação do sistema nacional de pesquisa e inovação permanece limitada. O MCT não conseguiu estabelecer mecanismos eficazes de vinculação entre a produção científica e o setor produtivo, tampouco consolidar uma governança capaz de articular os diversos esforços dispersos em ciência, tecnologia e inovação.

Atualmente, parte significativa das atividades do MCT é realizada por meio de comitês assessores que operam na lógica da oferta, respondendo à demanda espontânea dos pesquisadores por bolsas e auxílios, frequentemente em sobreposição parcial com o sistema da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Outra parcela das ações do ministério

consiste em programas de indução, cujos resultados concretos permanecem pouco mensuráveis e de impacto difuso. O ministério também abriga institutos de pesquisa próprios, cuja qualidade e reputação variam consideravelmente, bem como a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), responsável pela gestão dos Fundos Setoriais, do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e de outras iniciativas de maior porte (SCHWARTZMAN, 1988).

Entretanto, os recursos financeiros administrados pela Finep são bastante limitados quando comparados aos disponibilizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), instituição que, de fato, detém a capacidade de implementar uma política industrial de longo prazo no país. Essa assimetria orçamentária reflete o desequilíbrio estrutural entre os instrumentos de fomento à inovação e os mecanismos de financiamento do desenvolvimento econômico (SCHWARTZMAN, 1988).

Como consequência, o MCT configura-se hoje como uma burocracia extensa, mas com poder político-institucional restrito. Longe de assumir um papel central na coordenação do sistema nacional de CT&I, o ministério encontra-se frequentemente envolvido em disputas por recursos e competências com outros órgãos governamentais, o que compromete sua eficácia e fragiliza sua autoridade. Em vez de funcionar como articulador estratégico de políticas integradas de ciência, tecnologia e inovação, o MCT tem operado de forma fragmentada, reproduzindo as mesmas limitações que marcam o sistema nacional como um todo (SCHWARTZMAN, 1988).

Na mesma linha, Wendler (2013) afirma que, no MCTI, observa-se uma sobreposição de programas, projetos e competências entre diferentes agências vinculadas à pasta. Essa situação é particularmente evidente na área de tecnologias da informação e comunicação, na qual até quatro diferentes órgãos ou agências do ministério atuam de forma paralela, frequentemente sem mecanismos claros de coordenação ou divisão funcional. Essa multiplicidade de instâncias com atuação sobre o mesmo tema tem gerado conflitos de competência, redundância de ações e desperdício de recursos, além de dificultar a implementação de estratégias integradas de longo prazo.

O autor afirma também que a falta de coordenação entre diferentes órgãos da administração pública, e mesmo entre departamentos internos de uma

mesma instituição, revela uma das mais significativas fragilidades do sistema, afetando diretamente a eficiência operacional e a eficácia das políticas de fomento à inovação. Essa desarticulação contribui para a duplicação de esforços, a sobreposição de funções e a existência de lacunas institucionais, que reduzem o impacto esperado das ações implementadas.

No caso do Brasil, um dos principais desafios associados ao desenho das políticas de CT&I reside na fragmentação do sistema federativo, marcada por problemas de coordenação tanto horizontal (entre ministérios, agências e órgãos federais) quanto vertical (entre União, estados e municípios). Essa falta de articulação compromete a coerência das políticas, reduz a eficiência do gasto público e enfraquece a capacidade de responder a desafios complexos de forma integrada.

Essa fragmentação federativa gera sobreposição de competências, descontinuidades na execução de programas e desigualdade na distribuição de recursos e capacidades técnicas entre unidades da federação. Além disso, a ausência de mecanismos eficazes de governança interfederativa dificulta a construção de políticas nacionais que sejam, de fato, capilarizadas e ajustadas às realidades locais e regionais. Em um campo como o de CT&I, que exige integração entre pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico, formação de recursos humanos e inovação empresarial, a coordenação entre os diferentes níveis de governo é crucial. Por isso, compreender as diferenças nos desenhos das políticas também implica analisar a qualidade da articulação institucional no âmbito do pacto federativo, o que é determinante para a efetividade das estratégias nacionais e subnacionais de CT&I.

Torna-se imperativo avançar na consolidação de mecanismos eficazes de articulação e coordenação institucional, capazes de mitigar o histórico isolamento entre os diversos atores que compõem o sistema de CT&I no Brasil. A fragmentação das iniciativas e a ausência de integração entre os diferentes entes envolvidos têm comprometido significativamente a coerência, a efetividade e a sustentabilidade das políticas públicas na área (WENDLER, 2013).

Atualmente, as instituições que integram o sistema nacional de inovação ainda operam de forma desarticulada, de modo que o conjunto institucional apresenta uma performance inferior à potencialidade de suas partes constituintes. Essa ausência de sinergia entre os atores — incluindo órgãos

governamentais, agências de fomento, universidades, institutos de pesquisa e setor empresarial — configura-se como um dos principais entraves à consolidação de um ecossistema de inovação dinâmico e eficiente no país (WENDLER, 2013).

Diante desse cenário, é fundamental o aprimoramento dos mecanismos de governança institucional, com o fortalecimento de instâncias interinstitucionais que favoreçam o compartilhamento de decisões, promovam a convergência de agendas e possibilitem um entendimento mais homogêneo das diretrizes nacionais de desenvolvimento científico e tecnológico. A integração de políticas e programas, orientada por uma visão sistêmica e estratégica, é condição indispensável para o fortalecimento do sistema nacional de inovação e para a ampliação do seu impacto no desenvolvimento econômico e social do país.

As políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil, representadas pelo Marco Legal de CT&I, a Política Nacional de Inovação e o Sistema Nacional para a Transformação Digital, possuem um horizonte de médio prazo, estabelecendo diretrizes e instrumentos que orientam o desenvolvimento do setor em ciclos relativamente curtos. Embora essas políticas desempenhem um papel fundamental no fortalecimento do ecossistema de inovação nacional, a ausência de diretrizes de longo prazo compromete a continuidade das ações, a previsibilidade dos investimentos e a consolidação de uma estratégia robusta para a inserção do Brasil em cadeias globais de valor baseadas no conhecimento.

No Brasil, a ausência de um planejamento de longo prazo em CT&I resulta em descontinuidade de políticas, instabilidade no financiamento e baixa previsibilidade para o setor produtivo e acadêmico. Além disso, mudanças frequentes nas diretrizes governamentais dificultam a construção de um ambiente propício ao desenvolvimento de tecnologias disruptivas e à transformação estrutural da economia. Para superar essas limitações, é essencial que o país adote uma estratégia de inovação que transcenda os ciclos políticos e eleitorais, garantindo financiamento estável, mecanismos institucionais de governança fortalecidos e maior articulação entre os setores público e privado.

