

Ciência, Tecnologia e Inovação, entraves tecnológicos e investimentos em defesa no Brasil (2010-2024)

Science, Technology, and Innovation, technological barriers and defense investments in Brazil (2010–2024)

Resumo: Em um cenário global de crescentes disputas tecnológicas, este artigo tem o intuito de investigar o papel da Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) como vetor crucial para o *catching up* da defesa brasileira, essencial à autonomia estratégica do país. O objetivo central é analisar como a CTI pode impulsionar a Base Industrial de Defesa (BID) do Brasil, identificando os fatores estruturais e geopolíticos que comprometem a superação da dependência tecnológica. Para tanto, o estudo adota uma abordagem qualitativa e analítica, fundamentada em revisão de literatura e análise de dados secundários de fontes como o Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) e a Estratégia Nacional de Defesa (END). A pesquisa evidencia desafios persistentes que resultam em um descompasso crítico entre as ambições militares do Brasil e a realidade de seus investimentos, impactando significativamente seu *catching up* e a autonomia estratégica.

Palavras-chave: Ciência, Tecnologia e Inovação; *Catching up*; Base Industrial de Defesa; Autonomia estratégica; Descontinuidade orçamentária.

Abstract: In a global scenario marked by escalating technological competition, this article aims to investigate the role of Science, Technology, and Innovation (STI) as a crucial vector for the process of catching up in Brazil's defense sector, essential for the nation's strategic autonomy. The central objective is to analyze how STI can propel the Brazilian Defense Industrial Base (BID), identifying the structural and geopolitical factors that hinder overcoming technological dependence. Employing a qualitative and analytical approach, the study draws on specialized literature and secondary data from official sources such as the Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) and the National Defense Strategy (END). The research highlights persistent challenges that result in a critical mismatch between Brazil's military ambitions and the reality of its investments, significantly impacting its process of catching up and strategic autonomy.

Keywords: Science, Technology, and Innovation; *Catching up*; Defense Industrial Base; Strategic autonomy; Budgetary discontinuity.

Letícia Caroline da Luz¹ 
Escola de Guerra Naval (EGN)
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
leticiaac.daluz@gmail.com

Thauan dos Santos 
Escola de Guerra Naval (EGN).
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
santos.thauan@gmail.com

Recebido: 31 jul. 2025

Aprovado: 09 abr. 2026

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833

<https://colecaomeiramattos.com.br/>



Creative Commons
Attribution Licence

¹ Bolsista do Projeto “Políticas Públicas, Indústria, Dualidade e Defesa Nacional: Evidências para uma agenda de desenvolvimento da Base Industrial de Defesa brasileira”, Edital CAPES nº 36/2023–PRÓ-DEFESA V.

1 INTRODUÇÃO

A crescente disputa por tecnologias críticas no século XXI tornou a Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) um pilar da segurança e defesa nacional. Nesse cenário, a capacidade de um país desenvolver e controlar tecnologias de defesa é um elemento-chave para a soberania e projeção internacional. Para o Brasil, com seu histórico de dependência externa, a CTI aplicada à defesa emerge como um vetor fundamental para fortalecer sua Base Industrial de Defesa (BID) e consolidar um projeto de desenvolvimento soberano.

Este estudo fundamenta-se no referencial teórico do *catching up*¹ tecnológico, que analisa como países em desenvolvimento podem reduzir sua defasagem em relação às potências. No caso brasileiro, políticas públicas específicas, marcos legais e programas estratégicos têm sido mobilizados com o intuito de fomentar uma indústria nascente no setor de defesa, superando os entraves impostos pelo cerceamento tecnológico imposto pelas grandes potências (Moreira, 2024). E, conforme adverte Amaral (2011), a soberania no século XXI transcende a defesa territorial, afirmando-se fundamentalmente no domínio tecnológico, sem o qual uma nação se resigna à condição de periferia estratégica.

Diante desse cenário, este artigo busca responder à seguinte questão: quais são os principais fatores que limitam o *catching up* tecnológico da defesa brasileira e de que maneira a articulação da CTI pode mitigar esses gargalos para ampliar a autonomia estratégica do país? A hipótese central reside na premissa de que a descontinuidade orçamentária no caso brasileiro, somada ao cerceamento tecnológico externo, impede que a BID converta investimentos pontuais em capacidades de inovação perenes.

Embora exista crescente interesse acadêmico no tema, ainda são escassos os estudos que conectam a CTI de defesa no Brasil ao referencial teórico do *catching up* e suas implicações estruturais para a inovação. Esta pesquisa visa preencher essa lacuna, oferecendo uma análise crítica sobre como a CTI pode ser mobilizada como instrumento de autonomia e projeção estratégica, superando abordagens meramente descritivas do setor.

A análise aqui proposta estrutura-se sob a premissa de que a CTI constitui o vetor fundamental para a soberania nacional, conforme preconizado pela Estratégia Nacional de Defesa (END). Contudo, a investigação sugere que o expressivo *gap* de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), quando confrontado com o cenário global, é agravado por uma descontinuidade orçamentária crônica que fragiliza o planejamento de longo prazo.

Esse cenário impacta diretamente o acoplamento entre a BID e o Sistema Nacional de Inovação (SNI), gerando gargalos de absorção tecnológica que desafiam as ambições de projetos estratégicos nacionais. Como consequência, o processo de *catching up* enfrenta obstáculos que retardam a conversão de insumos financeiros em autonomia estratégica real, ponto que será explorado a partir do exame das trajetórias de investimento e de evidências empíricas do setor.

O objetivo geral é, portanto, analisar o papel da CTI como vetor para o *catching up* da BID, examinando as políticas públicas e os investimentos no setor para identificar os principais desafios estruturais e geopolíticos, como a instabilidade orçamentária e o cerceamento tecnológico externo, que afetam seu desenvolvimento. Este estudo busca, assim, diagnosticar a natureza desses desafios e

1 O termo *catching up*, em tradução livre no contexto do setor de defesa, pode ser entendido como “redução da defasagem tecnológica”.

desvendar os principais entraves à superação da dependência tecnológica, sublinhando a necessidade de um compromisso de Estado mais robusto e perene para alinhar ambição e realidade.

A relevância desta pesquisa fundamenta-se em seu alinhamento direto com os objetivos da Coleção Meira Mattos, buscando oferecer uma análise interdisciplinar e estratégica sobre a CTI na defesa brasileira. Ao investigar como a inovação pode ser plenamente mobilizada para a projeção internacional do país, o trabalho pretende contribuir para o debate sobre questões críticas para as Ciências Militares e a segurança nacional no cenário contemporâneo.

Além desta introdução, o artigo está estruturado em quatro seções subsequentes. A segunda seção detalha a metodologia adotada na pesquisa. A terceira constrói o referencial teórico, articulando os conceitos de *catching up*, inovação, economia de defesa e políticas públicas. A quarta seção apresenta a análise dos dados sobre os investimentos em CTI no Brasil e os compara com os de outras nações, discutindo as implicações para o país. Por fim, as considerações finais consolidam as conclusões do estudo, apontam lacunas e propõem recomendações.

2 METODOLOGIA

Para investigar a relação entre *catching up* tecnológico e inovação no setor de defesa, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa de caráter descritivo-analítico, fundamentada em uma revisão da literatura especializada e no levantamento de dados secundários. O recorte temporal abrange o período de 2010 a 2024, considerando um intervalo marcado por picos de gastos militares globais impulsionados por conflitos regionais, pela pandemia de covid-19 e por uma nova corrida armamentista.

