

# **PLANEJAMENTO BASEADO EM CAPACIDADES E SOBERANIA TECNOLÓGICA: O FORTALECIMENTO DA BASE INDUSTRIAL DE DEFESA EM ECONOMIAS EMERGENTES**

**CAPACITY-BASED PLANNING AND THE TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY:  
STRENGTHENING THE DEFENSE INDUSTRIAL BASE IN EMERGING  
ECONOMIES**

Ciências Exatas e da Terra, Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas •

03/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/790807068](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/790807068)

---

Daniel Galvão de França Blaskiewicz<sup>1</sup>

Roberto Augusto Caracas Neto<sup>2</sup>

Silas Raffael Alves da Silva Gomes Rabelo<sup>3</sup>

Celso Luiz Salgueiro Lage<sup>4</sup>

---

## RESUMO

Este artigo analisa a autonomia tecnológica como eixo estruturante da soberania decisória e da estratégia de defesa nacional brasileira. Fundamentado na Visão Baseada em Recursos e operacionalizado por meio do Planejamento Baseado em Capacidades, o estudo investiga de que maneira os Programas Estratégicos do Exército respondem aos objetivos da Política Nacional da Base Industrial de Defesa, com ênfase na mitigação da dependência externa de bens e serviços de alto valor estratégico. A pesquisa emprega uma abordagem qualitativa de natureza exploratória-descritiva, com base em triangulação de fontes documentais, normativas e bibliográficas. Os resultados indicam que o sucesso da BID requer o domínio de tecnologias de uso dual, a superação do hiato tecnológico em relação ao Norte Global e o enfrentamento de barreiras impostas pelo cerceamento tecnológico internacional. Conclui-se que a consolidação de um ecossistema nacional de inovação exige a efetiva articulação do modelo de Tríplice Hélice por meio de inovações de governança sistêmica, destacando-se o Sistema Defesa, Indústria e Academia e a descentralização proporcionada pelos Núcleos de Governança de Inovação Tecnológica.

**Palavras-chave:** Autonomia tecnológica; Base Industrial de Defesa; Planejamento Baseado em Capacidades; Tríplice Hélice; Inovação em Defesa.

## ABSTRACT

This article analyzes technological autonomy as a structuring axis of decision-making sovereignty and Brazil's national defense strategy. Grounded in the Resource-Based View and operationalized through Capability-Based Planning, this study investigates how the Brazilian Army's Strategic Programs align with the objectives of the National Defense Industry Policy, emphasizing the mitigation of external

dependency on high-value strategic goods and services. The research adopts a qualitative, exploratory-descriptive approach based on the triangulation of documentary, normative, and bibliographic sources. The findings indicate that the success of the Defense Industrial Base requires the mastery of dual-use technologies, overcoming the technological gap relative to the Global North, and confronting barriers imposed by international technology denial. We conclude that consolidating a national innovation ecosystem demands the effective articulation of the Triple Helix model through systemic governance innovations, notably the Defense, Industry, and Academia System and the decentralization provided by the Army's Technological Innovation Governance Centers.

**Keywords:** Technological autonomy; Defense Industrial Base; Capability-Based Planning; Triple Helix; Defense innovation.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca pela autonomia tecnológica e pela redução da dependência externa em bens e serviços de Defesa constitui um dos principais requisitos estratégicos do Estado Brasileiro.

Os documentos estruturantes da Defesa Nacional, como a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END), definem a capacitação tecnológica como prioridade estratégica de Estado (estruturante), alinhando-se diretamente às legislações de inovação (Leis nº 10.973/2004) e pelo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei nº 13.243/2016) (Brasil, 2004, 2016, 2025).

Esse arcabouço normativo estabelece que a autonomia estratégica do País é inseparável da capacidade nacional de produzir

conhecimento crítico e convertê-lo em aplicações de alto valor agregado no ambiente produtivo. Aplicações essas capazes e fundamentais para reduzir vulnerabilidades e assegurar soberania decisória em setores sensíveis.

Nesse cenário, a Política Nacional da Indústria de Defesa (PNBID), instituída pelo Decreto nº 11.169/2022, atua como instrumento articulador para orientar o fortalecimento e a competitividade da Base Industrial de Defesa (BID) (Brasil, 2022). Especialistas no setor (Brick; Sanches; Gomes, 2017; Silva et. al., 2019) destacam o Objetivo IV da PNBID, voltado à diminuição progressiva da dependência externa de produtos estratégicos de defesa, tais como o indicador mais crítico e estruturante para a consolidação da autonomia industrial da estratégia nacional, o que evidencia a necessidade de ações estruturantes capazes de sustentar essa autonomia (Gavião; Carvalho, Carvalho, 2024; Leite, 2011; Migon, 2014).

Para operacionalizar essa diretriz em um cenário de severas restrições orçamentárias, o Planejamento Baseado em Capacidades (PBC) consolida-se como o principal instrumento metodológico, encontrando suporte teórico metodológico na Visão Baseada em Recursos (RBV), competências tecnológicas e conhecimentos estratégicos no setor produtivo nacional (Eisenhardt; Martin, 2000; Silva et. al., 2019).

No entanto, a consolidação da autonomia e soberania tecnológica esbarra em obstáculos estruturais historicamente consolidados, a saber: o expressivo hiato tecnológico em relação às economias desenvolvidas do Norte Global e a prática sistemática do cerceamento tecnológico imposto por Estados detentores de conhecimentos sensíveis, com conjunto de restrições impostas por

países detentores de conhecimentos sensíveis para limitar o acesso, a posse ou o uso de bens e serviços estratégicos (Longo, 2007; Melo; Ficidji; Possas, 2015; Pedone; Oliveira, 2015).

Como vetor de desenvolvimento nacional, destacam-se os Programas Estratégicos do Exército (Prg EE), tais como ASTROS, o SISFRON e a Defesa Cibernética, que funcionam como encomendas tecnológicas de elevada densidade técnico-científica, impulsionando a nacionalização de componentes e o domínio de tecnologias de uso dual (Gavião; Carvalho; Carvalho, 2004; Longo; Moreira, 2013; Silva, 2023). Para superar a centralização histórica dos fluxos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o Exército implementou o Sistema Defesa, Indústria e Academia (SisDIA) e a implantação dos Núcleos de Governança de Inovação Tecnológica (NuGITec EB) em Parques Tecnológicos, visando descentralizar a inovação sob o modelo de Tríplice Hélice (Borba et. al., 2022; Brasil, 2025).

Apesar do arcabouço existente, identificam-se lacunas teóricas e empíricas sobre a articulação sistemática entre as encomendas estatais de defesa e os objetivos formais da PNBID, bem como sobre os arranjos de governança necessários para viabilizar essa integração.

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo analisar de que forma os Prg EE se alinham e contribuem para os objetivos da Política Nacional da Indústria de Defesa (PNID) em especial a redução da dependência tecnológica, além de identificar os desafios de governança para sustentar essa trajetória.

A relevância do trabalho fundamenta-se na necessidade de integrar o planejamento estratégico de defesa com a política industrial, oferecendo subsídios para a formulação de políticas públicas soberanas e sustentáveis.

Por fim, o trabalho é organizado em cinco seções: esta introdução; a Seção 2, dedicada ao Referencial Teórico focado na caracterização e capacidades da BID, análise da autonomia tecnológica na PNBID, voltada aos Prg EE e seus modelos de governança (SisDIA e NuGITec EB); Seção 3, Metodologia; Seção 4, Resultados e Discussão e Seção 5, que reúne as Considerações Finais e Perspectivas.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Arcabouço Normativo e Regulatório da Inovação e da Defesa Nacional**

Os documentos fundamentais que orientam a atuação do Estado brasileiro no campo da Defesa, a PND<sup>5</sup> e a END<sup>6</sup>, reconhecem a capacitação tecnológica autóctone como uma de suas prioridades estruturantes.

A construção da autonomia tecnológica em setores estratégicos pressupõe um arcabouço normativo sólido e estável, capaz de articular incentivos à pesquisa com a proteção do conhecimento nacional. As Leis nº 10.973/2004 e nº 13.243/2016 instituem o ambiente regulatório da inovação no Brasil, prevendo mecanismos de subvenção econômica, compartilhamento de infraestruturas de P&D e estímulo a parcerias entre instituições públicas e a indústria (Brasil, 2004, 2016).

Esse arcabouço político-estratégico é respaldado pelo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Leis nº 10.973/2004 e nº 13.243/2016), que fomenta a cooperação trilateral e o compartilhamento de infraestruturas de P&D. Contudo, a vinculação entre tecnologia e setor militar tem suscitado debates acadêmicos e institucionais, tanto no que tange à sua aplicação finalística em contextos de combate quanto ao seu tratamento enquanto política pública de Estado (Pedone; Oliveira, 2015).

No campo da Defesa, o alinhamento a esses marcos legais sinaliza que a capacidade de defesa não se reduz à aquisição contingente de equipamentos, configurando um processo político, social e institucional contínuo (Garcia; Wolffenbüttel, 2023).

O Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (SCT&I) assume papel central no âmbito de uma concepção política e estratégica de Estado, e sua integração ao setor de Defesa deve ser compreendida a partir de uma visão política ampla e do estabelecimento de metas claras pelo poder público. Esse entendimento revela-se fundamental porque, enquanto política pública, a CT&I configura um processo sociocultural e político complexo, cujo êxito depende diretamente da qualidade dos marcos institucionais vigentes (Garcia; Wolffenbüttel, 2023).

Compreende-se que a inovação resulta da sinergia entre atores dotados de recursos complementares e da qualidade das instituições reguladoras, moldada pela qualidade das instituições e das políticas públicas vigentes (Ramella, 2020).

Adicionalmente, esses marcos legais representam uma mudança de compreensão, segundo a qual a autonomia estratégica não pode ser

dissociada da capacidade nacional de produzir conhecimento crítico e transformar esse saber em aplicações tecnológicas de alto valor agregado.