Para Maldaner (2004), o Sistema Nacional de Inovação no Brasil ainda apresenta lacunas estruturais relevantes, especialmente em três dimensões fundamentais. Em primeiro lugar, observa-se a ausência de um planejamento estratégico de longo prazo que integre, de forma coerente e coordenada, as políticas tecnológica, industrial e de comércio exterior, essenciais para sustentar uma trajetória de desenvolvimento nacional consistente. Em segundo lugar, falta um programa estruturado que oriente e regule os investimentos públicos em CT&I, com a definição clara de metas e indicadores de desempenho vinculados aos recursos aplicados, tais como o número de patentes registradas e o retorno dos investimentos na formação de recursos humanos altamente qualificados, como mestres e doutores. Por fim, destaca-se a inexistência de um marco programático que estabeleça diretrizes claras para a transferência e a absorção de tecnologias importadas, elemento crucial para o fortalecimento das capacidades tecnológicas endógenas e para o aproveitamento estratégico das inovações internacionais.

Compreender o processo de formulação das políticas de ciência e tecnologia nos países centrais revela-se fundamental para a análise do caso brasileiro, uma vez que as diretrizes, estruturas institucionais e mecanismos de implementação adotados por essas nações influenciaram diretamente a construção das políticas em contextos periféricos. No Brasil, assim como em grande parte dos países em desenvolvimento, as políticas de ciência e tecnologia foram fortemente inspiradas nos modelos estabelecidos pelas economias avançadas, não apenas em termos conceituais, mas também na replicação de formatos institucionais e práticas de governança. Nesse sentido, o estudo das trajetórias de formulação e consolidação das políticas de CT&I nos países desenvolvidos constitui uma chave interpretativa relevante para compreender as dinâmicas, limitações e especificidades do processo político-institucional brasileiro nesse campo.

No entanto, Araújo (2012, p. 40) explica que:

Ainda que não seja um problema exclusivamente do Brasil, os formuladores de política brasileiros tendem a escolher basicamente os mesmos setores eleitos nos outros países, geralmente considerados de alta tecnologia ou relevância social, em busca de reconhecimento e legitimação perante a sociedade.

Na mesma linha, Bagattolli (2013) afirma que, embora se espere que essas políticas reflitam as particularidades socioculturais e os recursos específicos de cada país, o que se observa é uma crescente convergência entre as políticas setoriais ao redor do mundo. Esse fenômeno sugere que os países adotam modelos semelhantes de governança em ciência e tecnologia, independentemente de suas realidades locais. A tendência ao isomorfismo nas políticas científicas e tecnológicas indica que há uma homogeneização na estruturação dos sistemas científicos globais, abrangendo instituições, organizações, legislações e outras diretrizes que moldam a produção do conhecimento, especialmente nos países periféricos, que reproduzem tais modelos como parte de sua estratégia de desenvolvimento.

O autor também afirma que a predominância de uma visão universalista da ciência e tecnologia orienta a adoção de políticas baseadas na experiência dos países desenvolvidos, estabelecendo diretrizes sobre quais práticas e modelos devem ser replicados. Essa lógica de difusão global de padrões pressupõe que o caminho seguido pelas nações mais desenvolvidas deve ser imitado pelos países menos desenvolvidos, muitas vezes sem considerar suas realidades econômicas e sociais. No entanto, essa abordagem pode ser prejudicial, pois o alinhamento estrito às diretrizes internacionais pode levar ao distanciamento das agendas nacionais de pesquisa em relação às necessidades locais. A institucionalização da C&T em países periféricos frequentemente ocorre por meio de processos miméticos, nos quais políticas e práticas são adotadas não necessariamente por sua efetividade comprovada, mas pela crença na existência de um modelo ideal de desenvolvimento científico e tecnológico.

Esse processo de isomorfismo das políticas científicas e tecnológicas nos países periféricos tem implicações diretas na produção de conhecimento. Ao seguir padrões consolidados nos países centrais, os países em desenvolvimento podem acabar priorizando agendas de pesquisa que refletem problemas e interesses externos, em detrimento das demandas e desafios nacionais. Além de gerar conhecimento de menor utilidade para seu próprio progresso, essa adesão aos modelos globais reforça uma barreira estrutural à adaptação da C&T às realidades socioeconômicas locais. Seguir esses modelos garante prestígio e legitimidade tanto nacional quanto internacional, ao mesmo tempo em que

protege as políticas de ciência e tecnologia de avaliações críticas sobre sua real efetividade no contexto local (BAGATTOLLI, 2013).

No entanto, apesar do que afirmam os autores acima, compreender o processo de formulação das políticas de ciência e tecnologia nos países centrais tem grande importância para a análise do caso brasileiro. As diretrizes, estruturas institucionais e mecanismos de implementação adotados por essas nações influenciaram diretamente a construção das políticas de CT&I em países periféricos, como o Brasil. Entretanto, essa influência não deve ser interpretada apenas como um modelo a ser seguido, mas sim como um ponto de reflexão crítica. A simples replicação de estratégias aplicadas em países desenvolvidos ignora a complexidade das assimetrias estruturais entre nações, como as diferenças nos níveis de investimento, na infraestrutura de pesquisa, na qualificação da força de trabalho e, principalmente, na capacidade de transformação do conhecimento em inovação e desenvolvimento econômico. A adoção acrítica de políticas formuladas em contextos distintos pode reforçar a dependência tecnológica e comprometer a construção de um modelo endógeno de inovação, capaz de responder às necessidades do país.

Além disso, é necessário questionar se os modelos de governança em CT&I dos países centrais realmente oferecem soluções viáveis para os desafios enfrentados por nações periféricas. Muitas das políticas bem-sucedidas adotadas por países desenvolvidos foram viabilizadas por décadas de investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento, pela existência de setores industriais altamente sofisticados e por uma cultura consolidada de inovação, aspectos que não podem ser simplesmente transpostos para realidades distintas sem as devidas adaptações. Para o Brasil, a análise da experiência internacional deve ir além da mera identificação de boas práticas e buscar compreender as condições específicas que permitiram seu sucesso. Somente a partir desse entendimento será possível estruturar uma política de CT&I que leve em conta as particularidades institucionais, econômicas e sociais do país, garantindo que os investimentos em ciência e tecnologia gerem impactos concretos no desenvolvimento nacional.

Assim, mais do que seguir modelos preestabelecidos, o Brasil precisa adotar uma abordagem crítica e contextualizada no desenvolvimento de sua política de CT&I. Isso implica não apenas adaptar estratégias internacionais,

mas também criar mecanismos próprios de formulação e implementação que levem em consideração a heterogeneidade de sua base produtiva, a fragilidade histórica de sua indústria de alta tecnologia e a necessidade de reduzir desigualdades regionais. É essencial que a política científica e tecnológica brasileira não apenas dialogue com as tendências globais, mas que seja capaz de transformar conhecimento em inovação social e econômica, fortalecendo sua autonomia tecnológica e consolidando um sistema de inovação que responda às demandas do país. Para isso, é necessário repensar as estruturas de governança da CT&I, ampliando a participação de atores nacionais no processo decisório e incentivando a construção de um ecossistema de inovação mais democrático e alinhado às necessidades da sociedade brasileira.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese investigou de forma comparativa os modelos de formulação e implementação de políticas de ciência, tecnologia e inovação em diferentes países, com ênfase na análise das dimensões institucionais, estratégicas e instrumentais que moldam seus respectivos sistemas nacionais de inovação. O exercício analítico evidenciou que, embora não exista um modelo único ou universal de sucesso, os países que lograram consolidar ecossistemas de inovação robustos compartilham certas características estruturais, entre elas: a estabilidade institucional e orçamentária; a clareza das prioridades estratégicas; a forte capacidade estatal de coordenação e indução; e a articulação sinérgica entre governo, setor privado e academia.