Para a análise comparativa dos gastos em defesa, foram utilizados dados do Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). A análise é feita com base em quatro indicadores que refletem, direta ou indiretamente, os investimentos em CTI em defesa: o percentual dos gastos militares em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), a proporção das despesas de defesa no orçamento governamental, o valor absoluto dos gastos (em dólares constantes de 2023) e o investimento *per capita* em defesa.

Reconhece-se que o uso de gastos militares totais (via SIPRI) como proxy² para investimentos em CTI apresenta limitações, uma vez que tais dados agregam também despesas com pessoal e manutenção. Contudo, essa escolha metodológica justifica-se pela persistente falta de transparência e granularidade nos dados orçamentários específicos de P&D militar no Brasil. Para mitigar possíveis distorções, este estudo não se limita à análise de valores absolutos, mas foca na trajetória da série histórica (2010-2024) para identificar padrões de descontinuidade orçamentária.

Embora o uso de indicadores de desempenho qualitativo, como taxas de absorção tecnológica em contratos de compensação (offset), métricas de maturidade *Technology Readiness Level* (TRL) ou a produção de patentes em institutos de excelência, representem uma fronteira ideal para a mensuração da CTI, a opacidade desses dados e o escopo comparativo internacional deste

2 Na análise de políticas públicas e estudos estratégicos, um proxy é um indicador indireto empregado para inferir a tendência ou a magnitude de uma variável de interesse que, por sua natureza, apresenta desafios de mensuração direta. No caso da defesa, dados detalhados sobre investimentos em CTI são frequentemente classificados, não padronizados entre nações ou consolidados em rubricas orçamentárias mais amplas.

artigo justificam a adoção das proxies do SIPRI. Essa escolha metodológica permite observar a descontinuidade orçamentária como o entrave primário que precede e condiciona o sucesso de qualquer métrica de desempenho técnico-científico na BID.

Um país que destina uma parcela maior de seu PIB ou de seu orçamento governamental à defesa tende a ter, consequentemente, um volume maior de recursos disponíveis para alocar em áreas estratégicas dentro desse setor, como a P&D e a inovação tecnológica. Portanto, embora não meçam diretamente o investimento em CTI, esses indicadores são um excelente termômetro da ambição estratégica e da capacidade de fomento de um país em sua indústria de defesa.

Além disso, para garantir a robustez dos achados, realizou-se um teste de consistência comparando o recorte temporal mais recente (2018-2024) com a série histórica expandida (2010-2024). Observou-se que a volatilidade orçamentária e o atraso tecnológico são fenômenos estruturais que persistem no contexto brasileiro independentemente do intervalo analisado, validando a continuidade das tendências apontadas. Adicionalmente, a análise mostrou-se resiliente à aplicação de diferentes deflatores, confirmando que a estagnação da CTI de defesa no Brasil reflete uma trajetória real de subpriorização estratégica, e não apenas um efeito inflacionário ou conjuntural de curto prazo.

A amostragem de países, por sua vez, foi definida para incluir diferentes perfis de defesa: potências consolidadas (Estados Unidos, China, França, Reino Unido e Rússia), potências emergentes (Índia e Turquia) e nações com ecossistemas de inovação avançados ou em rápido desenvolvimento (Israel, Coreia do Sul, Suécia, e Ucrânia), além do Brasil. Essa seleção permite contextualizar os desafios do caso brasileiro em um cenário competitivo e diversificado.

Diretrizes como a Estratégia Nacional de Defesa (END) servem como referência para as ambições estratégicas do país. Reconhece-se que, devido à natureza sensível do setor, a pesquisa concentra-se na articulação entre teoria e fontes públicas disponíveis, dada a limitação de acesso a dados primários. Com a estrutura metodológica definida, a seção a seguir apresentará o referencial teórico, articulando os conceitos de *catching up*, sistemas de inovação, economia de defesa e políticas públicas, que são fundamentais para compreender a dinâmica do desenvolvimento tecnológico em defesa no contexto brasileiro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para analisar a dinâmica do desenvolvimento tecnológico no setor de defesa brasileiro, esta seção constrói o arcabouço teórico que fundamenta o artigo. A análise parte do conceito de *catching up* tecnológico, que descreve os esforços de países para reduzir a defasagem em relação às grandes potências, e aprofunda-se no papel da inovação como seu motor essencial. Em seguida, o referencial delimita o campo de estudo ao examinar as particularidades da Economia de Defesa e da Base Industrial de Defesa. Por fim, as políticas públicas são analisadas como os instrumentos concretos utilizados pelo Estado para alcançar os objetivos estratégicos de autonomia no setor.

3.1 O *catching up* tecnológico

O *catching up* tecnológico é o processo pelo qual países em desenvolvimento buscam reduzir sua defasagem em relação às economias centrais, fortalecendo sua capacidade de inovação

e sua inserção internacional. Contrariando a visão de que o desenvolvimento ocorre naturalmente pela abertura de mercados, esse não é um processo espontâneo no setor de defesa, mas dependente da atuação deliberada do Estado por meio de políticas industriais e investimentos consistentes em Ciência, Tecnologia e Inovação (Chang, 2004; Mazzucato, 2014).

Contudo, essa visão da proeminência estatal não é um consenso. Uma linha crítica adverte para as armadilhas (*pitfalls*) de uma intervenção mal planejada, que pode levar à captura por interesses privados ou a fracassos custosos (Wennberg; Sandström, 2022). Outros autores, como McCloskey e Mingardi (2020), vão além, argumentando que o próprio conceito do “Estado Empreendedor” é um “mito” que subestima o papel fundamental do mercado e dos empreendedores privados na inovação, atribuindo ao Estado um protagonismo que ele historicamente não tem. Apesar desse debate, a trajetória de nações hoje líderes, que em momentos decisivos protegeram suas indústrias nascentes e subsidiaram a inovação, reforça a relevância da ação estatal no processo de desenvolvimento industrial (Freeman, 1987).

Essa relevância converte-se, no cenário contemporâneo, em um vetor de poder no sistema internacional. A capacidade de projetar poder e influência no cenário internacional não depende apenas de força militar convencional, mas também do domínio de tecnologias críticas e da capacidade de inovação. Como argumentam Mayer, Carpes e Knoblich (2014), a política global é cada vez mais moldada pela “tecnopolítica”, em que a liderança em ciência e tecnologia se traduz diretamente em influência e autonomia no sistema internacional.

A CTI, quando aplicada ao setor de defesa, pode funcionar como um vetor estratégico, permitindo que países em desenvolvimento ampliem sua presença em mercados internacionais, participem de regimes multilaterais de segurança e estabeleçam parcerias tecnológicas em condições mais simétricas, como é o caso do Brasil em sua busca por desenvolvimento e autonomia tecnológica.

Nesse contexto, a inovação não é um mero subproduto do crescimento, mas uma condição essencial para superar a dependência tecnológica externa. Um *catching up* bem-sucedido exige, para além do acúmulo de capital, o fortalecimento de capacidades tecnológicas e institucionais (Fagerberg, 2005).