A avaliação desse desempenho apoia-se em abordagens multidimensionais adotadas internacionalmente, como o *Global Innovation Index* (GII)<sup>7</sup> e o *European Innovation Scoreboard* (EIS)<sup>8</sup>, que consideram o capital humano, a infraestrutura, a sofisticação empresarial e a qualidade institucional como condicionantes da capacidade inovativa dos países são determinantes cruciais para a capacidade inovativa nacional (Dutta, 2021; European Commission, 2022).

Na arquitetura da Defesa Nacional, a PND e a END estabelecem o desenvolvimento científico e tecnológico independente como precondição da soberania reconhecendo a capacitação tecnológica como uma de suas prioridades estruturantes (Brasil, 2025). A END elege três setores de alta complexidade como prioritários: **o espacial, o cibernético e o nuclear** (Brasil, 2025). Abaixo na Figura 1 segue a estrutura legal do PND:

**Figura 1.** Estrutura Legal da Defesa Nacional e Política Nacional de Defesa (PND)



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Esses setores demandam elevados volumes de investimento continuado, articulação interdisciplinar e estreita coordenação entre o Estado, a universidade e o setor produtivo (Corrêa; Bondarczuk, 2015; Oliveira; Pedone, 2015).

Contudo, a vinculação entre tecnologia e setor militar tem suscitado debates, tanto no que diz respeito à sua aplicação finalística em contextos de combate quanto ao seu tratamento enquanto política pública de Estado (Perdone; Oliveira, 2015).

O alinhamento normativo aos patamares elevados de pesquisa, desenvolvimento e produção não decorre unicamente de investimentos pontuais, mas de um processo contínuo de gestão da inovação, articulado a mecanismos eficazes de proteção da propriedade intelectual evidenciam a busca pela excelência e a máxima eficácia. Esses elementos funcionam como alicerces para reduzir a vulnerabilidade tecnológica externa, especialmente em áreas sensíveis, nas quais a dependência de fornecedores estrangeiros pode comprometer a soberania decisória do Estado.

Complementarmente, a PNBID<sup>9</sup>, instituída pelo Decreto nº 11.169/2022, orienta o fortalecimento da BID por meio de sete

objetivos centrais (Brasil, 2022). Destaca-se o Objetivo IV, relativo à diminuição progressiva da dependência externa de produtos estratégicos de defesa, desenvolvendo-os e produzindo-os internamente (Brasil, 2022). Esse objetivo é apontado como o eixo mais sensível da política industrial de defesa (Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024; Leite, 2011). No âmbito do Exército Brasileiro, a Portaria C Ex nº 2.525/2025 aprova a Política de Inovação do EB, regulamentando o licenciamento de tecnologias, o tratamento favorecido a empresas nacionais e o fomento a produtos duais (Brasil, 2025).

A partir desse sólido embasamento regulatório e sistêmico, torna-se imperativo analisar os instrumentos metodológicos de planejamento que convertem tais diretrizes em capacidades operacionais e industriais concretas.

## **2.2. Determinantes Teóricos: O Planejamento Baseado em Capacidades e a Visão Baseada em Recursos**

O planejamento estratégico no setor de defesa evoluiu do modelo focado em ameaças predeterminadas para o Planejamento Baseado em Capacidades (PBC) (CCC, 2004; Rumsfeld, 2002). O PBC conceitua-se como a habilidade de gerar um efeito operacional desejado, sob condições e padrões especificados, mediante a integração sinérgica de meios e procedimentos (Brick; Sanches; Gomes, 2017; Silva et. al., 2019).

Para isso, a construção da autonomia tecnológica no Brasil para os setores estratégicos e a Base Industrial de Defesa buscou-se a independência nacional, para configurar condições para que o Brasil possa sustentar um projeto de desenvolvimento capaz de garantir

atuação autônoma no cenário internacional sobretudo em setores sensíveis.

Nesse sentido, a capacitação tecnológica independente, deve dominar e proteger conhecimento crítico, ser entendida como a capacidade de produzir e figurar como um dos fundamentos do modelo de desenvolvimento robusto e orientado à soberania tecnológica (Brasil, 2025).

A END estabelece as prioridades conforme anteriormente apresentado, distinguindo cada um deles por sua elevada complexidade técnica e por demandarem altos níveis de coordenação institucional, integração interdisciplinar e continuidade de investimentos (Brasil, 2025). Contudo, não se pode considerar plenamente independente um país que não possua o domínio de tecnologias sensíveis, essenciais tanto para a defesa quanto para a sustentação de um projeto de desenvolvimento soberano. Para tal, a END dedica atenção especial à BID, atribuindo-lhe papel central na priorização do desenvolvimento de capacidades tecnológicas independentes. O documento enfatiza que as considerações comerciais devem estar subordinadas aos imperativos estratégicos e que o avanço tecnológico no setor de Defesa deve servir como eixo estruturante para a geração de capacitações operacionais, reforçando a autonomia e a capacidade de resposta do Estado.

No tocante à PND, sua reformulação ampliou os Objetivos Nacionais de Defesa ao incluir, explicitamente, o desenvolvimento da BID, orientada à obtenção de autonomia nas tecnologias indispensáveis à soberania nacional (Corrêa; Bondarczuk, 2013; Brasil, 2025).

Essa abordagem exige a harmonização conjunta de doutrina, organização, adestramento, pessoal, liderança, infraestrutura e material com os custos associados (DOD, 2004; Walker, 2005). No contexto brasileiro, o PBC apoia-se teoricamente nas raízes microeconômicas da Visão Baseada em Recursos (Silva et. al., 2019).

Nesse sentido a Política de Inovação do Exército (PIE)<sup>10</sup> (Brasil, 2025) elenca alguns estímulos que transbordam o meio militar e são direcionados para a BID, tais como:

*“I - a execução de programas ou projetos objetivando obter inovações de interesse do Exército Brasileiro (EB);*

*II - a transferência e o licenciamento de tecnologias para o setor produtivo;*

*V - o fortalecimento da capacidade de inovação da Base Industrial de Defesa;*

*VII - o intercâmbio científico e tecnológico nas áreas de interesse do Exército;*

*VIII - a participação em pesquisa, desenvolvimento e inovação, por meio da utilização de instrumentos de parceria;*

*XVI - o fomento para a geração e o desenvolvimento de inovação tecnológica no País, por intermédio do estabelecimento de tratamento diferenciado e privilegiado para empresas nacionais em relação às estrangeiras, em conformidade com a legislação em vigor;*

*XVIII - a produção, a absorção e a disseminação de conhecimento e de tecnologias para o aumento da sustentabilidade econômico-financeira, da produtividade, da competitividade e do investimento privado em pesquisa, desenvolvimento e inovação em produtos e serviços duais de interesse do Exército;*

*XIX - a busca de novas estratégias e alternativas de soluções tecnológicas;”*



A PNBID busca garantir a autonomia da BID (Gavião et. al., 2024), com a redução da dependência externa de bens e serviços de defesa como objetivo crucial. A dependência tecnológica é exacerbada pelo cerceamento tecnológico, que é o esforço de países detentores de conhecimento, países do norte global, para restringir o acesso a bens sensíveis para manter vantagens estratégicas (Oliveira; Pedone, 2015).

Portanto, o PBC, ao definir quais capacidades militares devem ser edificadas, deve priorizar:

- Desenvolvimento nacional, por meio de uma articulação com programas mobilizadores para estimular o desenvolvimento de tecnologia local e a transferência de tecnologia, como alternativa ao cerceamento dos países desenvolvidos (Gavião et. al., 2024); e
- Tecnologias de uso dual, é fundamental a busca por domínio de tecnologias que podem ser utilizadas tanto para fins civis quanto militares. Essa característica não só garante o abastecimento de Produtos de Defesa de nacionais, mas também é crucial para reduzir custos e aumentar a competitividade da BID no mercado internacional (Melo et. al., 2015; Silva, 2023).

Assim, o PBC emergiu da necessidade de identificar, priorizar e atender demandas conjuntas no mais alto nível decisório, levando em consideração as necessidades observadas em combate e em fatores como doutrina, treinamento, pessoal, liderança, instalações e estrutura organizacional sejam considerados de forma integrada

com os sistemas bélicos e com os custos associados. Portanto, trata-se de um processo que se apoia, ainda, na definição prévia de recursos, de modo a orientar o planejamento, a alocação de meios e a execução orçamentária (Dod, 2004; Walker, 2005).

No Quadro 1, segue o comparativo entre os mecanismos e o impacto. Tal abordagem é necessariamente condicionada por contingências políticas, econômicas, sociais e tecnológicas próprias de cada país, o que implica que sua configuração não pode ser dissociada do contexto estratégico mais amplo.

#### **Quadro1: Comparativo entre os mecanismos de Defesa e os impactos na autonomia**

| <b>Dimensão Teórica</b>                                                   | <b>Mecanismo no Setor de Defesa</b>                                                                                    | <b>Impacto na autonomia industrial</b>                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Visão Baseada em Recursos (Eisenhardt; Martin, 2000; Silva et. al., 2019) | Acúmulo de ativos tangíveis e intangíveis (patentes, <i>know-how</i> , rotinas) em cenários de restrição orçamentária. | Formação de vantagens competitivas sustentáveis na BID e retenção de conhecimentos críticos. |
| Capacidades Dinâmicas (Melo; Ficidji; Possas, 2015; Silva et. al., 2019)  | Reconfiguração contínua de competências e alianças tecnológicas perante transformações externas.                       | Ampliação da capacidade de absorção tecnológica e de resposta a embargos.                    |
| Governança dos Custos de Transação (Silva et. al., 2019)                  | Alinhamento de incentivos entre o Estado contratante e as indústrias fornecedoras.                                     | Mitigação de conflitos de agência e redução do risco moral em encomendas tecnológicas        |

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Ademais, o planejamento baseado em capacidades também varia em função da concepção que se adota sobre o próprio ato de planejar estrategicamente e, de modo ainda mais específico, sobre a atividade gerencial envolvida na formulação do planejamento estratégico organizacional (Silva et. al., 2019).

Para a consolidação da soberania nacional esse desenvolvimento independente e autônomo está intimamente ligado ao domínio de tecnologias sensíveis, cujo valor estratégico as torna determinantes. Essas tecnologias, de natureza civil ou militar, caracterizam-se por ter seu acesso restrito por determinados países ou blocos de países, geralmente em função de considerações de segurança e de preservação de vantagens estratégicas (Oliveira; Pedone, 2015).