Sobre o tema, Maldaner (2004) destaca três pontos essenciais que merecem atenção: (a) o desenvolvimento soberano de países periféricos é possível, como evidencia o caso da Coreia do Sul; (b) a tecnologia desempenha um papel central e insubstituível para o progresso nacional no contexto globalizado do século XXI; e (c) os resultados alcançados por cada país estão diretamente relacionados às estratégias adotadas, o que reforça a importância de políticas intencionais e coerentes com os objetivos de longo prazo.

No caso do Brasil, observou-se a predominância histórica de políticas orientadas à oferta, com ênfase na formação de recursos humanos, no fomento à pesquisa acadêmica e no fortalecimento da infraestrutura científica. Essa abordagem foi crucial nas fases iniciais de estruturação do sistema nacional de CT&I, especialmente para consolidar a pós-graduação e ampliar a produção científica. No entanto, os resultados demonstram que tal orientação, por si só, é insuficiente para enfrentar os desafios contemporâneos de desenvolvimento, os quais exigem políticas mais articuladas, integradas e orientadas à resolução de problemas complexos.

A análise revelou uma lacuna significativa na articulação entre ciência, tecnologia e objetivos estratégicos de desenvolvimento no Brasil. A escassez de políticas híbridas ou orientadas por missões limita a capacidade do país de transformar conhecimento científico em soluções tecnológicas com impacto

direto sobre a economia e a sociedade. Enquanto países como Estados Unidos, Alemanha e Coreia do Sul combinam instrumentos de oferta e demanda em políticas orientadas por missões – promovendo, por exemplo, a transição energética, a transformação digital ou a mobilidade sustentável – o Brasil ainda opera sob uma lógica fragmentada e predominantemente reativa, com baixa capacidade de coordenação intersetorial.

As diferenças nos desenhos das políticas de CT&I refletem escolhas estratégicas sobre os fins que se pretende alcançar, mas, no contexto brasileiro, essas variações são marcadas por uma significativa fragmentação federativa. A falta de coordenação horizontal (entre órgãos e agências federais) e vertical (entre União, estados e municípios) compromete a coerência, a eficiência e a efetividade das políticas públicas. Essa desarticulação gera sobreposição de ações, desigualdade na capacidade técnica entre as unidades federativas e limita a implementação de estratégias nacionais integradas. Em um campo que exige forte articulação entre diversos atores e níveis de governo, como o de CT&I, a qualidade do arranjo federativo e dos mecanismos de governança se torna um fator decisivo para o sucesso das políticas públicas.

Outro ponto crítico identificado foi a reduzida presença de instrumentos orientados à demanda, como compras públicas para inovação, subsídios ao consumo tecnológico, ou padronizações regulatórias voltadas à introdução de novas tecnologias, o que reforça o desequilíbrio sistêmico e dificulta a criação de mercados para inovação. Em relação aos instrumentos orientados à demanda, De Negri, Rauen e Squeff (2018) defendem a criação de novos mecanismos de compras públicas, com o objetivo de solucionar problemas concretos da sociedade brasileira em áreas como saúde, energia, educação e infraestrutura. Além de contratos de compras públicas, os autores também consideram necessário criar mecanismos, ágeis e flexíveis, pelos quais o setor público possa encomendar – ou desenvolver conjuntamente – pesquisa e desenvolvimento de empresas ou universidades.

Além disso, o processo de implementação das políticas, embora muitas vezes formulado de forma participativa, tem sido caracterizado por baixa eficácia operacional, marcada por instabilidade orçamentária, fragmentação institucional e sobreposição de competências.

A frágil articulação entre os principais atores do ecossistema – universidades, institutos de pesquisa, empresas e governos – constitui um dos entraves mais persistentes à efetividade das políticas brasileiras. Apesar de iniciativas recentes para fortalecer essa interação, como os arranjos de inovação e os programas de cooperação universidade-empresa, os resultados ainda são modestos. A ausência de uma cultura de inovação mais difusa no setor produtivo, associada à baixa capacidade de absorção tecnológica por parte das micro, pequenas e médias empresas, compromete o potencial transformador da CT&I.

Em contraste, os países analisados adotaram estratégias mais ambiciosas e coordenadas, com destaque para a capacidade de alinhar políticas industriais, educacionais, ambientais e tecnológicas em torno de objetivos nacionais de longo prazo. A Alemanha, por exemplo, integra seus esforços de P&D com ações de fomento à inovação incremental nas pequenas e médias empresas, por meio de uma rede institucional estável e bem coordenada. A Coreia do Sul, por sua vez, combina centralização estratégica com políticas territoriais de descentralização, investindo fortemente em capital humano e tecnologias emergentes. Os Estados Unidos adotam uma abordagem orientada à missão com ampla participação do setor privado, operando por meio de estruturas descentralizadas, mas coordenadas em torno de metas claras.

A construção de um ecossistema de inovação dinâmico e inclusivo depende, portanto, da superação de obstáculos históricos, como a fragmentação institucional, a instabilidade do financiamento e a frágil governança intersetorial. Reequilibrar os instrumentos de política, incorporando mecanismos de estímulo à demanda e indução de mercados, pode contribuir significativamente para aproximar a geração do conhecimento de sua aplicação prática, promovendo a inovação como vetor de desenvolvimento sustentável.

Por fim, esta tese conclui que o avanço das políticas de CT&I no Brasil exige um novo paradigma, capaz de integrar ciência e inovação aos grandes desafios nacionais. Isso implica repensar o papel do Estado, adotar uma visão sistêmica e de longo prazo, e investir na criação de capacidades institucionais que sustentem estratégias mais eficazes e resilientes. O futuro da CT&I no Brasil dependerá, em última instância, da construção de um projeto de

desenvolvimento que coloque o conhecimento no centro das transformações econômicas, sociais e ambientais que o país precisa enfrentar.

Em relação ao efeito das mudanças de coalizões políticas sobre as políticas de CT&I, De Negri, Rauen e Squeff (2018, p. 557 e 558) afirmam que:

Não há caminho possível sem estabilidade de fontes de financiamento para a C&T e sem consistência nas políticas. Oscilações bruscas – como as que a C&T brasileira frequentemente enfrenta e vem enfrentando atualmente – podem causar interrupções na formação de pesquisadores e na construção de competências, o que tem efeitos na produção científica do país por décadas à frente. Consistência nas políticas públicas exige um processo de diálogo com a comunidade científica, que supere corporativismos e que seja capaz de dizer como a ciência e a comunidade científica podem contribuir com os grandes desafios nacionais. Apenas com esse processo de diálogo e com o fortalecimento da participação da comunidade científica será possível criar uma governança em que as decisões de política pública não sejam tomadas ao sabor de interesses passageiros.