Para o Brasil, o desafio é intensificado por uma trajetória marcada pela descontinuidade de projetos estratégicos, instabilidade nos investimentos públicos e forte dependência externa. O país também enfrenta obstáculos estruturais e a vulnerabilidade a mecanismos de cerceamento tecnológico impostos por potências estrangeiras, o que compromete a construção de uma base tecnológica sólida no setor de defesa (Longo; Moreira, 2010).

Diante desses fatores, a formulação de uma estratégia nacional que articule o setor produtivo, o sistema de defesa, as universidades e os centros de pesquisa torna-se uma necessidade urgente. Assim, o *catching up* tecnológico transcende a meta puramente econômica para configurar-se como um projeto político indispensável à soberania e à projeção estratégica do país no cenário de defesa. A seção a seguir analisa o papel da inovação no desenvolvimento das capacidades de defesa.

3.2 Inovação em defesa

A inovação, conforme a teoria de Schumpeter (1985), é o motor do desenvolvimento econômico. Seu conceito de “destruição criativa” descreve como novas combinações produtivas

rompem com estruturas obsoletas, impulsionando o avanço. No setor de defesa, essa lógica se traduz na necessidade contínua de modernização tecnológica para garantir a soberania e a superioridade estratégica.

Para as Forças Armadas brasileiras, a inovação em CTI é essencial para o desenvolvimento de capacidades operacionais avançadas, tais como sistemas de comando e controle integrados, tecnologias de inteligência e vigilância de ponta, plataformas autônomas e a incorporação de ciberdefesa robusta. Sem investimentos consistentes e um fluxo contínuo de P&D, o país corre o risco de não apenas perpetuar sua dependência tecnológica, mas também de comprometer a prontidão e a efetividade de suas Forças em um cenário global de ameaças em constante evolução.

Contudo, em países de industrialização tardia como o Brasil, a inovação não é um processo espontâneo. A atuação do Estado como agente promotor torna-se central, realizada por meio de políticas industriais e financiamento à pesquisa. Essa perspectiva é reforçada pela noção de um Sistema Nacional de Inovação (SNI) coeso, no qual governo, empresas e universidades atuam de forma articulada (Freeman, 1987). O modelo da Hélice Tríplice aprofunda essa visão, propondo uma interação dinâmica entre esses três atores como base para a geração e difusão do conhecimento (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

De fato, o avanço do *catching up* tecnológico está, atualmente, intrinsecamente ligado à capacidade de uma nação de dominar e integrar tecnologias disruptivas. Isso inclui, mas não se limita a, áreas como inteligência artificial (IA) para decisão e otimização, computação quântica para criptografia e simulação avançada, sistemas autônomos para vigilância e combate, cibersegurança e o desenvolvimento de capacidades hipersônicas.

Essas inovações não apenas redefinem o campo de batalha e as estratégias militares, mas também impulsionam a transformação da BID, exigindo um ambiente propício à pesquisa e ao desenvolvimento de ponta. Enquanto países líderes investem pesadamente nessas fronteiras tecnológicas, a capacidade do Brasil de acompanhar e absorver tais avanços é imprescindível para sua projeção e autonomia estratégica no futuro.

O ecossistema de defesa dos Estados Unidos é um exemplo paradigmático dessa sinergia. Estudos como o de Libaers (2009) demonstram como o financiamento do Departamento de Defesa (DoD) a pesquisadores acadêmicos historicamente fomentou densas redes de colaboração entre as universidades e a indústria, acelerando a transferência de tecnologia e o desenvolvimento de inovações disruptivas.

Apesar de iniciativas existentes, a articulação no sistema de inovação brasileiro ainda é frágil, marcada por descontinuidades de projetos estratégicos e baixa coordenação, sem a existência de uma centralização para governança. Essa fragilidade é amplificada pelo fato de que a ciência e a tecnologia não são neutras, mas sim arenas de poder e disputa na política global. Para Mayer, Carpes e Knoblich (2014), a tecnologia é um elemento central nas relações internacionais, funcionando tanto como fonte de poder para os Estados quanto como um campo de competição geopolítica. É nesse contexto de disputa que a inovação em defesa é agravada por um obstáculo geopolítico central, o cerceamento tecnológico.

A definição do conceito por Moreira (2013, 2024) é de que o cerceamento se refere a ações políticas e comerciais que visam restringir o acesso de países em desenvolvimento a tecnologias estratégicas. Marzinotto Junior (2025) interpreta o cerceamento como uma ferramenta

geoeconômica para preservar a liderança tecnológica, enquanto Babić, Dixon e Liu (2022) destacam seu uso como instrumento de influência no sistema internacional.

O Brasil tem sido alvo histórico de tais restrições. Um exemplo emblemático foi a aplicação de sanções dos Estados Unidos contra a indústria de informática brasileira, revelando como ordenamentos jurídicos de potências podem ser mobilizados para justificar práticas de cerceamento, mesmo em detrimento de acordos internacionais (Marzinotto Junior, 2025; Silva; Nascimento, 2018).

Diante desse cenário, a construção de autonomia em CTI torna-se uma condição de soberania. Compreender os princípios da inovação e as dinâmicas de contenção tecnológica é, portanto, fundamental para analisar como esses fatores se materializam em setores estratégicos como o de defesa. Para isso, a análise a seguir se volta para a Economia de Defesa como categoria central e para o papel da BID no Brasil.

3.3 A Economia de Defesa e a BID brasileira

A Economia de Defesa é o campo interdisciplinar que analisa o papel estratégico da indústria de defesa no desenvolvimento de um país. Longe de ser apenas um gasto orçamentário, a defesa atua como um vetor de inovação, geração de empregos qualificados e fortalecimento da soberania (Santos, 2018). Esse campo apresenta dinâmicas próprias de financiamento e inserção internacional, exigindo políticas públicas direcionadas.

Nesse contexto, a BID brasileira é um pilar econômico relevante. Composta por mais de 1.100 empresas, ela responde por uma parcela significativa do PIB industrial e da geração de empregos (Brasil, 2023). A BID opera em um mercado com forte presença estatal e estrutura monopsônica, ou seja, com o Estado como principal comprador (Santos, 2018), o que torna o poder público o ator central responsável por articular as políticas e os investimentos necessários para o desenvolvimento de tecnologias autônomas e a garantia da soberania nacional.

A natureza dual de suas tecnologias, com aplicações civis e militares, confere à BID ainda um alto potencial de transbordamento tecnológico (*spillovers*) para outros setores (Leske; Santos, 2020). Apesar desse potencial, o desenvolvimento da BID brasileira é historicamente marcado por desafios persistentes, como a descontinuidade de políticas, as restrições orçamentárias e a profunda dependência tecnológica externa (Leske; Cassiolato, 2013; Marques, 2024).

O conceito de *catching up* (Chang, 2004) oferece a lente teórica ideal para analisar essa dualidade. A teoria sugere que países em desenvolvimento podem reduzir sua defasagem tecnológica por meio de políticas industriais ativas e investimentos estratégicos. No caso brasileiro, embora as empresas da BID demonstrem um perfil inovador acima da média nacional, elas enfrentam uma limitação crítica, como a escassez de apoio governamental contínuo, quando comparadas a concorrentes internacionais, o que compromete sua competitividade global (Marques, 2024).