Surge em destaque a Política Nacional da Indústria de Defesa (PNBID) responsável por orientar o desenvolvimento e o fortalecimento da indústria de defesa no país (Brasil, 2022). Essa política estabelece a diretriz para a redução progressiva da dependência externa de produtos estratégicos, capacitar o Estado a desenvolvê-los e produzi-los internamente. Ele elenca ainda, um conjunto de objetivos para uma base industrial autônoma, tecnologicamente avançada e alinhada às demandas estratégicas do setor. Entre esses objetivos, destacam-se:

- Fortalecer a BID;
- Conscientizar a sociedade em geral quanto à necessidade de o País dispor de uma forte BID;

- Diminuir progressivamente a dependência externa no que tange a produtos estratégicos de defesa, desenvolvendo-os e produzindo-os internamente;
- Ampliar a capacidade de aquisição de produtos estratégicos de defesa da indústria nacional pelas Forças Armadas;
- Melhorar a qualidade tecnológica dos produtos estratégicos de defesa;
- Aumentar a competitividade da BID brasileira para expandir as exportações; e
- Melhorar a capacidade de mobilização industrial na BID.

Nos últimos anos, a escassez de recursos e a crescente diversidade e assimetria dos cenários prospectivos (Silva et. al., 2019) deslocaram o foco do planejamento estratégico militar, consolidando a centralidade do PBC.

Por sua vez, a RBV constitui uma abordagem estratégica orientada por capacidades, concebendo a organização como um conjunto articulado de recursos materiais, humanos e sociais. Seu foco recai sobre o crescimento organizacional e sobre a acumulação de recursos, tais como ativos, capacitações, processos, conhecimento e demais elementos, capazes de gerar vantagens competitivas sustentáveis (Silva et. al., 2019).

No contexto do PBC aplicado à Defesa, este arcabouço teórico implica que:

- Escassez de recursos, o PBC se torna ainda mais crucial porque os recursos são bastante escassos, exigindo que o setor de Defesa divida o orçamento nacional com outros setores considerados vitais para o Estado. Nesse sentido, essa metodologia auxilia na harmonização de metas e no monitoramento das decisões (Eisenhardt; Martin, 2000).
- Competências chave, a capacidade de competição de uma nação depende fortemente das capacitações tecnológicas das suas empresas nacionais. A inovação, que gera capacitação tecnológica, deve ser a principal orientação da política industrial. Para a RBV, as capacidades dinâmicas são processos estratégicos como o desenvolvimento de produtos e a celebração de alianças, que criam valor para as organizações e países (Melo et. al., 2015; Silva et. al., 2019).
- Incentivos e governança, o PBC, ao ser aplicado no Setor de Defesa, busca monitorar as decisões dos agentes, principalmente seus administradores, para que suas escolhas estejam alinhadas aos interesses do Estado e a da sociedade. Assim, o PBC atua na tentativa de reduzir objetivos divergentes e conflitos (Silva et. al., 2019).

Em síntese, o PBC não é apenas uma ferramenta militar de planejamento; ele é um imperativo estratégico e econômico que, ao ser bem implementado, direciona os investimentos em Programas Estratégicos, tais como o Programa Estratégico ASTROS, do Exército Brasileiro, que obteve a maior preferência dos especialistas para a redução da dependência externa, de forma a mitigar a defasagem tecnológica brasileira em setores de alta e média-alta intensidade. O sucesso do PBC está, em última análise, na sua capacidade de

integrar as necessidades operacionais da Força com os esforços da política industrial, transformando a Defesa em um vetor de desenvolvimento nacional (Brustolin, 2014; Oliveira; Pedone, 2015).

Com base nas diretrizes, a convergência entre o PBC e a RBV permite ao país tratar a escassez de recursos orçamentários por meio do direcionamento do poder de compra estatal para programas de longa duração, promovendo o acúmulo de capacitações tecnológicas nas empresas nacionais (Melo; Ficidji; Possas, 2015; Silva et. al., 2019).

### **2.3. Inovação e Soberania no Setor de Defesa**

O Brasil precisa adotar estratégias ativas de inovação, em contraste com a postura predominantemente defensiva que passou a caracterizar a Política Nacional de Inovação (PNI)<sup>11</sup> a partir de meados dos anos 2010 (Garcia; Wolffenbüttel, 2023). Entre essas estratégias, destacam-se iniciativas voltadas ao desenvolvimento nacional e aos programas mobilizadores. Alternativas clássicas para mitigar o cerceamento incluem a transferência de tecnologia e a engenharia reversa, mas ganha centralidade a promoção do desenvolvimento autóctone por meio de programas estruturantes (Moreira, 2015).

O planejamento estratégico constitui o eixo estruturante do planejamento de Defesa e da atuação das Forças Armadas, sendo operacionalizado contemporaneamente por meio do Planejamento Baseado em Capacidades (PBC) (Rumsfeld, 2002; CCC, 2004; Silva et. al., 2019).

Nesse sentido, a PNBID estabelece como objetivo o domínio de tecnologias sob controle nacional (Brasil, 2025). Exemplos concretos são os Programas Estratégicos do Exército (Prg EE), especialmente aqueles com maior densidade tecnológica, como o Programa ASTROS, que atuam como vetores de desenvolvimento industrial ao fomentar a BID e reduzir assimetrias tecnológicas, contribuindo diretamente para o Objetivo IV de redução da dependência externa (Gavião et. al., 2024).

Outro eixo central é o domínio de tecnologias de uso dual, tema enfatizado tanto pela END quanto pela PIE. Essas tecnologias são aplicáveis tanto à geração ou melhoria de bens e serviços civis quanto militares (Silva et. al., 2019; Silva, 2023).

Tal abordagem é condicionada por contingências geopolíticas, orçamentárias e tecnológicas peculiares a cada Estado, exigindo a formulação de metodologias analíticas aderentes à realidade nacional. Sem o desenvolvimento de competências autóctones e o fortalecimento do PBC, o país permanece vulnerável a embargos e restrições de fornecedores estrangeiros, comprometendo irreversivelmente a soberania decisória nacional no setor de Defesa (Silva et. al., 2019).

### **2.3.1. Desafios Estruturais: Hiato Tecnológico e Cerceamento Tecnológico**

As políticas públicas brasileiras, em tese, devem atuar como indutoras de ações inovadoras, para promover e fortalecer os componentes tecno-produtivos da política industrial. Nossa política de inovação está direcionada para o desenvolvimento de competências produtivas e tecnológicas na atividade industrial,

tudo com a finalidade de elevar a capacidade competitiva do país no mercado internacional. Essa busca é evidente, quando se analisa os indicadores de esforço inovativo. Contudo, essa análise revela um hiato tecnológico existente entre o Brasil e um conjunto de países europeus desenvolvidos (Melo et al., 2015).

Tal diagnóstico adquire relevância para o campo da Defesa, uma vez que a autonomia tecnológica e industrial constitui objetivo estratégico, mas esbarra em limitações estruturais históricas, cuja defasagem é sintomática e tem sido apontada como um dos fatores associados à perda de competitividade das exportações industriais brasileiras (Melo et. al., 2015).

A partir de meados da década de 2010, observa-se uma inflexão na Política Nacional de Inovação, marcada pela transição de uma orientação centrada na interação entre os atores da Tríplice Hélice (Governo, Indústria e Academia) para uma ênfase crescente na redução de custos e na desregulamentação. Essa mudança ocorreu em um contexto de crise econômica e de políticas de austeridade fiscal, que induziram o país a adotar uma postura predominantemente defensiva diante dos desafios tecnológicos e competitivos do cenário internacional. Tal retração comprometeu o desempenho de atores essenciais do sistema de inovação, especialmente pequenas empresas de base tecnológica e o setor acadêmico, fragilizando a capacidade nacional de produzir e absorver conhecimento estratégico (Garcia; Wolffenbüttel, 2023).

A implementação das diretrizes de soberania enfrenta dois gargalos estruturais principais. O primeiro é o hiato tecnológico, configurado pela disparidade entre o esforço inovativo nacional e a fronteira internacional mantida pelas nações desenvolvidas (Melo; Ficidji;

Possas, 2015). Esse descompasso se evidencia no reduzido esforço inovativo das empresas brasileiras. Por exemplo, no setor de “outros equipamentos de transporte”, que inclui a indústria aeronáutica, apenas 4,6% das empresas realizam Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) internamente, em contraste com a média europeia de 41,4%. Mesmo em setores de alta intensidade tecnológica, como o farmacêutico e o de equipamentos de informática, os gastos em P&D como proporção do faturamento não atingem 3% no Brasil, enquanto a média europeia chega a 8,1% (Melo et. al., 2015).

Esses indicadores de P&D revelam que, em setores de alta e média-alta intensidade tecnológica (como o setor aeronáutico e de equipamentos de transporte), a proporção de empresas brasileiras que realizam P&D interno e o percentual do faturamento investido na área estão substancialmente abaixo das médias europeias (Melo; Ficidji; Possas, 2015). Essa limitação reflete-se na perda de competitividade das exportações industriais e na vulnerabilidade a insumos importados.

O segundo entrave é a prática do cerceamento tecnológico, compreendido como o conjunto de políticas, normas e ações adotadas por Estados detentores de conhecimento sensível para restringir, dificultar ou impedir o acesso, a posse ou o uso de bens e serviços de valor estratégico (Longo, 2007; Pedone; Oliveira, 2015).