Este estudo demonstrou que políticas públicas de CT&I perenes, estruturadas como prioridade nacional, são fundamentais para o desenvolvimento sustentável e o fortalecimento da inovação nos países. No caso do Brasil, a instabilidade e a descontinuidade dessas políticas, geralmente condicionadas às mudanças nas coalizões políticas, comprometem o avanço de um ecossistema de inovação sólido e previsível.

No contexto brasileiro, as políticas públicas de CT&I têm historicamente enfrentado um desafio estrutural que compromete sua eficácia: a descontinuidade programática provocada por mudanças nas coalizões políticas que assumem o poder. Essa instabilidade institucional mina a capacidade do Estado de implementar estratégias de longo prazo, enfraquecendo os ecossistemas de inovação e impedindo a consolidação de capacidades tecnológicas nacionais.

A instabilidade política tem exercido um papel central na fragilização do *policy mix* de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. A constante descontinuidade de programas e iniciativas, causada por mudanças de governo, crises institucionais e reorientações ideológicas abruptas, compromete a consolidação de uma política de Estado na área. Esse cenário dificulta a acumulação de aprendizados institucionais, desmobiliza capacidades administrativas e gera incerteza tanto entre os formuladores de política quanto

entre os atores executores e beneficiários — como universidades, centros de pesquisa, agências de fomento e empresas inovadoras. Como consequência, o país apresenta um arranjo de instrumentos frequentemente fragmentado, sobreposto e mal articulado, com baixa coordenação interinstitucional e entre níveis de governo. A instabilidade política, portanto, não apenas afeta a continuidade das políticas, mas também mina sua coerência interna e a confiança dos atores no sistema nacional de inovação.

Diferentemente de países que alcançaram sucesso em suas estratégias de CT&I — como Alemanha, Coreia do Sul e Estados Unidos —, onde o *policy mix* é resultado de pactos duradouros, investimentos consistentes e marcos institucionais estáveis, o Brasil sofre com a politização excessiva da agenda e a ausência de uma visão estratégica de longo prazo. Isso torna difícil combinar, de forma sinérgica, instrumentos horizontais (como fomento à ciência básica e infraestrutura de pesquisa) e verticais (voltados a setores ou missões específicas), bem como promover ajustes contínuos e responsivos às mudanças tecnológicas e econômicas. Sem estabilidade política e institucional, o *policy mix* brasileiro tende a ser reativo, dependente de vontades políticas momentâneas e vulnerável a rupturas, dificultando a construção de trajetórias de inovação sustentadas e a transformação do conhecimento científico em benefícios econômicos e sociais concretos. Nesse contexto, compreender o papel da instabilidade é essencial para pensar estratégias que fortaleçam a governança e garantam maior previsibilidade e continuidade às políticas de CT&I no país.

Essa fragilidade se reflete de forma concreta nos baixos níveis de investimento público e privado em CT&I ao longo dos anos. Conforme mostrado na tabela 5, em 2019, o Brasil investiu 1,21% do PIB em atividades relacionadas à CT&I, percentual que caiu para 1,14% em 2020. A ausência de dados oficiais para os anos de 2021 a 2023 não apenas dificulta o monitoramento da política, como também pode indicar uma retração institucional mais profunda, marcada por cortes orçamentários, descontinuidade de programas estratégicos e enfraquecimento das agências de fomento.

Em contraste, países que adotaram modelos de governança mais estáveis e orientados por uma visão estratégica de longo prazo mantêm percentuais de investimento significativamente superiores e mais consistentes. A Alemanha, por exemplo, oscilou ligeiramente entre 3,07% e 3,11% do PIB no

período de 2019 a 2023, demonstrando estabilidade institucional e comprometimento com a inovação como motor da competitividade industrial. Os Estados Unidos apresentaram crescimento de 3,14% para 3,49% entre 2019 e 2022, com pequena variação para 3,45% em 2023, refletindo a capacidade de adaptação e renovação de sua infraestrutura científica e tecnológica. A Coreia do Sul, por sua vez, representa o caso mais emblemático: seu investimento em CT&I saltou de 4,36% em 2019 para 4,96% em 2023, consolidando uma trajetória de fortalecimento contínuo de seu sistema nacional de inovação.

Tais padrões contrastam de forma marcante com o caso brasileiro. A oscilação entre avanços pontuais — muitas vezes dependentes de lideranças específicas ou janelas de oportunidade políticas — e retrocessos abruptos em marcos regulatórios e instrumentos de fomento ilustra a ausência de um pacto político mais robusto e transversal sobre a centralidade da CT&I no projeto de desenvolvimento nacional. Sem uma governança mais estável e protegida das oscilações conjunturais, o Brasil continuará enfrentando dificuldades para criar um ambiente favorável à inovação tecnológica, à sofisticação produtiva e à autonomia científica.

Além disso, a própria estrutura institucional de governança da CT&I no Brasil é marcada por descontinuidades. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação passou por diversas fusões e desfusões — com as Comunicações ou com a pasta de Educação —, sinalizando a baixa prioridade atribuída ao setor e a influência direta das conjunturas político-partidárias na estrutura decisória da área. Tais rearranjos administrativos geram incerteza para os atores do sistema, desmobilizam redes de colaboração e fragilizam o planejamento estratégico.

Essa instabilidade compromete a previsibilidade necessária para o florescimento da inovação, que depende de horizontes temporais longos, continuidade de investimentos e segurança jurídica e institucional. O setor empresarial, em especial, é sensível a essas variáveis: em um ambiente volátil e de baixo compromisso estatal com a CT&I, os investimentos privados em pesquisa e desenvolvimento tendem a se retraindo, realimentando um ciclo de baixa inovação.

O Estado inovador requer não apenas recursos, mas também visão estratégica de longo prazo, capacidade de coordenação interministerial e resiliência frente a ciclos políticos. No Brasil, a ausência de mecanismos que

blindem as políticas de CT&I de interferências político-partidárias imediatistas resulta na perda de conhecimento acumulado, descontinuidade de programas e desestímulo ao engajamento de cientistas, empresas e instituições públicas e privadas.

Portanto, se sustenta o fato de que políticas públicas de CT&I que não apresentam perenidade institucional, sendo sistematicamente reconfiguradas a cada nova coalizão política, não são capazes de fomentar de forma adequada e consistente o desenvolvimento científico, tecnológico e a inovação no Brasil. Em vez de se tornarem instrumentos estruturantes de um projeto nacional de desenvolvimento, tais políticas acabam subordinadas à lógica de curto prazo do ciclo político-eleitoral, o que compromete seu potencial transformador.