Esse problema é agravado pela inserção internacional ainda restrita da BID, que se concentra em nichos e mercados tradicionais. Essa limitação reduz as oportunidades de aprendizado tecnológico e dificulta o ganho de escala, fatores essenciais para o sucesso no *catching up* (Leske, Santos, 2020). Portanto, para que a BID realize seu potencial estratégico, é fundamental superar a lacuna entre a sua capacidade de inovação e a ausência de um ecossistema de apoio robusto e internacionalizado.

Tais desafios podem ser analisados à luz da teoria da vantagem competitiva de Porter (1990). Segundo o autor, a competitividade de uma indústria nacional não deriva apenas de fatores isolados, mas de um sistema dinâmico de determinantes conhecido como “Diamante”, que inclui as condições de demanda, a qualidade dos fatores de produção, a presença de indústrias correlatas e de apoio, e a estratégia e rivalidade entre as empresas.

No caso da BID brasileira, a análise sob essa ótica revela fragilidades claras: a demanda é instável e dependente do Estado, faltam indústrias de apoio em componentes críticos e a baixa competitividade internacional limita a rivalidade que impulsionaria a inovação. Diante da relevância estratégica da BID, é fundamental reconhecer o papel central do Estado como indutor da inovação tecnológica no setor de defesa.

Embora o potencial de transbordamentos tecnológicos (*spillovers*) para o setor civil seja significativo, a busca ativa pela diversificação de mercados da BID como estratégia para mitigar a dependência do orçamento de defesa ainda é limitada na maior parte do setor. Isso se reflete no baixo volume de investimento privado em P&D, condicionando o avanço tecnológico quase inteiramente à capacidade e à regularidade do financiamento público.

A experiência de países como Coreia do Sul e Turquia mostra que o investimento em inovação em defesa pode gerar efeitos positivos sobre a imagem internacional, a balança comercial e a capacidade de dissuasão estratégica (SIPRI, [202-]). Para o Brasil, isso exige uma visão integrada de desenvolvimento, inovação e soberania, na qual a CTI seja compreendida como ativo geopolítico, e não apenas como insumo técnico.

A seção a seguir analisa como o Estado brasileiro tem se mobilizado para fomentar a CTI em defesa com um conjunto de políticas públicas, marcos legais e programas que constituem a resposta do Brasil a esses desafios.

3.4 Políticas públicas e CTI

Para superar as suas limitações estruturais e a dependência tecnológica externa, o Brasil tem buscado desenvolver a inovação em defesa como um eixo estratégico, e essa abordagem trata a CTI como um projeto de Estado, que demanda ação deliberada e investimentos consistentes (Amaral, 2011).

A criação de um ambiente institucional favorável à inovação com marcos legais, incentivos fiscais e estratégias de longo prazo é essencial para fortalecer a CTI e, conseqüentemente, a BID e ampliar sua competitividade, principalmente em um cenário internacional marcado por assimetrias tecnológicas.

A política tecnológica brasileira tem avançado nesse sentido por meio de instrumentos como a END (Brasil, 2020), a Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012 (Brasil, 2012), que institui o Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa (RETID), incentivando o desenvolvimento de tecnologias críticas, e a Portaria GM-MD nº 1.704, de 14 de abril de 2025 (Brasil, 2025b), que moderniza a governança do setor.

Outros arcabouços legais importantes incluem o Marco Legal de CTI; a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 (Brasil, 2016), que trouxe novidades como a modalidade de encomenda tecnológica, permitindo a contratação direta de ICTs para resolver problemas com risco tecnológico; a Emenda

Constitucional nº 85 (Brasil, 2015), que amplia a articulação entre governo, empresas e instituições científicas; e a Política Nacional de Inovação (PNI), instituída pelo Decreto nº 10.534, de 28 de outubro de 2020 (Brasil, 2020), que busca uniformizar e integrar as ações de fomento em todo o país.

O fortalecimento do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e programas como o Nova Indústria Brasil (NIB) também reforçam essa agenda ao direcionarem recursos para tecnologias sensíveis. Essas iniciativas refletem uma tentativa de alinhar a política tecnológica nacional à lógica do *catching up* ao combinarem proteção estratégica a indústrias de defesa, investimento público e coordenação institucional.

No entanto, como alertam Nelson e Rosenberg (1993), o sucesso de políticas de inovação não depende apenas da existência de instrumentos legais e financeiros, mas da qualidade das instituições, da capacidade de aprendizado organizacional e da articulação efetiva entre os atores do sistema de inovação.

No caso brasileiro, a fragmentação institucional e a descontinuidade das políticas públicas ainda representam obstáculos significativos à consolidação de um ecossistema de inovação robusto e sustentável. Esses problemas são exemplos das “armadilhas” (*pitfalls*) que Wennberg e Sandström (2022) associam a um “Estado Empreendedor” mal executado, em que a ausência de uma política de inovação crível e com boa governança pode levar ao fracasso, independentemente da robustez do arcabouço legal existente.

A efetividade das políticas públicas e os investimentos perenes em defesa podem ser apontados como um obstáculo central, manifestando-se de forma mais contundente na alocação de recursos. A análise dos dados de investimento em CTI e P&D em defesa, portanto, oferece a evidência empírica para diagnosticar a profundidade desse descompasso crônico no caso brasileiro.

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

Com base no arcabouço teórico que articula *catching up*, inovação e os desafios da economia de defesa, esta seção analisa os dados de investimentos em defesa para avaliar o posicionamento do Brasil em relação a seus pares e parceiros estratégicos. Os indicadores do SIPRI, utilizados como proxy da prioridade estratégica nacional, servirão de evidência empírica para diagnosticar o descompasso entre a ambição de autonomia do país e a sua realidade orçamentária, um desafio central para o *catching up* tecnológico.

4.1 Investimentos em CTI

Para contextualizar o esforço brasileiro em inovação e a sua capacidade de alcançar o *catching up* tecnológico, a Tabela 1 apresenta a porcentagem dos dispêndios totais em P&D em relação ao PIB. Embora esses dados reflitam o investimento nacional agregado, servem como uma proxy relevante para a base de recursos passíveis de mobilização para a defesa, constituindo uma mensuração indireta, porém necessária ante a natureza classificada de projetos militares e da capacidade de CTI do setor.

Os dados foram consolidados pelos autores a partir de indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (Brasil, 2025a), que integra dados nacionais aos indicadores globais da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2025), e estatísticas governamentais da Índia (2023), permitindo uma triangulação robusta entre o cenário brasileiro e os principais *players* tecnológicos mundiais.

Tabela 1 – Dispendios nacionais em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em relação ao produto interno bruto (PIB) de países selecionados, 2010-2023

País	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Brasil	1,16	1,14	1,13	1,20	1,27	1,28	1,20	1,12	1,15	1,15	1,22	1,13	1,19	1,19
China	1,68	1,75	1,88	1,96	1,98	2,02	2,06	2,08	2,10	2,20	2,36	2,38	2,49	2,58
Coreia do Sul	3,18	3,44	3,69	3,77	3,89	3,79	3,79	4,07	4,27	4,36	4,52	4,60	4,85	4,96
Estados Unidos	2,71	2,74	2,67	2,70	2,71	2,77	2,84	2,88	2,99	3,14	3,42	3,47	3,49	3,45
França	2,18	2,19	2,23	2,23	2,27	2,22	2,22	2,20	2,20	2,20	2,27	2,21	2,22	2,19
Índia	0,77	0,76	0,74	0,71	0,70	0,69	0,67	0,67	0,66	0,66	0,64	-	-	-
Israel	3,84	3,92	4,06	4,11	4,20	4,30	4,59	4,74	4,92	5,36	5,83	5,76	6,18	6,35
Japão	3,10	3,21	3,17	3,28	3,37	3,24	3,11	3,17	3,22	3,22	3,27	3,27	3,40	3,44
Reino Unido	1,64	1,65	1,58	1,62	2,26	2,28	2,32	2,33	2,71	2,67	2,94	2,90	2,80	-
Rússia	1,05	1,02	1,03	1,03	1,07	1,10	1,10	1,11	0,99	1,04	1,10	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (Brasil, 2025a), da OECD (2025) e de Research and Development Statistics India (2023).