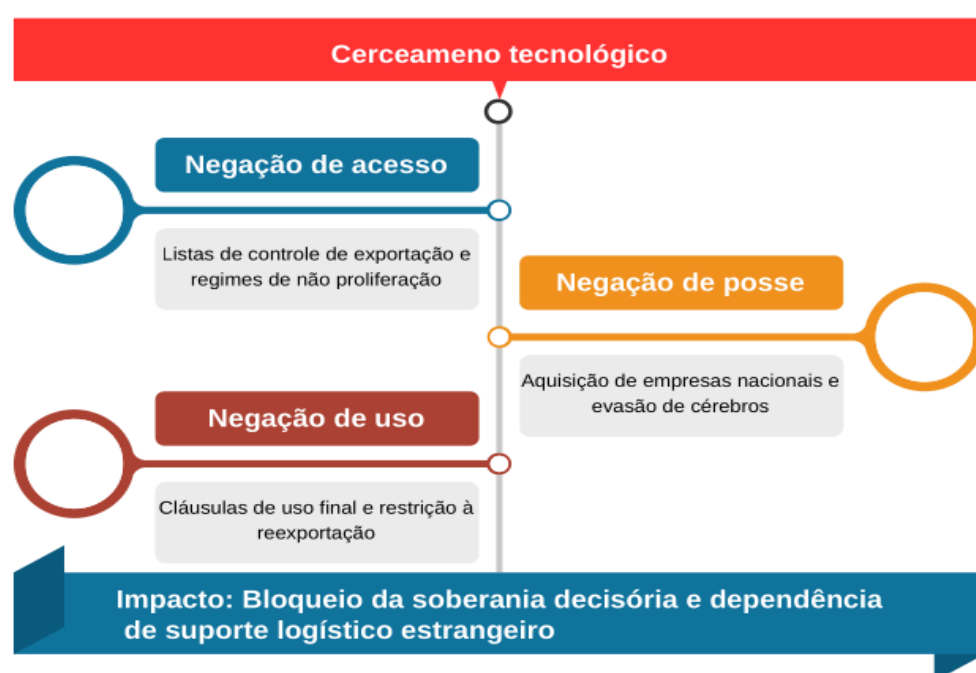
É um fenômeno histórico no qual detentores de conhecimento e tecnologias sensíveis restringem sua difusão para preservar vantagens estratégicas (Longo, 2007). O cerceamento consiste em um conjunto de políticas, normas e ações adotadas por Estados, especialmente aqueles que compõem a tríade Estados Unidos, União Europeia e Japão, com o objetivo de limitar, dificultar ou

impedir o acesso, a posse ou o uso de bens e serviços sensíveis, muitas vezes associados a tecnologias de uso dual.

Para países em desenvolvimento, tais práticas representam barreiras significativas tanto à aquisição de tecnologias críticas quanto à possibilidade de inserção autônoma no sistema internacional (Oliveira; Pedone, 2015).

Essas ações podem assumir diferentes formas, conforme apresentado na Figura 2:

**Figura 2.** Organograma de cerceamento tecnológico



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

A Figura 2 apresenta a divisão da atuação do cerceamento tecnológico conforme a literatura vigente em três modalidades principais (Longo; Moreira, 2009; Moreira, 2015):

- Negação de Acesso: restrição ao fornecimento de componentes ou equipamentos por meio de regimes multilaterais de controle de exportação;

- Negação de Posse: impedimento da transferência do *know-how* subjacente, impedindo a absorção e replicação da tecnologia pelo país comprador; e
- Negação de Uso: imposição de cláusulas contratuais que proíbem a modificação, reexportação ou emprego operacional sem anuência prévia do fornecedor.

A deterioração do cenário em 2010, anteriormente citada, marcada pela redução de recursos públicos e por medidas de austeridade fiscal que enfraqueceram pequenas empresas tecnológicas e o setor acadêmico (Garcia; Wolffenbüttel, 2023). Sendo necessário um enfrentar dos obstáculos estruturais e superar essa postura historicamente defensiva é o que confere caráter de urgência à Política Nacional da Base Industrial de Defesa (PNBID).

As aquisições internacionais de Produtos de Defesa de alta complexidade, seja por acordos de Transferência de Tecnologia, torna-se um eixo estratégico para a consolidação da autonomia nacional, em que os Acordos de Compensação Tecnológica (Offset) que envolvem os Mecanismos de Propriedade Intelectual, como ferramentas para internalizar conhecimento, ampliar capacidades produtivas e reduzir vulnerabilidades tecnológicas. Assim, esses instrumentos configuram vias essenciais para o fortalecimento da independência tecnológica brasileira no cenário internacional (Garcia; Wolffenbüttel, 2023).

### **2.3.2. Alinhamento dos Programas Estratégicos do Exército (Prg EE) à PNBID**

A ponte entre os imperativos conceituais do PBC e o fortalecimento do parque produtivo nacional concretiza-se nos Prg EE (Gavião;

Carvalho; Carvalho, 2024; Longo; Moreira, 2013). Esses programas não apenas visam dotar o Exército Brasileiro de novas capacidades operacionais, mas também desempenham papel relevante na projeção do poder militar, científico, tecnológico e econômico do país (Gavião et. al., 2024).

Ao demandarem sistemas operacionais de alta complexidade, esses programas geram encomendas tecnológicas especiais à BID, estimulando a capacidade de inovação e a sustentabilidade financeira das empresas nacionais (Silva, 2023).

Trata-se de um alinhamento dos Prg EE a uma abordagem sistemática que ganhou relevância no cenário internacional e foi adotada, entre outros, pelos Estados Unidos e pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). A relevância desses programas pode ser aferida por sua contribuição potencial para tais objetivos, e estudos indicam que programas com maior densidade tecnológica são aqueles que mais contribuem para o atendimento das diretrizes estabelecidas pela PNBID (Silva, 2023).

Análises empíricas demonstram que os programas com maior densidade técnico-científica são os que apresentam maior alinhamento aos objetivos da PNBID, sobretudo ao Objetivo IV (Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024; Silva, 2023). Destacam-se no portfólio da Força Terrestre (Brasil, 2020):

- Programa ASTROS: voltado ao desenvolvimento e à modernização do sistema de mísseis e foguetes de longa distância, atua como indutor de P&D autóctone e fomento direto à BID por meio de altos índices de nacionalização.

- Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON): focado na integração de sensores, radares, sistemas de telecomunicações e inteligência, desenvolvendo competências nacionais na área de optrônicos e comando e controle.
- Defesa Cibernética: voltado à estruturação da proteção das redes estratégicas do Estado e da capacidade de atuação em ambiente informacional contestado.
- Obtenção da Capacidade Plena (OCOP): abrange toda a Força Terrestre, visando modernizar e manter a prontidão operacional, padronizando materiais e gerando escala para a indústria nacional.
- Amazônia Protegida: amplia a presença militar e a infraestrutura na faixa de fronteira amazônica.

Nesse sentido, o PBC exige que os tomadores de decisão considerem, de forma integrada, aspectos como doutrina, treinamento, pessoal, liderança, instalações e estruturas organizacionais, simultaneamente aos sistemas bélicos e aos custos envolvidos.

No caso brasileiro, a adoção do PBC ainda é recente e demanda esforços ampliados para formar massa crítica capacitada tanto na metodologia quanto em sua implementação prática. A Política Nacional de Defesa e a Estratégia Nacional de Defesa (Brasil, 2025) estabelecem, como terceiro Objetivo Nacional de Defesa, a promoção da autonomia tecnológica e produtiva no setor, definindo tal propósito como orientador para a construção das capacidades a serem desenvolvidas, a saber:

*“III. Promover a autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa. Significa manter e estimular a pesquisa e buscar o desenvolvimento de tecnologias autóctones, sobretudo as mais críticas na área de Defesa, bem como o intercâmbio com outras nações detentoras de conhecimentos de interesse do País. Refere-se, adicionalmente, à qualificação do capital humano, assim como ao desenvolvimento da BID e de produtos de emprego dual (civil e militar), além da geração de empregos e renda (BRASIL, 2025)<sup>12</sup>.”*

A priorização de projetos com elevado conteúdo tecnológico justifica-se pela necessidade de aumentar o índice de nacionalização em subsistemas críticos, contornando os efeitos do cerceamento externo.

### **2.3.3. Taxonomia e Dinâmica Tecnológica: Uso Dual, Tecnologias Abertas e a Interseção Civil-Militar**

A BID é composta por empresas estatais e privadas, civis e militares, dedicadas ao desenvolvimento de Produtos Estratégicos de Defesa, é reconhecida como um ativo estratégico que deve ser garantido e preservado pelo Estado (Silva, 2023).

O avanço das descobertas científicas, das tecnologias de ponta e o surgimento de novos domínios de atividade tornam estrategicamente necessário que o Estado disponha, direta ou indiretamente, de instrumentos financeiros adequados, bem como de capacidade para promover investimentos estratégicos que viabilizem o surgimento de novas indústrias (Moynot, 2010).

A PNBID, sucedendo as diretrizes estabelecidas na PND e na END formalizou e ampliou a ênfase dada à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no setor de defesa (Corrêa; Bondarczuk, 2015) com seis objetivos da PNBID. Entre eles contemplam com destaque o estímulo à produção de conhecimento e à geração de propriedade intelectual (Objetivo I), bem como o incentivo à integração das ações de CT&I com a BID (Objetivo II). Entretanto, especialistas apontam que o objetivo mais crítico e de maior relevância estratégica é o Objetivo IV, que visa reduzir a dependência externa de bens e serviços de defesa (Gavião et. al., 2024).

Essa preferência estatisticamente significativa é atribuída pelos especialistas à redução da dependência externa evidencia a percepção de vulnerabilidade do País quanto ao fornecimento de equipamentos e sistemas complexos (Leite, 2011; Migon, 2014; Migon, 2016).

A diversidade de capacidades que precisam ser desenvolvidas no campo da Defesa evidencia a complexidade dos desafios estratégicos enfrentados pelo País. Essa multiplicidade demanda a construção de uma metodologia analítica própria, capaz tanto de aprofundar a compreensão das fragilidades e obstáculos existentes (Migon, 2016) quanto de orientar a formulação de respostas adequadas a tais desafios (Leite, 2011).

Em um ambiente caracterizado por rápidas transformações tecnológicas, incertezas geopolíticas e pressões orçamentárias, a ausência de instrumentos analíticos consistentes tende a limitar a capacidade estatal de identificar prioridades, alocar recursos e estabelecer trajetórias de desenvolvimento de longo prazo para o setor.

Nesse sentido, torna-se essencial criar ou aprimorar ferramentas metodológicas que apoiem de maneira estruturada o processo de planejamento estratégico especializado, isto é, o planejamento de Defesa (Migon, 2014).