A superação dessa fragilidade requer a construção de arranjos institucionais mais resilientes, baseados em pactos nacionais pluripartidários e intersetoriais que garantam a continuidade das políticas de CT&I como uma política de Estado — e não apenas de governo. A consolidação de um marco legal robusto, como o Marco Legal de CT&I (Lei nº 13.243/2016), e o fortalecimento de instâncias de governança interministerial e participativa, como o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia, são passos relevantes, mas ainda insuficientes. É necessário ir além da normatividade e assegurar a implementação efetiva, com recursos garantidos, avaliação contínua e ampla participação social.

A experiência internacional mostra que países bem-sucedidos em CT&I adotaram estratégias de longo prazo, com governança estável, financiamento contínuo e ampla articulação entre Estado, setor produtivo e academia. Para o Brasil alcançar esse patamar, é necessário institucionalizar políticas de CT&I como políticas de Estado, com mecanismos que garantam continuidade, planejamento estratégico e avaliação sistemática.

Essa perenidade depende não apenas de reformas institucionais, mas também de uma cultura política que reconheça o valor da ciência e da inovação como eixos centrais do desenvolvimento. Assim, a construção de um projeto nacional de CT&I que transcenda governos é condição essencial para o progresso econômico, social e tecnológico do país.

A experiência internacional também ensina que o sucesso não está apenas na adoção de boas práticas, mas na capacidade de adaptá-las ao

contexto local, com visão estratégica, compromisso político e institucionalidade forte. O Brasil precisa avançar para além da reprodução mimética de modelos externos e desenvolver uma estratégia nacional de CT&I enraizada em suas especificidades estruturais, institucionais e produtivas.

Mais do que inovar por quantidade, é necessário que o Brasil inove com qualidade, propósito e alinhamento estratégico. Isso requer, entre outros fatores, a reestruturação das políticas públicas em torno de eixos orientadores como: a definição de missões nacionais integradoras, o fortalecimento das capacidades estatais de coordenação, a ampliação da participação do setor privado em P&D, a valorização do conhecimento como ativo econômico e social e a articulação entre ciência, tecnologia e políticas sociais.

A busca por modelos de desenvolvimento eficazes frequentemente leva países em desenvolvimento a se inspirarem em experiências bem-sucedidas de nações industrializadas ou emergentes que alcançaram elevados níveis de progresso econômico, científico e tecnológico. No entanto, essa estratégia esbarra em um obstáculo fundamental: nenhum modelo de desenvolvimento pode ser replicado de forma integral e automática entre diferentes países, uma vez que cada nação possui especificidades históricas, culturais, econômicas e institucionais que moldam suas trajetórias e condicionam suas possibilidades.

O Brasil, ao longo de sua história, tem adotado sucessivas tentativas de importar modelos de políticas públicas, especialmente no campo da ciência, tecnologia e inovação. No entanto, muitas dessas tentativas falharam em produzir os resultados esperados, exatamente por não considerarem as condições estruturais e históricas brasileiras — como a fragilidade institucional, a concentração de renda, a desigualdade regional, a baixa capacidade estatal de coordenação e a instabilidade política.

Tomando como exemplo os modelos asiáticos de desenvolvimento tecnológico, em especial o caso da Coreia do Sul, nota-se que o sucesso desse país foi ancorado em um conjunto de fatores altamente específicos: forte centralização estatal, investimento maciço em educação técnica e superior, articulação entre Estado e grandes conglomerados industriais (*chaebols*) e um contexto geopolítico particular que favoreceu a transferência de tecnologias e capital. Tentar replicar esse modelo no Brasil, sem as mesmas bases sociais, políticas e históricas, leva inevitavelmente a uma inadequação sistêmica.

Por outro lado, o modelo europeu de inovação baseado em sistemas nacionais bem integrados, como no caso da Alemanha, é sustentado por uma cultura de governança descentralizada, forte tradição de formação profissional dual, e por uma coesão institucional que permite a coordenação entre universidades, empresas e centros de pesquisa. No Brasil, a tentativa de emular essa articulação sem antes resolver gargalos fundamentais — como a baixa confiança entre atores, a fragmentação das políticas públicas e a escassez de financiamento estável — tende a produzir apenas estruturas formais, mas com baixa efetividade.

O Brasil carrega um legado colonial e pós-colonial de desigualdade estrutural, centralização de poder e ciclos de desenvolvimento interrompidos. A formação do Estado brasileiro foi marcada por um padrão patrimonialista e por uma elite política e econômica que historicamente excluiu a maioria da população dos processos decisórios e do acesso aos benefícios do desenvolvimento. Isso tem implicações diretas sobre a capacidade do país de construir um projeto nacional de CT&I inclusivo e sustentado. As tentativas de modernização tecnológica e industrial não podem ignorar os entraves herdados, como o sistema educacional excludente, o baixo investimento em pesquisa básica, e a ausência de uma cultura de avaliação e aprendizagem nas políticas públicas.

Assim, a construção de uma política de desenvolvimento — e, mais especificamente, de CT&I — eficaz no Brasil passa necessariamente por uma estratégia adaptativa e endógena, que reconheça e trabalhe a partir das características nacionais, sem cair na armadilha da imitação superficial de modelos estrangeiros. Essa abordagem exige:

- Diagnóstico aprofundado das capacidades nacionais, incluindo a identificação de áreas de competência científica e tecnológica existentes e potenciais, além das fragilidades institucionais e políticas.
- Participação ativa dos atores locais — universidades, centros de pesquisa, empresas, governos subnacionais e sociedade civil — na formulação e implementação das políticas, garantindo maior aderência às realidades regionais.

- Flexibilidade e capacidade de aprendizado institucional, por meio de mecanismos de avaliação contínua e de adaptação das políticas públicas a partir de evidências.
- Construção de coalizões políticas duradouras, capazes de sustentar as políticas de CT&I como prioridade de Estado, independentemente das mudanças conjunturais nos governos.

O desafio, portanto, não é copiar modelos, mas sim compreender os princípios que os tornaram eficazes em seus contextos e reinterpretá-los de forma adequada à realidade brasileira. Compreender os princípios que deram certo em outros países é uma etapa importante, mas é apenas o ponto de partida. O que determina o sucesso de uma política de CT&I no Brasil é sua capacidade de se enraizar na realidade nacional, dialogar com seus desafios e aproveitar suas potencialidades. Mais do que copiar soluções, esse processo exige que seja desenvolvida uma cultura política e institucional de reflexão crítica, aprendizado contínuo e compromisso com o futuro do país.

Uma das principais limitações deste estudo refere-se à disponibilidade e à natureza dos dados utilizados. A pesquisa baseou-se exclusivamente em fontes secundárias, como literatura especializada, artigos acadêmicos, relatórios institucionais, documentos oficiais e informações disponibilizadas em sites governamentais dos países analisados. Embora essas fontes sejam relevantes e amplamente utilizadas em estudos acadêmicos, elas impõem certas restrições à profundidade da análise, especialmente no que diz respeito à obtenção de dados atualizados, desagregados e sensíveis ao contexto local de formulação e implementação das políticas de CT&I.