Nota: Os dados da Índia, do Reino Unido e da Rússia para o triênio 2021-2023 não constam nas fontes originais supracitadas, tendo sido mantida a omissão para preservar a fidedignidade da série histórica oficial.

A análise dos dados atualizados até 2023 revela que o dispêndio em CTI no Brasil permanece estagnado, oscilando no patamar de 1,1% a 1,2% do PIB. Esse índice sinaliza uma prioridade estratégica substancialmente inferior à de potências consolidadas que ampliaram seus investimentos no período recente, como Estados Unidos (3,59%), além da Coreia do Sul (5,21%) e de Israel (6,02%), nações com ecossistemas de inovação avançados. Mesmo em comparação a nações emergentes, o descompasso é evidente frente ao crescimento sustentado da China, que atingiu 2,64% em 2023.

A lacuna de informações referentes a Índia, Reino Unido e Rússia entre 2021 e 2023 decorre de omissões na própria base de dados original do MCTI. A fonte primária não fornece justificativa para a interrupção dessas séries históricas, impossibilitando a análise direta desses recortes específicos. Essa subpriorização nacional atua como um limitador estrutural para o *catching up* da BID, especialmente quando contrastada com a rigidez do orçamento de defesa brasileiro, cuja predominância de despesas obrigatórias restringe a capacidade de inovação e a autonomia tecnológica do país.

Dessa forma, a dependência de recursos discricionários torna o setor de defesa particularmente vulnerável, pois, em cenários de restrição fiscal, os cortes atingem prioritariamente a

inovação e os programas estratégicos. Além da restrição financeira direta, a baixa performance em CTI compromete a formação de um *pool* de pesquisadores qualificados e o desenvolvimento de tecnologias de uso dual (*dual-use*), fundamentais para a soberania tecnológica. Assim, a fragilidade do investimento nacional reflete-se na insuficiência de capacidades para superar a dependência externa, evidenciando a necessidade de uma política de CTI coesa e com foco estratégico.

A interpretação dos dados apresentados revela que o atraso de investimentos não é apenas uma questão orçamentária, mas também um sintoma das fragilidades do SNI de defesa. Sob a ótica da Economia de Defesa, a persistente descontinuidade dos aportes impede a formação de economias de escala e de aprendizado, elementos vitais para o processo de *catching up*. Como o referencial teórico indica, a inovação tecnológica no setor exige uma previsibilidade que o cenário brasileiro ainda não oferece, resultando em um baixo acoplamento entre a base científica e a capacidade produtiva da BID.

Assim, os indicadores de estagnação observados entre 2010 e 2024 confirmam que, sem uma coordenação sistêmica e fluxos financeiros perenes, o esforço brasileiro permanece em um estágio de “seguidor tecnológico”, ainda não possuindo capacidades de converter insumos isolados em autonomia estratégica real. Seguindo essa análise, a Tabela 2 consolida os recentes investimentos estratégicos em CTI de defesa, detalhando a execução orçamentária e as subvenções econômicas. Os dados foram compilados a partir de fontes oficiais do governo.

Tabela 2 – Investimentos em CTI para o setor de defesa no Brasil

Área	Ano	Valor (R\$)	Fonte	Observações
CTI (FNDCT)	2024	12,7 bilhões	MCTI (2024)	Dotação total autorizada
BID (Nova Indústria Brasil)	2024-2026	112,9 bilhões	Governo Federal (2024)	R\$ 79,8 bi públicos + R\$ 33,1 bi privados. Valor global da missão de Defesa
BID (PAC Defesa)	2024-2026	31,4 bilhões	PAC 2023-2026	Projetos estratégicos como Gripen, KC-390, PROSUB
BID (Finep/FNDCT – subvenção econômica)	2026	300 milhões	Finep/MCTI (2026)	projetos de inovação em empresas da BID

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados oficiais (Brasil, [202-], 2024, 2025; Brasil, 2026).

Os dados indicam um esforço coordenado do Estado para fortalecer a BID, validando a hipótese de que a CTI é o vetor central para a autonomia. Para que essa mobilização se traduza em um avanço efetivo no *catching up*, ela deve ser acompanhada pela modernização dos processos de aquisição, como a “obtenção evolucionária” (Oliveira; Urbina; Abdala, 2024), que busca mitigar os riscos da descontinuidade orçamentária. Embora essa articulação crie as condições para um SNI robusto (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Freeman, 1987), a suficiência desse esforço só pode ser aferida em perspectiva global, tornando a comparação internacional um passo indispensável para dimensionar os reais desafios da soberania tecnológica brasileira.

A análise da BID brasileira revela um setor de alta competência em nichos específicos, mas que enfrenta limitações estruturais severas. Embora conte com capacidades tecnológicas consolidadas em segmentos como o aeronáutico e o de monitoramento, a indústria sofre com uma baixa escala produtiva e uma dependência crítica de componentes importados de alto valor agregado. Os dados de investimento em CTI (Tabela 2) evidenciam que, sem uma continuidade orçamentária, a BID não consegue sustentar ciclos de inovação longos o suficiente para garantir uma inserção internacional competitiva. Esse cenário cria um paradoxo: o país detém o *know-how* para desenvolver plataformas complexas, mas a volatilidade financeira impede que esses projetos se traduzam em produtos de exportação recorrentes, mantendo a indústria em um estado de vulnerabilidade externa e dificultando o *catching up* tecnológico diante dos *players* globais.

4.2 Análise comparativa dos gastos militares

Para dimensionar os desafios brasileiros no processo de alcançar o *catching up* tecnológico em um cenário global de defesa extremamente competitivo, esta seção analisa comparativamente os gastos militares de diferentes nações. Os quatro indicadores do SIPRI, apresentados nas Tabelas 3 e 4, são utilizados como uma proxy para a prioridade estratégica e a capacidade de investimento em inovação de cada país.

É fundamental salientar que, embora esses dados de gastos militares reflitam o nível de prioridade estratégica e o volume de recursos potencialmente disponíveis, a alocação específica para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) dentro desses orçamentos militares nem sempre é discriminada publicamente. Assim, os indicadores do SIPRI, ao serem empregados como proxies, fornecem uma estimativa da capacidade de fomento à inovação, e não uma medida exata do investimento direto em CTI de defesa, o que demanda uma interpretação cuidadosa.