Ainda que seja inviável esgotar essa discussão no espaço limitado de um artigo científico, é possível apresentar algumas sugestões iniciais que, longe de pretenderem oferecer soluções definitivas, buscam apenas estimular o debate e ilustrar caminhos potenciais.

Essas proposições devem ser compreendidas como pontos de partida para o aprofundamento analítico e institucional necessário à consolidação de uma capacidade de planejamento robusta, coerente e alinhada às demandas contemporâneas da área de defesa.

A própria PND, desde 2012, já orientava os setores governamental, industrial e acadêmico, que constituem a Tríplice Hélice, a contribuírem para o atendimento das necessidades de Produtos de Defesa, com apoio em tecnologias sob domínio nacional.

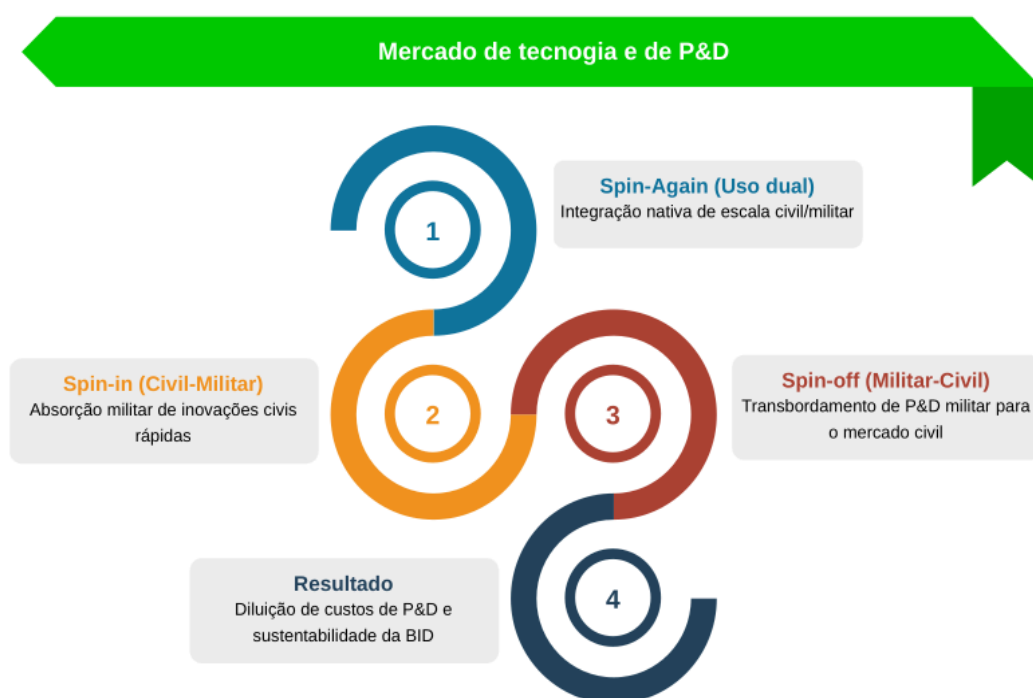
A perenidade econômica da BID requer a superação da divisão estanque entre a produção militar e a civil por meio do domínio de Tecnologias de Uso Dual (*dual-use*), aplicáveis simultaneamente a bens, processos ou serviços civis e militares (Dagnino, 2010; Herteman, 2008; Melo, 2015; Silva, 2023).

O emprego de tecnologias de uso dual tem relevância nas vantagens econômicas e estratégicas bem documentadas. Do ponto de vista econômico, a dualidade tecnológica reduz custos de materiais de defesa, amplia a competitividade internacional e reforça a perenidade de competências industriais, conforme pode-

se verificar na Figura 3, nas possibilidades de P&D a serem desenvolvidas e seus mercados (Hertmen, 2008; Dagnino, 2010; Melo, 2015).

Adicionalmente, a produção de armamentos e sistemas militares frequentemente funciona como um laboratório avançado de métodos produtivos, assumindo riscos que o setor civil não enfrentaria e gerando capacidades gerenciais e de integração de sistemas que se difundem para toda a economia, vide Figura 3 (Samuels, 1996).

**Figura 3.** Organograma da configuração do Mercado de Tecnologias e de P&D



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

A taxonomia e a dinâmica dessas tecnologias desdobram-se nas seguintes categorias:

- **Tecnologias de Emprego Militar (TEM):** referem-se aos Produtos de Defesa (PRODE) exclusivamente bélicos (ex.:

munições pesadas, blindados), caracterizados por mercados altamente regulados, baixos volumes de produção e elevados custos fixos de P&D.

- **Tecnologias Civis com Potencial Uso Militar (*Spin-in*):** consistem na absorção, pelas Forças Armadas, de inovações desenvolvidas no mercado civil comercial (ex.: inteligência artificial, telecomunicações, sensoriamento remoto), reduzindo o tempo e os custos de desenvolvimento.
- **Tecnologias Militares com Potencial Uso Civil (*Spin-off*):** representam o transbordamento das pesquisas militares para a economia civil. A P&D em defesa funciona como um laboratório avançado de teste de materiais e metodologias que, ao serem transferidos para o setor civil, elevam a produtividade global (Samuels, 1996).
- **Tecnologias Abertas e Inovação Aberta:** envolvem a adoção de arquiteturas de sistemas abertos e padrões interoperáveis que evitam a dependência (*lock-in*) de fornecedores proprietários estrangeiros, permitindo que a base científica e industrial nacional modifique e expanda os módulos tecnológicos (Silva et. al., 2019; Silva, 2023).

Do ponto de vista estratégico, a END sublinha que os setores espacial, cibernético e nuclear transcendem a divisão entre agendas civil e militar, reforçando a necessidade de priorizar tecnologias de uso dual (Oliveira; Pedone, 2015; Silva et. al., 2019).

O sucesso na redução da dependência tecnológica, portanto, não constitui apenas um desafio de caráter militar ou de PBC, mas sim um desafio de governança sistêmica. Ele exige a coordenação

efetiva entre instituições científicas e tecnológicas civis e militares, indústria e universidades (Silva, 2023).

Nesse contexto, o planejamento deve assegurar que as encomendas tecnológicas especiais associadas aos Prg EE priorizem o desenvolvimento de capacitações produtivas e tecnológicas autóctones, utilizando o poder de compra do Estado como instrumento ativo de enfrentamento ao cerceamento e de fortalecimento estrutural da BID (Melo et. al., 2015).

A busca continuada pela dualidade dilui os investimentos em P&D, amplia os mercados consumidores das empresas da BID e assegura a manutenção de competências produtivas em períodos de oscilação orçamentária (Herteman, 2008; Melo, 2015).

#### **2.3.4. Governança Sistêmica do Ecossistema de Inovação: Tríplice Hélice, SisDIA e NuGITec EB**

A consolidação da autonomia tecnológica requer modelos de governança capazes de articular instituições governamentais, empresas e centros de pesquisa. O modelo da Tríplice Hélice fundamenta essa interação, buscando superar a rigidez burocrática e a centralização decisória históricas dos órgãos estatais (Silva, 2023).

O enfrentamento desse descompasso estrutural representa um desafio persistente, sobretudo nos setores de alta e média-alta intensidade tecnológica, cuja defasagem impacta negativamente a competitividade industrial do país (Melo et. al., 2015).

No âmbito da Defesa, tal lacuna restringe a autonomia estratégica e expõe a BID a vulnerabilidades críticas. Conforme destacado pela literatura especializada, o Brasil enfrenta um expressivo atraso

tecnológico em relação às nações industrializadas do Norte Global, tais como Estados Unidos, Alemanha e Reino Unido, refletindo limitações profundas na capacidade interna de P&D e na absorção de tecnologias sensíveis (Melo et. al., 2015).

O Exército Brasileiro, visando otimizar os Prg EE e fortalecer a BID, vem buscando modernizar seu SCTIEx, historicamente caracterizado por rigidez, formalismo e centralização decisória.

Como resposta institucional a essas limitações, o EB, por intermédio do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT), implementou o Sistema Defesa, Indústria e Academia (SisDIA), de abrangência nacional, conforme prevê a Política de Defesa, Indústria e Academia do Exército Brasileiro de 2025 (PDIAEx)<sup>13</sup>.

O SisDIA tem como objetivo central fomentar a inovação, estruturando-se nos princípios da Hélice Tríplice e da Inovação Aberta, ao promover maior cooperação entre o Estado, a base industrial brasileira e as instituições acadêmicas.

Portanto, a operacionalização desse modelo ocorre por meio do SisDIA, coordenado pelo Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) (BRASIL, 2025). O SisDIA organiza a governança em três níveis complementares, conforme Quadro 2 e 3:

**Quadro 1.** Níveis de atuação e estrutura do SisDIA

| Nível     | Âmbito | Foco de Atuação                                        | Participantes Principais                    |
|-----------|--------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Operativo | Local  | Execução de projetos específicos do Exército e apoio a | EB, indústrias locais, universidades, polos |

|                         |          |                                                                               |                                                                               |
|-------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                         |          | Arranjos Produtivos Locais (APLs).                                            | tecnológicos, incubadoras.                                                    |
| Estratégico-Operacional | Regional | Estimulação de potencialidades regionais e articulação da Hélice Tríplice.    | EB, Federações de Indústrias (FIESP, FIERGS, etc.), SENAI, órgãos de fomento. |
| Político                | Nacional | Fixação de diretrizes, prospecção tecnológica e atração de recursos federais. | EB, Ministérios, CNI, Finep, CNPq, BNDES.                                     |

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

O Exército Brasileiro (EB) atua no SisDIA fomentando suas ações por meio do oferecimento de recursos humanos, capacitação e prospecção tecnológica, além de se posicionar como potencial comprador dos sistemas e produtos desenvolvidos pelos diversos atores da Hélice Tríplice. Dessa forma, contribui para o desenvolvimento nacional e promove a busca por capacitações produtivas em produtos e sistemas de defesa e duais.