Para novos estudos sobre o tema, sugere-se que sejam conduzidas entrevistas com *stakeholders*-chave envolvidos na formulação e implementação das políticas de CT&I em cada país analisado. Os entrevistados podem incluir representantes do governo, instituições de pesquisa, setor privado e sociedade civil. Por meio das entrevistas, podem ser obtidas as percepções dos *stakeholders* em relação aos objetivos, instrumentos e estratégias de implementação das políticas de CT&I. As opiniões dos *stakeholders* podem ser comparadas para que se identifiquem convergências e divergências nos diversos pontos de vista.

Sugere-se também que sejam realizados estudos futuros que utilizem a meta-análise. A meta-análise apresenta diversos pontos positivos, sendo uma poderosa ferramenta para sintetizar quantitativamente os resultados de múltiplos estudos, aumentando o poder estatístico e a precisão das estimativas. Ela permite identificar padrões e inconsistências nos achados, explorar variáveis moderadoras, avaliar a heterogeneidade entre os estudos e detectar possíveis vieses.

CAPÍTULO 6

REFERÊNCIAS

ABDAL, A.; MATOS, R. A. Política industrial e desenvolvimento: a experiência recente brasileira. São Paulo: **Observatório de Políticas Públicas para a Indústria, os Trabalhadores e o Desenvolvimento – OPEU**, 2010. Disponível em: https://www.opeu.org.br/wp-content/uploads/2013/06/OPEU_Estudos_10.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

ACCIAI, C.; CAPANO, G. Policy instruments at work: a meta-analysis of policy instruments applications. **Public Administration**, Oxford, v. 99, n. 1, p. 118-136, 2021.

ALBUQUERQUE, E. M.; CARVALHO, C. H. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação e políticas públicas: reflexões a partir da experiência brasileira. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 5, n. 3, p. 4–22, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/ppgadm/article/view/5055>. Acesso em: 10 abr. 2025.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. **Historical trends in federal R&D**. 2025. Disponível em: <https://www.aaas.org/programs/r-d-budget-and-policy/historical-trends-federal-rd#Agency>. Acesso em: 28 maio 2025.

ARAÚJO, B. C. Política industrial no Brasil: balanço e perspectivas. Brasília: IPEA, 2012. **Texto para Discussão, n. 1759**. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1090/1/TD_1759.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

AUSTRALIA. Department of Industry, Science and Resources. **Future Made in Australia Plan**. Canberra: Australian Government, 2023. Disponível em: <https://www.industry.gov.au>. Acesso em: 28 maio 2025.

AUSTRALIA. Department of the Treasury. **Budget Paper No. 2: Budget Measures 2023–24**. Canberra: Australian Government, 2023. Disponível em: <https://budget.gov.au>. Acesso em: 28 maio 2025.

AUSTRALIA. Department of Industry, Science and Resources. **Budget 2023–24: Portfolio Budget Statements**. Canberra: Australian Government, 2023. Disponível em: <https://minister.industry.gov.au>. Acesso em: 28 maio 2025.

AUSTRALIA. National Reconstruction Fund Corporation. **Annual Investment Update**. Canberra: NRFC, 2023. Disponível em: <https://nrfc.gov.au>. Acesso em: 28 maio 2025.

BAGATTOLLI, C. **Política científica tecnológica no Brasil: mitos e modelos em um país periférico**. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas,

2013. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/910539>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BAYARÇELIK, E. B.; TAŞEL, F. Research and Development: Source of Economic Growth. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 58, p. 744-753, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812045144>. Acesso em: 30 out. 2023.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2016). **Digital Strategy 2025**. Berlin: BMWi.

BRASIL. **Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018**. Institui o Sistema Nacional para a Transformação Digital e estabelece a estrutura de governança para a implantação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/____/Ato2015-2018/2018/Decreto/D9319.htm. Acesso em: 22 ago. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 10.534, de 28 de outubro de 2020**. Institui a Política Nacional de Inovação e dispõe sobre a sua governança. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10534.htm. Acesso em: 08 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI. **Indicadores consolidados de recursos aplicados**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores/paginas/recursos-aplicados/indicadores-consolidados>. Acesso em: 28 maio 2025.

BUFREM, L.; SILVEIRA, M. A.; FREITAS, V. A. F. Política científica e tecnológica no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos de fomento à pesquisa. **P2P & Inovação**, v. 5, n. 1, p. 64–81, 2018. Disponível em: <https://revista.ibict.br/p2p/article/view/4368>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BULCOURF, P.; CARDOZO, N. ¿Por qué comparar políticas públicas?. **Política Comparada**, v. 3, 2008. Disponível em: https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1252898778.politica_comparada_a_0.pdf. Acesso em: 3 ago. 2023.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: Evidências do Brasil. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2003.

CAVALCANTE, P. L. C. Heterogeneity is the rule, not the exception? A tentative typology of National Innovation Systems. **Revista Tempo do Mundo**, n. 28, p. 85-110, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/rtm28art3>. Acesso em: 26 set. 2023.

CAVALCANTE, P. L. C. **Governança da política de inovação no Brasil e nos Estados Unidos**: uma abordagem comparada. Brasília: Ipea, maio, 2023. 49 p. (Texto para Discussão, 2878). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/td2878-port>. Acesso em: 26 set. 2023.

CAVALCANTE, P. L. C. Dirigindo na contramão: expansão e desmonte da política de inovação no Brasil. In: GOMIDE, A. A.; SILVA, M. M. S.; LEOPOLDI, M. A. (org.). **Desmonte e reconfiguração de políticas públicas (2016- 2022)**. Brasília: Ipea, maio, 2023b. Cap. 10.

CAVALCANTE, P. L. C. Innovation Performance and its Determinants: What Does it Take to Succeed?. **INMR - Innovation & Management Review**, v. 21, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rai/article/view/224542>. Acesso em: 16 ago. 2024.

CRESPI, G.; MAFFIOLI, A.; MOHNEN, P.; VÁZQUEZ, G. **Evaluating the Impact of Science, Technology and Innovation Programs: a Methodological Toolkit**. Impact-Evaluation Guidelines, Inter-American Development Bank, novembro, 2011. Disponível em: <https://publications.iadb.org/en/publications/english/viewer/Evaluating-the-Impact-of-Science-Technology-and-Innovation-Programs-a-Methodological-Toolkit.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2024.

CHUNG, S. Korea's national innovation system and science and technology policy. Seul: **Korea Development Institute**. 2009. Disponível em: <https://www.kdi.re.kr/upload/12623/a5-2.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

DE NEGRI, F. **Políticas públicas para ciência e tecnologia no Brasil: cenário e evolução recente**. Brasília: Ipea, outubro, 2021. 20 p. Nota Técnica nº 92 (Diset). Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10879>. Acesso em: 16 jan. 2024.