O recorte temporal de 2010 a 2024 é particularmente relevante, pois abrange a transição de um cenário de globalização cooperativa para uma competição acirrada, em que a soberania tecnológica se tornou um pilar indispensável da segurança nacional, intensificando a necessidade de CTI em defesa. Inicia-se com a desestabilização da ordem pós-Guerra Fria (Primavera Árabe e Guerra da Crimeia) e culmina em uma clara competição multipolar, marcada pela rivalidade tecnológica, uma disputa direta entre Estados Unidos e China e um grande conflito convencional na Europa, Rússia e Ucrânia.

Para uma análise sobre defesa, tecnologia e autonomia estratégica, esse recorte é ideal, pois captura a passagem de um mundo que ainda acreditava no multilateralismo e na cooperação para um cenário de competição acirrada, em que a soberania tecnológica se tornou um pilar indispensável da segurança nacional.

Na análise do indicador sobre os gastos militares como percentual do PIB, observa-se que o Brasil apresenta uma tendência de queda contínua, com valores abaixo de 1,5% do PIB, chegando a 0,97% em 2024. Essa diminuição sinaliza uma menor priorização estratégica da defesa, o que reduz diretamente o volume de recursos para P&D e inovação no setor, dificultando seu potencial de *catching up* em comparação com países como Israel (acima de 4%, e 8,78% em 2024), Rússia (em forte alta para 7,05% em 2024) e Estados Unidos (acima de 3,4%). Mesmo a China, embora com percentual moderado de 1,71% em 2024, destaca-se pelo volume absoluto de investimentos, impulsionado por sua grande base econômica, permitindo um fomento massivo à CTI.

Tabela 3 – Indicadores percentuais de gastos militares nos países selecionados, 2010-2024

País	Porcentagem do produto interno bruto (PIB) em gastos militares				Porcentagem das despesas governamentais em gastos militares			
	2010	2015	2020	2024	2010	2015	2020	2024
Brasil	1,54%	1,37%	1,33%	0,97%	3,90%	2,96%	2,87%	2,10%
Estados Unidos	4,90%	3,46%	3,65%	3,42%	12,33%	9,89%	8,18%	9,11%
Rússia	3,59%	4,87%	4,14%	7,05%	10,12%	13,81%	10,59%	18,90%
China	1,73%	1,78%	1,76%	1,71%	6,97%	5,60%	4,90%	5,06%
Japão	0,95%	0,95%	1,02%	1,37%	2,51%	2,54%	2,28%	3,25%
Coreia do Sul	2,36%	2,38%	2,64%	2,56%	13,22%	12,64%	11,17%	11,32%
Reino Unido	2,57%	2,05%	2,16%	2,28%	5,75%	5,07%	4,33%	5,25%
Índia	2,89%	2,46%	2,80%	2,27%	9,86%	8,83%	8,76%	7,63%
Israel	5,79%	5,42%	5,28%	8,78%	14,60%	14,46%	11,83%	19,99%
França	1,97%	1,87%	2,02%	2,05%	3,41%	3,25%	3,28%	3,59%
Suécia	1,19%	1,07%	1,15%	2,00%	2,40%	2,20%	2,24%	4,12%
Turquia	2,27%	1,81%	2,20%	1,92%	-	-	-	-
Ucrânia	2,74%	3,85%	4,40%	34,48%	5,58%	8,94%	9,58%	54,01%

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do SIPRI ([202-]).

Nota: Os dados referentes à Turquia não foram incluídos na série histórica devido à omissão ou indisponibilidade de indicadores granulares na base de dados original do SIPRI para o período recortado, tendo sido mantida a lacuna para preservar a integridade metodológica da fonte primária.

A exploração analítica desses dados permite inferir também que a robustez do *catching up* em países como a China e a Suécia não decorre apenas do volume financeiro, mas da previsibilidade do fluxo orçamentário. Enquanto esses países apresentam uma correlação direta entre o aumento do PIB e o incremento em defesa, o Brasil exibe um descolamento, em que o crescimento econômico não se traduz automaticamente em fortalecimento da BID. Essa assimetria evidencia que o entrave brasileiro é menos sobre a disponibilidade teórica de recursos e mais sobre a priorização estratégica da CTI como ativo de poder nacional.

Em seguida, comparando os gastos militares com o percentual das despesas governamentais, o Brasil reforça a percepção de baixa prioridade orçamentária, reduzindo esse percentual de cerca de 3,9% em 2010 para pouco mais de 2% em 2024. Essa diminuição na fatia do orçamento público dedicada à defesa significa menos capacidade de investimentos discricionários em CTI, impactando a continuidade de projetos estratégicos e o desenvolvimento de novas tecnologias. Em contraste, países como Israel e Rússia destinam mais de 10% de seus orçamentos à defesa, indicando um compromisso orçamentário que favorece diretamente o fomento à inovação em defesa.

Quanto à análise em termos absolutos em dólares americanos, os gastos militares do Brasil mantêm-se estáveis entre US\$ 21 bilhões e US\$ 25 bilhões, o que o posiciona atrás de países como Coreia do Sul e Turquia, e muito distante das potências como Estados Unidos (mais de US\$ 900 bilhões), China (mais de US\$ 300 bilhões) e Índia (mais de US\$ 80 bilhões).

Tabela 4 – Indicadores de gastos militares em dólares nos países selecionados, 2010-2024

País	Gastos militares por país em 2023, expressos em milhões de dólares (US\$)				Gastos militares <i>per capita</i> por país em dólares (US\$)			
	2010	2015	2020	2024	2010	2015	2020	2024
Brasil	25.616	25.335	25.022	21.693	176,26	122,54	94,13	99,01
Estados Unidos	1.031.257	814.831	916.417	968.382	2.384,30	1.952,48	2.295,20	2.895,11
Rússia	50.269	75.301	67.316	150.534	407,99	457,82	421,09	1.025,90
China	133.607	199.175	259.923	317.561	78,33	141,15	180,98	220,74
Japão	38.103	39.074	41.322	58.399	426,32	330,61	406,06	445,50
Coreia do Sul	32.230	37.270	46.498	48.473	579,19	720,28	889,84	919,47
Reino Unido	73.354	62.693	66.723	77.390	1.019,64	921,20	866,98	1.186,30
Índia	55.353	58.879	77.444	83.623	37,33	38,85	52,25	59,63
Israel	16.703	19.294	22.473	45.267	1.908,82	2.063,84	2.499,03	4.988,77
França	52.655	52.239	56.796	63.135	822,67	704,09	811,69	972,62
Suécia	5.319	5.499	6.519	11.719	630,12	552,62	607,21	1.137,92
Turquia	9.493	10.442	15.070	21.884	...	...	...	...
Ucrânia	3.452	4.945	7.436	66.784	80,14	76,36	152,53	1.728,19

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados do SIPRI ([202-]).

Nota: Os dados referentes à Turquia não foram incluídos na série histórica devido à omissão ou indisponibilidade de indicadores granulares na base de dados original do SIPRI para o período recortado, tendo sido mantida a lacuna para preservar a integridade metodológica da fonte primária.

Embora o volume possa parecer significativo, em um cenário de crescentes disputas tecnológicas e intensificação da corrida armamentista global, esses números modestos limitam a capacidade do Brasil de financiar projetos de CTI de grande escala e longo prazo. Tais números são corroborados por outras fontes de referência, como o relatório *The Military Balance 2025*, do Instituto Internacional de Estudos Estratégicos (IISS, 2025), que também aponta um investimento brasileiro em defesa modesto, sobretudo quando comparado às ambições de projeção do país.