## **Quadro 2.** Organização da atuação do SisDIA

| <b>Nível</b> | <b>Local<br/>(Operativo)</b>                                                         | <b>Regional<br/>(Estratégico-Operacional)</b>                            | <b>Nacional<br/>(Estratégico)</b>                                   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Descrição    | Executa os projetos do Exército e contribui com os Arranjos Produtivos Locais (APLs) | Estimula as potencialidades regionais das hélices industrial e acadêmica | Concentra os esforços relativos aos setores da hélice governamental |

|                    |                                                                            |                                                                                                                                                          |                                                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Participação       | EB, indústrias, universidades, polos de C&T, incubadoras de empresas, APLs | EB, Federações das Indústrias, SENAI, universidades, órgãos de fomento                                                                                   | EB, Ministérios, Confederação Nacional das Indústrias, órgãos de fomento |
| Atuação            | Operativa                                                                  | Estratégico-operacional                                                                                                                                  | Política                                                                 |
| Atividades         | Execução de projetos                                                       | Reuniões, seminários, visitas                                                                                                                            | Reuniões, seminários, visitas                                            |
| Funções Adicionais | Melhor caracterização da Hélice Tríplice                                   | Realização de prospecções estratégica e tecnológica; identificação e apoio aos possíveis APLs; identificação de parceiros para recebimento de tecnologia | Identificação de oportunidades                                           |

**Fonte:** <http://sisdia.dct.eb.mil.br/sisdia> (2026).

Nesse contexto, o Exército propõe um modelo de governança colaborativa para a inovação por meio dos Núcleos de Governança de Inovação Tecnológica do Exército (NuGITEc EB), que seriam integrados aos Parques Tecnológicos (PqTs) localizados nas sedes das Regiões Militares, com destaque na atuação regional, na Tabela 2 acima.

Assim, nesse cenário de restrições é agravado por barreiras geopolíticas deliberadas a nível mundial, exigindo a adoção de estratégias ativas de absorção de conhecimento e superação do hiato produtivo a nível local ou regional.

Em nível local e regional, destaca-se a proposta de implantação dos Núcleos de Governança de Inovação Tecnológica do Exército (NuGITec EB) no interior de Parques Tecnológicos (PqTs). Essa estratégia visa enfrentar a severa disparidade regional na produção de conhecimento sobre defesa no Brasil: dados da literatura apontam que mais de 84% da produção científica nacional em inovação na defesa origina-se na Região Sudeste, seguida pela Região Sul (7,1%) e Nordeste (5,4%), sem registros identificados na Região Norte (Borba et. al., 2022).

Os PqTs como habitats de inovação. Os PqTs são considerados habitats de inovação, estimulando a institucionalização da Tríplice Hélice. A implantação dos NuGITecs nesses PqTs tem como objetivo promover o desenvolvimento de inovações de forma descentralizada, aproveitando as potencialidades.

A instalação descentralizada dos NuGITec EB busca interiorizar as ações de P&D, mobilizar o potencial científico das universidades regionais e desconcentrar a BID, fortalecendo as capacidades tecnológicas do Estado brasileiro de forma homogênea e integrada (Borba et. al., 2022; BRASIL, 2025).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Classificação e Enquadramento Epistemológico da Pesquisa**

A condução deste estudo orienta-se por uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada e com objetivos exploratória-descritivos (Gil, 2019; Triviños, 1987). O enquadramento qualitativo justifica-se pela necessidade de compreender e interpretar a complexidade dos fenômenos institucionais, políticos e tecnológicos que envolvem a gestão da inovação em Defesa, nos quais as

variáveis analíticas não se prestam à simples mensuração numérico-estatística descontextualizada (Creswell, 2014; Minayo, 2012).

A pesquisa adota como suporte epistemológico o Realismo Crítico, matriz teórica que concebe a realidade social como estruturada por mecanismos subjacentes, regras institucionais e relações de poder nem sempre observáveis empiricamente de forma direta, mas cujos efeitos são concretos (Yin, 2016). No âmbito deste trabalho, tais mecanismos manifestam-se nas barreiras do cerceamento tecnológico internacional, nas condicionantes orçamentárias estatais e na articulação normativa entre o PBC e o fortalecimento da BID (Silva et. al., 2019).

A estratégia de investigação baseia-se em um design de pesquisa documental e bibliográfico sistematizado, articulado à técnica de triangulação de dados e fontes (Flick, 2013; Sampieri; Collado; Lucio, 2013). A triangulação permite confrontar o texto dos diplomas legais e normativos estratégicos com os dados operacionais dos Programas Estratégicos do Exército e com a literatura acadêmica especializada, assegurando a validade de construto e mitigando vieses de interpretação monossorce (Flick, 2013; Vergara, 2016).

### **3.2. Procedimentos de Coleta, Seleção e Composição do Corpus Documental**

A delimitação do *corpus* analítico seguiu um protocolo rigoroso de busca e seleção em repositórios oficiais e bases de dados bibliográficas nacionais e internacionais (*Web of Science*, *Scopus*, *SciELO* e *Google Acadêmico*), cobrindo o horizonte temporal compreendido entre 2004 e 2025 (Ramella, 2020). Esse recorte justifica-se por balizar o período que transcorre desde a

promulgação da primeira Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) até a instituição da Política de Inovação do Exército Brasileiro (Portaria C Ex nº 2.525/2025) (Brasil, 2004, 2025).

A composição do *corpus* documental, subdivide-se em três eixos complementares:

- Atos Normativos e Documentos Estratégicos Nacionais: diplomação legal básica que rege a inovação e a defesa, englobando a Lei nº 10.973/2004, a Lei nº 13.243/2016, a PND, a END e a PNBID (Brasil, 2004, 2016, 2022, 2025);
- Documentos Diretivos e Operacionais do Exército Brasileiro: documentos de planejamento do Comando do Exército e do DCT, incluindo o Livro Branco de Defesa Nacional, a Portaria C Ex nº 2.525/2025, os relatórios de acompanhamento do SisDIA e o portfólio dos Prg EE, tais como ASTROS, SISFRON, Defesa Cibernética, OCOP, Forças Blindadas e Amazônia Protegida (BRASIL, 2020, 2023, 2025);
- Literatura Acadêmica Especializada: artigos científicos peer-reviewed, teses e dissertações selecionados mediante aplicação dos descritores combinados: "*Autonomia Tecnológica*", "*Base Industrial de Defesa*", "*Planejamento Baseado em Capacidades*", "*Cerceamento Tecnológico*", "*Tríplice Hélice*" e "*Uso Dual*" (Borba et. al., 2022; Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024; Silva et. al., 2019).

No Quadro 4, segue o protocolo de fontes, critérios de inclusão e exclusão:

### Quadro 3. Protocolo de Seleção e Composição do Corpus Documental da Pesquisa

| Eixo Analítico                        | Tipo de Fonte / Documento                                                                     | Crítérios de Inclusão                                                                    | Crítérios de Exclusão                                                                      |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Marco Regulatório e Político       | PND, END, PNBID, Leis de Inovação (10.973/04 e 13.243/16).                                    | Documentos oficiais em vigor instituídos pelo Poder Executivo e Legislativo Federal.     | Minutas não aprovadas, anteprojetos sem vigência legal e normativos revogados.             |
| II. Diretrizes do Exército Brasileiro | Portaria C Ex nº 2.525/2025, SisDIA, Portfólio dos Prg EE.                                    | Relatórios institucionais oficiais e normativos do Comando do Exército e DCT.            | Apresentações informais, matérias jornalísticas e conteúdos sem chancela oficial.          |
| III. Literatura Científica            | Artigos das bases <i>Web of Science</i> , <i>Scopus</i> , <i>SciELO</i> , teses/dissertações. | Trabalhos revisados por pares que discutem PBC, RBV, BID, Cerceamento e Tríplice Hélice. | Artigos sem revisão por pares, ensaios de opinião e textos sem fundamentação metodológica. |

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Os critérios de elegibilidade asseguraram que apenas fontes primárias oficiais e literatura secundária com rigor de arbitragem fossem incorporadas ao processo analítico (Gil, 2019; Vergara, 2016).

### 3.3. Categorias de Análise e Procedimentos de Análise de Conteúdo

O tratamento dos dados coletados realizou-se por meio da Análise de Conteúdo Temática e Categorical, estruturada conforme o modelo sistemático proposto por Bardin (2016). O procedimento operacional desdobrou-se em três fases fundamentais:

- Pré-análise: leitura flutuante, constituição do *corpus*, verificação das regras de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência, além do alinhamento dos documentos aos objetivos da pesquisa (Bardin, 2016);
- Exploração do Material: operações de codificação, decomposição do texto em unidades de registro (fatos, diretrizes, conceitos) e unidades de contexto, agrupando-as por afinidade semântica em categorias analíticas *a priori* e *a posteriori* (Bardin, 2016; Trinvíños, 1987); e
- Tratamento dos Resultados, Inferência e Interpretação: conduta analítica na qual os dados brutos foram condensados e articulados com a moldura teórica do PBC e da RBV, permitindo extrair inferências sobre o alinhamento dos programas à PNBID e sobre a eficácia dos arranjos de governança (Eisenhardt; Martin, 2000; Silva et. al., 2019).

A matriz analítica compreende quatro categorias centrais:

- CAT-1: Autonomia e Redução de Dependência Tecnológica: examina a aderência dos Prg EE ao Objetivo IV da PNBID, avaliando exigências de nacionalização e P&D autóctone (BRASIL, 2022; Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024);
- CAT-2: Mecanismos de Enfrentamento ao Cerceamento Tecnológico e Hiato: analisa as estratégias para contornar

restrições de acesso, posse e uso de tecnologias sensíveis impostas por atores do Norte Global (Longo, 2007; Moreira, 2015);

- CAT-3: Capacidades Estratégicas e Dinâmica de Uso Dual: investiga a presença de soluções duais (*dual-use*), dinâmicas de *spin-in*, *spin-off* e padrões de inovação aberta nos projetos examinados (Melo, 2015; Samuels, 1996; Silva, 2023); e
- CAT-4: Governança do Ecossistema de Inovação: avalia a estrutura do SisDIA e o potencial descentralizador dos NuGITEc EB quanto à articulação da Tríplice Hélice e mitigação de assimetrias regionais (Borba et. al., 2022; BRASIL, 2025).