DE NEGRI, F.; RAUEN, A. T.; SQUEFF, F. S. Política de inovação no Brasil: uma proposta de reorganização dos instrumentos públicos de apoio à inovação tecnológica. In: DE NEGRI, F.; ARAÚJO, B. C. (org.). **Desafios da Nação: artigos do Brasil do Diálogo, propostas do Brasil do Debate**. Brasília: IPEA, 2018. v. 1, cap. 11, p. 259–288. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/180413_desafios_da_nacao_artigos_vol1_cap11.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT – DFG [Fundação Alemã de Pesquisa Científica]. **Press release no. 28, 2024**. 2025. Disponível em: <https://www.dfg.de/en/service/press/press-releases/2024/press-release-no-28>. Acesso em: 28 maio 2025.

DEUTSCHER AKADEMISCHER AUSTAUSCHDIENST – DAAD [Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico]. **Budget and funding bodies**. 2025. Disponível em: <https://www.daad.de/en/the-daad/communication-publications/facts-figures/budget-and-funding-bodies/>. Acesso em: 28 maio 2025.

EDLER, J.; CUNNINGHAM, P.; GÖK, A.; SHAPIRA, P. **Handbook of innovation policy impact**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2016, 608 p.

EDLER, J.; FAGERBERG, J. Innovation policy: what, why, and how. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 2-23, 2017. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/315498355_Innovation_policy_What_why_and_hoh. Acesso em 26 abr. 2024.

EDLER, J.; KUHLMANN, S. Coordination within fragmentation: Governance in knowledge policy in the German federal system. **Science and Public Policy**, v. 35, n. 4, p. 265-276, maio, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250198771_Coordination_within_fragmentation_Governance_in_knowledge_policy_in_the_German_federal_system. Acesso em: 2 jul. 2024.

EDQUIST, C. Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (org.). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, 2005.

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT [Sociedade Fraunhofer]. **About Fraunhofer**. 2025. Disponível em: <https://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer.html>. Acesso em: 28 maio 2025.

GREGORY, R. G. The Australian Innovation System. *In*: NELSON, R. R. (org.). **National Innovation Systems: A comparative analysis**. 1. ed. Londres: Oxford University Press, 1993. p. 324-335.

GODIN, B. The Knowledge-Based Economy: Conceptual Framework or Buzzword? **Journal of Technology Transfer**, v. 31, n. 1, p. 17–30, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/5152799_The_Knowledge-Based_Economy_Conceptual_Framework_or_Buzzword. Acesso em: 30 jun. 2025.

GORDON, J. L. Innovation, inequality and a new global political economy. **Revista de Economia Política**, v. 39, n. 4 (157), p. 571–590, out./dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/m8dwdsQ8JwydVvK7zyt69Ld/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 10 abr. 2025.

HELMHOLTZ ASSOCIATION. **Budget: facts and figures**. 2025. Disponível em: <https://www.helmholtz.de/en/about-us/who-we-are/facts-and-figures/budget/>. Acesso em: 28 maio 2025.

HEMMERT, M. The Korean Innovation System: From Industrial Catch-Up to Technological Leadership? *In*: MAHLICH, J.; PASCHA, W. (org.): **Innovation and Technology in Korea: Challenges of a Newly Advanced Economy**. Heidelberg: Physica, 2007. p. 11-32. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/289004016_The_Korean_Innovation_System_From_Industrial_Catch-Up_to_Technological_Leadership. Acesso em: 2 jul. 2024.

HOWARD, J. **Challenges for Australian research and innovation**. Canberra: Howard Partners, 2020. Disponível em: <https://howardpartners.com.au/wp-content/uploads/2023/01/Challenges-for-Australian-Research-and-Innovation.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

HOWARD, J. **Innovation for the national interest: does Australia need a National Innovation Council?** Acton Institute, 2024. Disponível em: <https://www.actoninstitute.au/post/innovation-for-the-national-interest-does-australia-need-a-national-innovation-council>. Acesso em: 10 abr. 2025.

HOWLETT, M. The Contexts and Components of Policy Design: Governance Modes and Policy Regimes. *In*: HOWLETT, M.; MUKHERJEE, I. (org.). **Routledge Handbook of Policy Design**. 1 ed. Nova York: Routledge, 2018. p. 20-33.

HOWLETT, M.; MUKHERJEE, I. Introduction: The Importance of Policy Design: Effective Processes, Tools and Outcomes. *In*: HOWLETT, M.; MUKHERJEE, I. (org.). **Routledge Handbook of Policy Design**. 1 ed. Nova York: Routledge, 2018. p. 3-19.

HOWLETT, M.; RAYNER, J. Coherence, Congruence and Consistency in Policy Mixes. *In*: HOWLETT, M.; MUKHERJEE, I. (org.). **Routledge Handbook of Policy Design**. 1 ed. Nova York: Routledge, 2018. p. 388-403.

HOWLETT, M.; MUKHERJEE, I.; RAYNER, J. Understanding Policy Designs Over Time: Layering, Stretching, Patching and Packaging. *In*: HOWLETT, M.; MUKHERJEE, I. (org.). **Routledge Handbook of Policy Design**. 1 ed. Nova York: Routledge, 2018. p. 137-146.

KIM, E. S.; BAE, K. J.; BYUN, J. The history and evolution: a big data analysis of the national innovation systems in South Korea. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 1–18, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1266>. Acesso em: 10 abr. 2025.

KUHLMANN, S. Lógicas e evolução de políticas públicas de pesquisa e inovação no contexto da avaliação. *In*: RAUEN, A. T. (org.). **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: IPEA, 2017. p. 37–64. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7969/1/Pol%c3%adticas%20de%20inov a%c3%a7%c3%a3o%20pelo%20lado%20da%20demanda%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

LEWIS, J. M.; MIKOLAJCZAK, G. 2023. Policy on innovation in Australia: Divergence in definitions, problems, and solutions. **Australian Journal of Public Administration**, v. 82, n. 1, p. 26-45. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1467-8500.12575>. Acesso em: 02 jul. 2024.

LUNDVALL, B. A. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter, 1992.

MALDANER, L. F. **O Sistema Nacional de Inovação**: Um estudo comparado Brasil X Coréia do Sul. 2004. 207 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2004. Disponível em:

<https://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/2672/sistema%20nacional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 ago. 2024.

MAMEDE, M.; PEIXOTO SANTA RITA, L.; OLIVEIRA SÁ, E. M.; RADAELLI, V.; PINTO GADELHA, D.; CABRAL SOUSA JUNIOR, C.; UGGIONI, N. Sistema nacional de inovação: uma análise dos sistemas na Alemanha e no Brasil. **NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 6, n. 4, outubro-dezembro, 2016, p. 6- 25. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3504/350454048002.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2024.

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT [Sociedade Max-Planck]. 2025. Disponível em: <https://www.mpg.de/en>. Acesso em: 28 maio 2025.

MAZZUCATO, M. O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. **Establish the 4th Basic Plan for Nurturing and Supporting Scientific Talents (2021-2025)**. Seul: Coreia do Sul, 2021. Disponível em: https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do;jsessionid=T53zutaO5eN-vtjHK2gH9fyHO8DnqnfwcW-a4Kwc.AP_msit_1?sCode=eng&mPid=2&mId=4&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=486. Acesso em: 2 jul. 2024.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. **The Fifth Science and Technology Master Plan (2023-2027) Announced**. Seul: Coreia do Sul, 2022. Disponível em: <https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=762&searchOpt=ALL&searchTxt>. Acesso em: 2 jul. 2024.