Por fim, a análise dos gastos militares *per capita* do SIPRI oferece uma perspectiva clara sobre as prioridades orçamentárias e o comprometimento individual da nação com a CTI de defesa. Em 2024, por exemplo, enquanto nações com ambições tecnológicas e geopolíticas elevadas como Israel (US\$ 2.780), Estados Unidos (US\$ 2.322) e Reino Unido (US\$ 927) demonstram um elevado esforço *per capita* em defesa, o Brasil apresenta valores significativamente mais baixos (US\$ 99). Esse baixo investimento *per capita* reforça a percepção de que a defesa, e por extensão o fomento à sua CTI, ainda ocupa um espaço marginal no orçamento público brasileiro, o que compromete a capacidade da BID de desenvolver e adquirir tecnologias avançadas para o *catching up*.

Em suma, seja como porcentagem do PIB, das despesas governamentais ou em valores absolutos e *per capita*, os dados do SIPRI consistentemente posicionam o Brasil atrás de seus pares estratégicos e parceiros tecnológicos. Isso evidencia uma lacuna crítica entre a ambição estratégica de autonomia e projeção internacional do país, delineada em documentos como a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END), e a realidade de seu investimento em defesa, o que representa um desafio central e persistente para o *catching up* tecnológico da defesa brasileira.

4.3 Estudos de caso e evidências empíricas

A análise comparativa dos investimentos expõe uma assimetria crítica entre a retração orçamentária brasileira e o fomento consistente de parceiros como França e Suécia, o que ameaça a capacidade de absorção tecnológica nacional. O programa Gripen e o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), por exemplo, oferecem evidências empíricas sobre esse esforço de *catching up* sob a ótica de quatro dimensões:

- **Inputs (Recursos):** Enquanto o aporte financeiro viabilizou a aquisição de plataformas de ponta, a volatilidade orçamentária brasileira fragiliza o custeio de longo prazo necessário para a pesquisa incremental.
- **Processos (Governança):** No caso do Gripen, o processo de Transferência de Tecnologia (ToT) permitiu a integração de sistemas por engenheiros brasileiros em rede colaborativa; já no PROSUB, a governança focou na internalização de processos construtivos de alta complexidade.
- **Outputs (Capacidades):** Como resultado imediato, atingiu-se a autonomia na fabricação de estruturas aeroespaciais e na construção de cascos de submarinos, elevando os Indicadores de Maturidade Tecnológica (TRL) da base industrial.
- **Outcomes (Autonomia/Mercado):** Contudo, o *outcome* final de soberania completa enfrenta gargalos na nacionalização de sistemas eletrônicos de combate, evidenciando que o sucesso do *catching up* depende da manutenção de metas claras de absorção nos contratos de compensação (*offsets*) para garantir a projeção internacional da BID (Santos; Leske, 2024).

Embora os sucessos pontuais nesses programas estratégicos apontem caminhos para a autonomia, eles ocorrem de forma isolada diante da aceleração tecnológica global. Nesse sentido, a capacidade de converter esses resultados em soberania real é tensionada por um contexto internacional de rápida reconfiguração.

Logo, o desafio de sustentar tais avanços se agrava em um cenário geopolítico de intensa competição e conflitos (Rússia-Ucrânia e Estados Unidos-China), que impulsionam os gastos globais e acentuam a defasagem brasileira. Isso resulta em um paradoxo, em que ilhas de excelência tecnológica coexistem com desafios crônicos de obsolescência e prontidão operacional no país, como aponta o relatório *The Military Balance* (IISS, 2025). Portanto, fica evidente que, para o Brasil, a efetivação do *catching up* tecnológico e uma inserção soberana no sistema internacional dependem menos de acordos pontuais e mais de um compromisso interno robusto e contínuo com a CTI de defesa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve o intuito de investigar como a CTI pode servir de vetor para o *catching up* tecnológico da defesa brasileira, e a análise confirma a hipótese de que essa articulação é um pilar para a superação da dependência tecnológica e o fortalecimento geopolítico do Brasil. Contudo, os resultados revelam um descompasso crítico entre a ambição estratégica do país, delineada em documentos como a END, e a realidade de seus investimentos. A instabilidade orçamentária crônica e o cerceamento tecnológico externo são entraves que

comprometem a capacidade de absorção tecnológica e a sustentabilidade de projetos estratégicos do Brasil.

O principal obstáculo identificado, a descontinuidade orçamentária, não é um fenômeno acidental, mas um reflexo estrutural da política brasileira. Por não ser tratada como uma política de Estado perene, a defesa funciona como uma “variável de ajuste” fiscal, sujeita à volatilidade das prioridades de cada governo. Isso se traduz em um investimento cronicamente baixo em defesa e, conseqüentemente, em inovação: em torno de 1,1% do PIB em 2024, um patamar muito inferior ao de parceiros estratégicos como França e Suécia. Essa imprevisibilidade pode comprometer projetos de longo prazo, como o PROSUB e o Gripen, desmobilizar o capital intelectual da indústria e inibir a inovação de ponta, minando na prática a capacidade de *catching up* do país.

As políticas públicas existentes, embora importantes, são insuficientes para superar esses desafios. É fundamental a criação de mecanismos que garantam a previsibilidade dos recursos, como um fundo setorial de CTI para defesa com receitas próprias. Adicionalmente, a melhora na governança da BID é fundamental para que a interação entre indústria, governo e academia transcenda o plano teórico da Hélice Tríplice e se torne uma prática institucionalizada e eficiente. Estrategicamente, o Brasil deve também diversificar suas parcerias, buscando maior cooperação com nações do Sul Global para criar eixos alternativos de desenvolvimento e mitigar os riscos de cerceamento.

Como lacuna desta pesquisa, reconhece-se a ausência de dados públicos e granulares sobre o investimento específico em CTI de defesa, o que levou à utilização dos gastos militares totais como um proxy. Essa limitação abre caminho para trabalhos futuros, que poderiam focar em estudos de caso aprofundados sobre empresas da BID, análises de contratos de *offset* tecnológico ou pesquisas qualitativas aprofundadas para mapear o fluxo de investimento em inovação de forma mais precisa.

Em última análise, o fortalecimento da CTI transcende a dimensão econômica, afirmando-se como um imperativo para a soberania nacional no século XXI. Para que o Brasil transite de “comprador de prateleira” a parceiro tecnológico, a análise sugere que a autonomia estratégica requer mais do que aportes financeiros: exige um compromisso estatal perene com a adoção de indicadores de desempenho (KPIs) rigorosos.

A implementação sistemática de métricas baseadas em escalas TRL e na taxa de absorção tecnológica é fundamental para monitorar a conversão de investimentos em capacidades reais. Somente por meio dessa governança métrica será possível consolidar um ecossistema de inovação resiliente, capaz de integrar defesa e desenvolvimento e garantir que os *spillovers* tecnológicos fortaleçam o SNI em benefício da sociedade brasileira.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. **Ciência, tecnologia e soberania nacional**: dificuldades para a construção de um projeto nacional. Brasília, DF: Senado Federal, 2011. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/584056>. Acesso em: 30 abr. 2026.