### **3.4. Critérios de Validade, Confiabilidade e Rigor Acadêmico**

A observância dos quesitos metodológicos exigidos por periódicos classificados como Qualis A1/A2 pela CAPES e por indexadores internacionais (Scopus e Web of Science) requereu o cumprimento de quatro critérios de rigor em pesquisa qualitativa (Creswell, 2014; Flick, 2013; Yin, 2016):

- Credibilidade (Validade Interna): assegurada mediante o emprego de múltiplos dados e fontes (legislação, relatórios operacionais e literatura empírica), permitindo a confirmação cruzada dos achados (Flick, 2013);
- Transferibilidade (Validade Externa): viabilizada pela descrição detalhada do contexto institucional e do arranjo regulatório do setor de defesa brasileiro, permitindo que o modelo analítico proposto seja aplicável ou adaptado ao estudo da inovação em outros setores estratégicos intensivos em capital e tecnologia

(ex.: setor nuclear, aeroespacial ou de saúde pública) (Sampieri; Collado; Lucio, 2013; Vergara, 2016);

- Confiabilidade e Auditabilidade (Trilha de Auditoria): garantida pelo detalhamento transparente de todas as etapas de busca, codificação, seleção do *corpus* e matriz de categorias, permitindo a replicabilidade do percurso investigativo por outros pesquisadores (Bardin, 2016; Yin, 2016);
- Confirmabilidade (Objetividade Qualitativa): alcançada através do constante confronto entre as inferências do autor e as evidências documentais extraídas das fontes primárias chanceladas e da produção bibliográfica arbitrada (Gil, 2019; Minayo, 2012).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS**

### **4.1. Centralidade da Autonomia Tecnológica na PNBID e a Métrica do Aplicável**

A análise do arcabouço instituído pela PNBID, promulgada pelo Decreto nº 11.169/2022, evidencia que o fortalecimento da BID transcende a dimensão puramente comercial ou manufatureira, configurando um imperativo de sobrevivência e soberania do Estado (Brasil, 2022; Silva, 2023).

Então ao analisar os Prg EE à luz dos objetivos da PNBID, em especial do Objetivo IV, especialistas verificam redução da dependência externa da BID, evidências que a priorização de projetos favorece o desenvolvimento autóctone e a nacionalização de componentes estratégicos (Gavião et. al., 2024).

Ou seja, dentre os sete objetivos estratégicos dispostos na PNBID, destaca-se a centralidade atribuída pela literatura especializada ao **Objetivo IV:** *diminuir progressivamente a dependência externa no que tange a produtos estratégicos de defesa, desenvolvendo-os e produzindo-os internamente* (BRASIL, 2022; Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024; Leite, 2011).

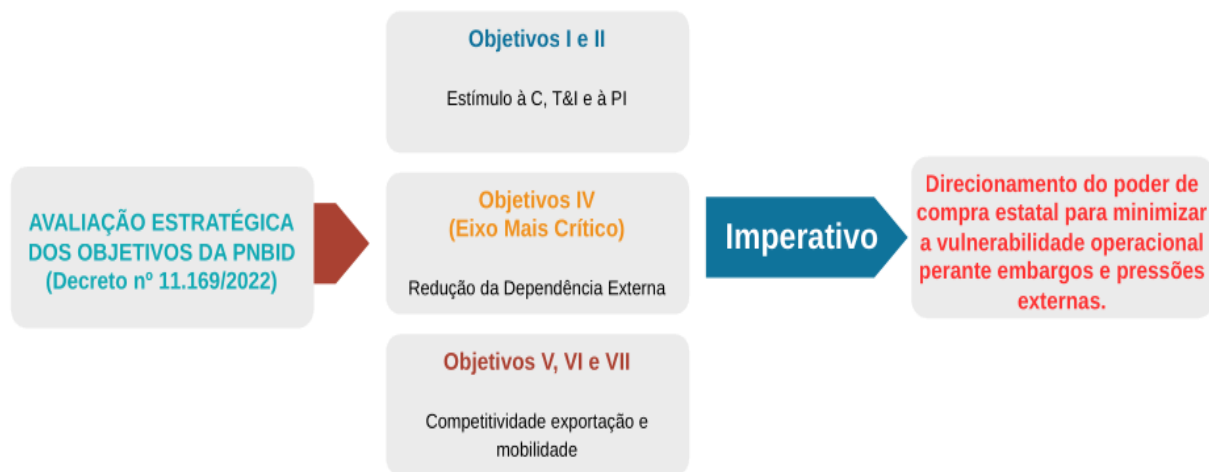
Esse alinhamento revela não apenas a aderência dos programas às diretrizes da política, mas também sua capacidade de atuar como instrumentos concretos para a consolidação de autonomia tecnológica no setor de defesa.

Análises multicritério aplicadas junto a peritos e tomadores de decisão do setor de defesa demonstram a preferência estatisticamente significativa do Objetivo IV em relação aos demais eixos da PNBID (Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024). Essa valoração prioritária decorre da percepção da vulnerabilidade crônica a que o País permanece submetido ao depender de insumos, componentes e suporte logístico estrangeiros para a manutenção de seus meios operacionais (Leite, 2011; Migon, 2014, 2016).

Os programas que compõem o Portfólio Estratégico do Exército (PPEX)<sup>14</sup> têm por finalidade central dotar a Força Terrestre de novas capacidades operativas, garantindo o cumprimento de sua missão constitucional de defesa da sociedade e contribuindo para o fortalecimento da capacidade dissuasória por meio da projeção de poder nos campos militar, científico, tecnológico e econômico. Além dessa função principal, tais programas produzem benefícios indiretos relevantes, incluindo a valorização da dimensão humana, a promoção da paz social, a geração de empregos e o estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação.

Assim, verifica-se que o alinhamento dos Objetivos Estratégicos do Exército Brasileiro, constantes na PIE, estão diretamente alinhados ao PNBID, PND e END, conforme o Organograma de Avaliação Estratégica da Figura 4.

**Figura 4.** Organograma da Avaliação Estratégica dos Objetivos da PNBID



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

A urgência dessa diretriz fundamenta-se nos dados empíricos que caracterizam o hiato tecnológico nacional. Conforme demonstrado por Melo, Ficidji e Possas (2015), o esforço inovativo do setor industrial brasileiro permanece amplamente aquém das fronteiras observadas em nações desenvolvidas. No segmento de "outros equipamentos de transporte", no qual se insere a indústria aeronáutica e de defesa, apenas 4,6% das empresas brasileiras realizam atividades internas de P&D de forma contínua, em contraste com a média de 41,4% verificada nos países europeus (Melo; Ficidji; Possas, 2015). Além disso, em setores intensivos em conhecimento (como equipamentos de informática e telecomunicações), os investimentos em P&D no Brasil não atingem 3% do faturamento empresarial, enquanto a média europeia alcança 8,1% (Melo; Ficidji; Possas, 2015).

Esse descompasso estrutural é agravado pela ação sistemática do cerceamento tecnológico, mecanismo geopolítico por meio do qual Estados detentores do conhecimento sensível impõem barreiras contratuais e regulatórias para preservar assimetrias de poder (Longo, 2007; Pedone; Oliveira, 2015). Conforme tabulado pela literatura, o cerceamento opera mediante três táticas complementares:

- **Negação de Acesso:** bloqueio direto do fornecimento por meio de regimes multilaterais restritivos e listas de controle de exportação (Longo; Moreira, 2009; Moreira, 2015);
- **Negação de Posse:** impedimento da transferência de *know-how*, retenção de códigos-fonte e cooptação de empresas estratégicas nacionais (*brain drain*) (Longo; Moreira, 2009);
- **Negação de Uso:** imposição de cláusulas de uso final (*end-user certificates*) que proíbem a modificação soberana, integração de sistemas terceiros ou reexportação do equipamento sem anuência do país fabricante (Moreira, 2015).
- Os programas com maior pontuação à PNBID que tentam superar essas restrições são, de modo predominantemente, aqueles de natureza técnico-industrial (BRASIL, 2023), tais como:
- **Forças Blindadas.** O programa visa adquirir e modernizar viaturas blindadas sobre rodas e lagartas, transformando a Infantaria Motorizada em Mecanizada e atualizando Cavalarias e Infantarias Blindadas. Estimula pesquisa e inovação nacionais, abrangendo novas versões de blindados, modernização de

plataformas e desenvolvimento de sistemas de armas e comando e controle.

- **Astros.** Iniciado em 2012, o programa envolve P&D, modernização de viaturas e construção de estruturas militares, atuando como vetor operacional e de desenvolvimento nacional. Alinhado à PND e à END, dinamiza a BID, gera milhares de empregos e reduz defasagens tecnológicas estratégicas.
- Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (**SISFRON**). Desenvolve capacidades tecnológicas para monitorar e controlar fronteiras terrestres, integrando sensores, comando e controle e inteligência. Busca consolidar competências nacionais em vigilância e apoiar ações de defesa, segurança e desenvolvimento, fortalecendo autonomia tecnológica.
- **Cibernética.** Estrutura a capacidade cibernética do Exército, coordenada pelo Centro de Defesa Cibernética e composta por seis projetos conduzidos por instituições especializadas. Amplia a proteção de redes estratégicas e prepara a Força para atuar em um ambiente informacional contestado.
- Obtenção da Capacidade Plena da nossa Força (**OCOP**). Evolução do Projeto de Recuperação da Capacidade Operacional (RECOP), é o único programa que abrange toda a Força Terrestre. Busca manter a capacidade operacional, aumentar prontidão e dissuasão e fortalecer a BID por meio da modernização e obtenção de materiais e sistemas de defesa.
- **Amazônia Protegida.** Amplia a capacidade militar e a infraestrutura na região amazônica, com foco em fronteiras.

Inclui obras, modernização de sistemas essenciais e melhoria das condições de vida da família militar, fortalecendo a presença estratégica do Estado.

A priorização de projetos com maior densidade tecnológica evidencia a necessidade estratégica de orientar ações, metas e indicadores da política pública para o incremento do índice de nacionalização de tecnologias. Isso implica atuar de forma direcionada no desenvolvimento de sistemas, subsistemas e componentes dos produtos de defesa, de modo a fortalecer a autonomia tecnológica e reduzir vulnerabilidades externas.