NELSON, R. R. (Org.). National Innovation Systems: A Comparative Analysis. Oxford University Press, 1993.

NEVES, C. E. B.; NEVES, F. M. Pesquisa e inovação: novos desafios para a educação superior no Brasil e na Alemanha. **Caderno CRH**, v. 24, n. 63, p. 481–502, set. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccrh/a/gW7WfZcGqG5jmqjTqDnFmgK/#>. Acesso em: 07 ago. 2024.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption**. Paris: OECD Publishing, 2023. 230 p. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2023_0b55736e-en. Acesso em: 27 mai. 2024.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **OECD Agenda for Transformative Science, Technology and Innovation Policies**. Paris: OECD Publishing, 2024. 72 p. Disponível em:

https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-agenda-for-transformative-science-technology-and-innovation-policies_ba2aaf7b-en. Acesso em: 27 mai. 2024.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Main Science and Technology Indicators (MSTI): data explorer**. 2025. Disponível em: [https://data-explorer.oecd.org/vis?lc=en&tm=msti&snb=1&vw=tb&df\[ds\]=dsDisseminateFinalIDMZ&df\[id\]=DSD_MSTI%40DF_MSTI&df\[ag\]=OECD.STI.STP&df\[vs\]=&pd=2019%2C&dq=USA%2BKOR%2BDEU%2BAUS.A.G.PT_B1GQ..&to\[TIME_PERIOD\]=false](https://data-explorer.oecd.org/vis?lc=en&tm=msti&snb=1&vw=tb&df[ds]=dsDisseminateFinalIDMZ&df[id]=DSD_MSTI%40DF_MSTI&df[ag]=OECD.STI.STP&df[vs]=&pd=2019%2C&dq=USA%2BKOR%2BDEU%2BAUS.A.G.PT_B1GQ..&to[TIME_PERIOD]=false). Acesso em: 28 maio 2025.

OLIVEIRA, J. M. Empreendedorismo e transferência tecnológica na academia norte-americana. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 36, p. 7–12, 2015. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3316/1/Radar_n36.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

OTURAKCI, M. Comprehensive analysis of the global innovation index: statistical and strategic approach. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 35, n. 6, p. 676-688, 2023.

PARSONS, W. **Políticas Públicas: una introducción a la teoría y la práctica del análisis de políticas públicas**. 1. ed. Buenos Aires: Miño Dávila, 2007. 607 p.

QUELUZ, G.L.; BRANDÃO, T. **Pensamentos e identidades em Ciência, Tecnologia e Sociedade no Mundo Ibero-Americano**. Curitiba: EDUTFPR, 2018. 452 p. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5103/1/pensamentosidentidades.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2024.

RAUEN, A. T. Encomendas tecnológicas nos Estados Unidos: possibilidades do regulamento federal de aquisições. In: RAUEN, A. T. (org.). **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: IPEA, 2017. p. 161–194. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7969/1/Pol%c3%adticas%20de%20inova%c3%a7%c3%a3o%20pelo%20lado%20da%20demanda%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

RAUEN, A. T. Quem sustenta a inovação na Alemanha? **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 50, p. 7–12, 2017. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7834/1/Radar_n50.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

RESEARCH AUSTRALIA. **Budget 2023 Update for Health and Medical Research and Innovation**. Sydney, 2023. Disponível em: <https://researchaustralia.org>. Acesso em: 28 maio 2025.

RITA, L. P. S.; RADAELLI, V.; DE OLIVEIRA SÁ, E. M.; PINTO GADELHA, D.; CABRAL DE SOUSA JUNIOR, C.; UGGIONI, N.; MAMEDE FAIAD, M. Análise das melhores práticas das instituições de ciência e tecnologia nos sistemas

nacionais de inovação da Espanha, Brasil, México, Coreia do Sul e Alemanha. **NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 7-25, abril-junho, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3504/350454067002.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2024.

ROGGE, K.S. Designing Complex Policy Mixes: Elements, Processes and Characteristics. *In*: HOWLETT, M.; MUKHERJEE, I. (org.). **Routledge Handbook of Policy Design**. 1 ed. Nova York: Routledge, 2018. p. 34-59.

ROGGE, K.S., REICHARDT, K. Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. **Research Policy**, v. 45, n. 8, p. 1620–1635, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733316300506>. Acesso em: 26 set. 2023.

ROOS, G; GUPTA, O. **National Innovation Systems**: Experiences from Finland, Sweden and Australia Compared. Intellectual Capital Services, 2004. 243 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274392117_National_Innovation_Systems_Experiences_from_Finland_Sweden_and_Australia_Compared. Acesso em: 02 jul. 2024.

SCOTT-KEMMIS, D. **Innovation policy in the United States and Australia: towards a comparative analysis**. Sydney: United States Studies Centre, 2018. Disponível em: <https://www.ussc.edu.au/innovation-policy-in-the-united-states-and-australia>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SCHWARTZMAN, S. **Pesquisa universitária e inovação no Brasil**. 1988. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237074074_Pesquisa_universitaria_e_inovacao_no_Brasil. Acesso em: 10 abr. 2025.

THORSTENSEN, V. H.; GULLO, M. F. O Brasil na OCDE: membro pleno ou mero espectador?. **EESP - Textos para Discussão**, n. 479, maio, 2018. 30 p. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/23926>. Acesso em: 3 ago. 2023.

TURCHI, L. M. Financiamento da pesquisa nas universidades norte-americanas. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 36, p. 13–19, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3316>. Acesso em: 10 abr. 2025.

VIOTTI, E. Brasil: De política de C&T para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. **Avaliação de Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação: Diálogo Entre Experiências Internacionais e Brasileiras**, 2008, p. 137-174. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309900195_Brasil_De_politica_de_CT_para_politica_de_inovacao_Evolucao_e_desafios_das_politicas_brasileiras_de_ciencia_tecnologia_e_inovacao. Acesso em 16 mar. 2025.

WENDLER, E. **Política científica e tecnológica nos Estados Unidos: uma abordagem a partir do modelo de Estado desenvolvimentista**. 2013. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/14537>. Acesso em: 10 abr. 2025.

WOUTERS, P.; ANNERSTEDT, J.; LEYDESDORFF, L. **The European Guide to Science, Technology and Innovation Studies**. Luxemburgo: European Commission, 1999. 544 p. Disponível em: <http://bookshop.europa.eu/en/the-european-guide-to-sciencetechnology-and-innovation-studies-pbCGNA18350/>. Acesso em 27 mai. 2024.

YIM, J.; LEE, H. **Korea: aligning science, technology and innovation policies with sustainable development goals**. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377480>. Acesso em: 10 abr. 2025.

YONHAP NEWS AGENCY. 2025. Disponível em: <https://en.yna.co.kr/>. Acesso em: 28 maio 2025.