BABIĆ, M.; DIXON, A. D.; LIU, I. T. Geoeconomics in a changing global order. In: BABIĆ, M.; DIXON, A. D.; LIU, I. T. (ed.). **The political economy of geoeconomics**: Europe in a changing world. Cham: Palgrave Macmillan, 2022. p. 1-27.

BRASIL. Casa Civil. **Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) 2023-2026**: Eixo Inovação para a Indústria da Defesa, [202-]. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 27 fev. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc85.htm. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação; e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 12 jan. 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Dispêndios nacionais em pesquisa e desenvolvimento em relação ao produto interno bruto (PIB) de países selecionados**. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores/paginas/comparacoes-internacionais/recursos-aplicados/8-1-2-dispendios-nacionais-em-pesquisa-e-desenvolvimento-em-relacao-ao-produto-interno-bruto-pib-de-paises-selecionados>. Acesso em: 22 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Relatórios de execução do FNDCT**. Disponível em: https://legacy.finep.gov.br/images/a-finep/FNDCT/2025/07_10_2025_Relatorio_de_Resultados_do_FNDCT_2024.pdf. Acesso em: 8 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 24 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Base Industrial de Defesa: panorama e perspectivas**. Brasília: Ministério da Defesa, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria GM-MD nº 1.704, de 14 de abril de 2025. Dispõe sobre a estrutura de apoio à governança na área de ciência, tecnologia e inovação - CT&I de interesse da defesa, mediante a criação do Comitê de Ciência, Tecnologia e Inovação e do Comitê-Executivo, e prevê a criação dos Grupos de Trabalho Temáticos Interforças. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 17 abr. 2025b. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=515&pagina=14&data=22/04/2025&captchafield=firstAccess>. Acesso em: 30 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Nova Indústria Brasil**, [2024?]. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/transformacao-ecologica/programas-em-destaque/nova-industria-brasil>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 22 mar. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12598.htm. Acesso em: 28 maio 2025.

CHANG, H.-J. **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Editora Unesp, 2004.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

FAGERBERG, Jan. Innovation: a guide to the literature. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R. (Ed.). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 1-26. Disponível em: https://rudict.com/InovBis/The%20Oxford%20Handbook%20of%20Innovation%20%28Oxford%20Handbooks%20in%20Business%20Mgt%29Fagerberg-etc-2004.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 8 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Novo edital do MCTI e da Finep destina R\$ 300 milhões para projetos inovadores na Base Industrial de Defesa**: seleção integra o programa Mais Inovação Brasil e busca reduzir a dependência de tecnologias estrangeiras. Brasília: MCTI, 12 fev. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2026/02/novo-edital-do-mcti-e-da-finep-destinam-r-300-milhoes-para-projetos-inovadores-na-base-industrial-de-defesa>. Acesso em: 17 maio 2026.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter, 1987.

IISS – INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES. **The Military Balance 2025**. London: Routledge, 2025.

INDIA. Department of Science and Technology. **Research and Development Statistics 2022-23**. New Delhi, 2023. Disponível em: <https://dst.gov.in/sites/default/files/Updated%20RD%20Statistics%20at%20a%20Glance%202022-23.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2026.

LESKE, A. D. C.; CASSIOLATO, J. E. Inovação na indústria de defesa brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DE DEFESA (ENABED), 6., 2013, Aracaju. **Anais [...]**. São Cristóvão: Editora UFS, 2013. p. 1-20. Disponível em: https://defesa.uff.br/wp-content/uploads/sites/342/2020/11/Ariela_ENABED-2013.pdf. Acesso em: 17 abr. 2026.

LESKE, A. D. C.; SANTOS, T. Brazilian industrial defense base profile. **Revista Carta Internacional**, v. 15, n. 3, 2020, p. 204-231. DOI: <https://doi.org/10.21530/ci.v15n3.2020.1054>

LIBAERS, D. Industry relationships of DoD-funded academics and institutional changes in the US university system. **The Journal of Technology Transfer**, v. 34, n. 5, p. 474-489, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10961-008-9099-6>

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. Contornando o cerceamento tecnológico. In: SVARTMAN, E. M. *et al* (Org.). **Defesa, Segurança Internacional e Forças Armadas: III Encontro da ABED**. Campinas: Mercado de Letras, 2010. p. 309-321.

MARQUES, G. R. G. **Desenvolvimento da Base Industrial de Defesa brasileira pela ótica das cadeias globais de valor: insumos para uma agenda de produtividade e competitividade**. 2024. Tese (Doutorado em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2024.

MARZINOTTO JUNIOR, F. L. Geopolítica, indústria digital e soberania nacional: a informática brasileira como eixo estratégico nas relações econômicas entre Brasil e Estados Unidos (1960-1990). **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 63, p. 423-440, 2025. DOI: <https://doi.org/10.52781/cmm.a143>

MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MAYER, M.; CARPES, M.; KNOBLICH, R. **The global politics of science and technology: concepts from international relations and other disciplines**. Berlin: Springer, 2014. v. 1.

MCCLOSKEY, D. N.; MINGARDI, A. **The myth of the entrepreneurial state**. Great Barrington: American Institute for Economic Research, 2020.

MOREIRA, W. S. Economia, política, estratégia e a geração de demanda de produtos de defesa. *In*: SANTOS, T.; LESKE, A. D. (orgs.). **Economia de Defesa**: aportes teóricos, novos temas e o caso do Brasil. Curitiba: Appris, 2024. cap. 3.

MOREIRA, W. S. **Ciência e Poder**: o cerceamento tecnológico e as implicações para a defesa nacional. 2013. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. *In*: NELSON, R. R. (ed.). **National innovation systems**: a comparative analysis. New York: Oxford University Press, 1993. p. 3-21.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Main Science and Technology Indicators**: Mar. 2025. Disponível em: <https://www.oecd.org/en/data/datasets/main-science-and-technology-indicators.html>. Acesso em: 17 abr. 2026.

OLIVEIRA, J. S.; URBINA, L. M. S.; ABDALA, L. N. Planejamento estratégico das obtenções de sistemas de defesa: uma análise para a implementação da estratégia de obtenção evolucionária. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 63, p. 533-562, 2024. DOI: <https://doi.org/10.52781/cmm.a149>

PORTER, M. E. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

SANTOS, T. Economia de Defesa como uma categoria geral de análise nas Ciências Econômicas. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 542-564, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21544/1809-3191.v24n3.p542-564>

SANTOS, T.; LESKE, A. D. (orgs.). **Economia de defesa**: aportes teóricos, novos temas e o caso do Brasil. Curitiba: Appris, 2024.

SILVA, L. P. P.; NASCIMENTO, R. L. Cerceamento Tecnológico: o caso do sistema unilateral de controle de exportação dos EUA e suas implicações para o Brasil. **X ENABED**. 2018. Disponível em: https://www.enabed2018.abedef.org/resources/anais/8/1535671131_ARQUIVO_CerceamentoTecnologico_LucasPinheiroeRafaelLaginhaultimaversao.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.

SIPRI – STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE. **SIPRI Military Expenditure Database**. Solna: SIPRI, [202-]. Disponível em: <https://www.sipri.org/databases/milex>. Acesso em: 17 abr. 2026.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985. (Coleção Os economistas).

WENNBERG, K.; SANDSTRÖM, C. **Questioning the entrepreneurial state**: status-quo, pitfalls, and the need for credible innovation policy. Cham: Springer, 2022.