A superação dessa vulnerabilidade exige, portanto, que PBC oriente a alocação do orçamento público para o fomento de projetos autóctones e parcerias com elevado índice de nacionalização (Brick; Sanches; Gomes, 2017; Silva et. al., 2019).

#### **4.2. Os Programas Estratégicos do Exército (Prg EE) Como Encomendas Tecnológicas e Indutores da BID**

O PBC, fundamentado teoricamente na RBV, concretiza-se na Força Terrestre por meio dos **Prg EE** (Eisenhardt; Martin, 2000; Silva et. al., 2019). Ao funcionarem como encomendas tecnológicas de alta complexidade, esses programas mobilizam o mercado interno, estimulando a retenção de competências críticas e a sustentabilidade econômico-financeira da Base Industrial de Defesa (Longo; Moreira, 2013; Silva, 2023).

A avaliação da aderência do portfólio estratégico do Exército aos objetivos da PNBID revela que os programas de maior densidade técnico-industrial são exatamente aqueles que apresentam maior contribuição teórica e empírica para a redução da dependência

tecnológica externa, conforme Quadro 5, abaixo (Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024; BRASIL, 2023).

**Quadro 4.** Matriz de Contribuição dos Programas Estratégicos do Exército à PNBID

| Programa Estratégico | Foco Tecnológico e Operacional                               | Mecanismo de Impacto na PNBID                                             | Alinhamento com a Autonomia                                                            |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Programa ASTROS      | Mísseis e foguetes de longa distância, guia de precisão.     | Exigência de P&D autóctone, nacionalização e contratos de <i>Offset</i> . | Elevado: Considerado por especialistas a maior contribuição individual ao Objetivo IV. |
| SISFRON              | Sensoriamento remoto, radares, optrônicos, C2 e TI.          | Fomento à indústria nacional de telecomunicações, software e optrônicos.  | Elevado: Reduz a dependência de arquiteturas de vigilância estrangeiras.               |
| Defesa Cibernética   | Proteção de infraestruturas críticas e guerra informacional. | Desenvolvimento de criptografia soberana e segurança de redes.            | Elevado: Mitiga vulnerabilidades em ativos estratégicos e sistemas de informação.      |
| Forças Blindadas     | Viaturas blindadas sobre rodas/lagartas, sistemas de armas.  | Modernização de plataformas fabris e atração de investimentos produtivos. | Médio-Elevado: Promove a capacitação da indústria metal-mecânica e de integração.      |
| OCOP                 | Modernização geral e manutenção da                           | Padronização de materiais de                                              | Médio: Garante demanda regular para produtos de                                        |

|                    | prontidão operacional.                                    | defesa e garantia de escala à BID.                                    | fabricação nacional.                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Amazônia Protegida | Infraestrutura, presença estratégica e apoio operacional. | Expansão de infraestruturas duais e presença do Estado em fronteiras. | Médio: Estimula economias regionais e logística em áreas isoladas. |

**Fonte:** Adaptado de Brasil (2020, 2023), Gavião, Carvalho e Carvalho (2024) e Silva (2023).

O destaque conferido ao Programa ASTROS e ao SISFRON reflete a aplicação prática do conceito de capacidades dinâmicas no setor público (Eisenhardt; Martin, 2000). Ao estabelecer parcerias com empresas nacionais para a fabricação do Míssil Tático de Cruzeiro (AV-MTC) e para o desenvolvimento de radares e sensores integrados, o Exército atua como comprador qualificado, absorvendo o risco tecnológico e criando vantagens competitivas sustentáveis no parque industrial autóctone (Gavião; Carvalho; Carvalho, 2024; Silva, 2023).

**4.3. A Dinâmica de Uso Dual (Dual-Use) e os Fluxos de Transbordamento Tecnológico**

A sustentabilidade da BID em países em desenvolvimento é diretamente condicionada pela capacidade de integrar as demandas de defesa aos mercados civis. A Tecnologia de Uso Dual (*dual-use*) define-se pela aplicabilidade simultânea em bens, serviços ou processos militares e comerciais, configurando o pilar econômico da PNBID e da Política de Inovação do Exército Brasileiro (Portaria C Ex nº 2.525/2025) (Brasil, 2022, 2025; Dagnino, 2010; Silva, 2023).

A adoção de tecnologias de uso dual oferece vantagens significativas para o setor de defesa, contribuindo para assegurar o abastecimento de Produtos de Defesa às Forças Armadas. Além disso, permite o cruzamento de atividades civis e militares, gerando um círculo virtuoso que reduz custos, amplia a competitividade internacional e fortalece a perenidade de competências tecnológicas, especialmente em países sujeitos a restrições orçamentárias. A produção de armamentos e sistemas militares também atua como um laboratório avançado de métodos produtivos, assumindo riscos que o setor civil normalmente evitaria e gerando capacidades de gestão e integração que se irradiam para toda a economia.

A literatura econômica identifica que o domínio de produtos duais gera um ciclo virtuoso: ao permitir que a indústria opere em escalas de produção voltadas ao mercado consumidor civil, diluem-se os elevados custos fixos de P&D associados aos sistemas militares (Herteman, 2008; Melo, 2015). Essa integração reduz os preços unitários das encomendas estatais e preserva a viabilidade das empresas durante períodos de contingenciamento do orçamento de defesa (Dagnino, 2010; Melo, 2015).

Apesar do reconhecimento dessas vantagens, persiste um debate importante sobre os fluxos de transbordamento tecnológico entre os setores militar e civil. Historicamente, o desenvolvimento tecnológico de maior impacto está intimamente vinculado às demandas de segurança e defesa, e que as tecnologias civil e militar diferem menos em essência do que em aplicação (Longo, 2007). Apresenta-se na Figura 5 um organograma da dinâmica de interseção Civil-Militar utilizadas para a construção de negociações inovativas que tem tido sucesso.

**Figura 5.** Organograma da Dinâmica de Interseção Civil-Militar



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

A análise dos fluxos de transbordamento revela uma importante evolução histórica no setor:

- ***Spin-off* (Militar para o Civil):** padrão dominante durante a Guerra Fria, em que projetos militares atuavam como laboratórios avançados para o surgimento de tecnologias comerciais de massa (Samuels, 1996);
- ***Spin-in* (Civil para o Militar):** padrão predominante na era contemporânea, caracterizado pela rápida incorporação, pelas Forças Armadas, de inovações emergentes do setor civil (como Inteligência Artificial, microeletrônica e navegação comercial), reduzindo os prazos de desenvolvimento de novos sistemas (Oliveira; Pedone, 2015); e
- **Inovação Aberta e Arquiteturas Livres:** emprego de padrões abertos que evitam o aprisionamento tecnológico (*lock-in*) junto a fornecedores proprietários estrangeiros, assegurando que a base científica nacional possa modificar e atualizar os sistemas bélicos soberanamente (Silva et. al., 2019; Silva, 2023).

Entretanto, em análises mais recentes sugerem que o clássico *spin off*, transferência de inovações militares para o setor civil, teria sido mais expressivo entre a Segunda Guerra Mundial e as primeiras décadas da Guerra Fria. No contexto contemporâneo, marcado pela elevada especialização técnica, observa-se predominância do movimento inverso, o *spin in*, no qual inovações civis vertem para o setor bélico. Ainda assim, prevalece a compreensão de que a interdependência civil-militar constitui o padrão atual do desenvolvimento tecnológico (Oliveira; Pedone, 2015).

A PIE (Portaria C Ex nº 2.525/2025) alinha-se a essa dinâmica ao regulamentar o tratamento favorecido às empresas nacionais e estimular a transferência de tecnologia e o licenciamento de propriedade intelectual para o setor produtivo civil (Brasil, 2025).

#### **4.4. Arranjos de Governança Sistêmica e Descentralização Regional: SisDIA e NuGITec EB**

O êxito da conversão de diretrizes normativas em capacidade industrial e soberania tecnológica requer um modelo de governança apto a articular os atores da Tríplice Hélice (Ramella, 2020; Silva, 2023). Historicamente, o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército padece de rigidez burocrática e centralização decisória. Para superar tais limitações, o Comando do Exército, por meio do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT), instituiu o Sistema Defesa, Indústria e Academia (SisDIA) (Brasil, 2025).

O SisDIA organiza a governança em três níveis operacionais interdependentes, no Quadro 6, abaixo:

#### **Quadro 5. Estrutura Organizacional e Níveis de Atuação do SisDIA**

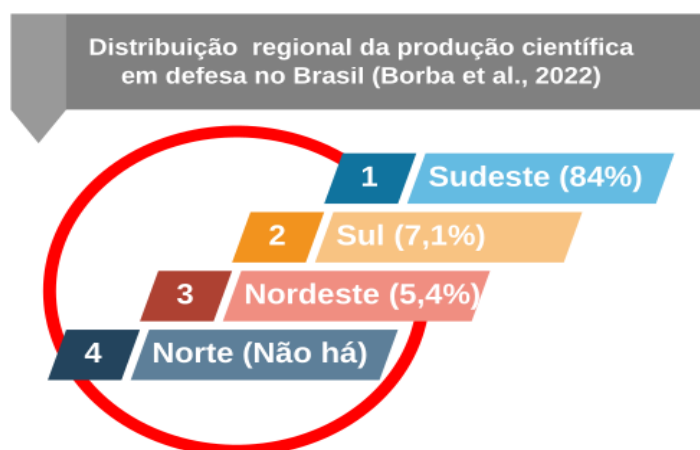
| Nível | Nomenclatura                         | Foco de Atuação                                                               | Atividades e Funções Principais                                                    | Atores Envolvidos                                                                |
|-------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| I     | Operativo (Local)                    | Execução de projetos específicos e apoio a Arranjos Produtivos Locais (APLs). | Execução de P&D, prototipagem, testes de campo e integração comunitária.           | EB, indústrias locais, universidades regionais, incubadoras, polos tecnológicos. |
| II    | Estratégico - Operacional (Regional) | Articulação regional da Tríplice Hélice e prospecção de vocações.             | Mapeamento de competências regionais, seminários, atração de parceiros comerciais. | EB, Federações de Indústrias (FIESP, FIERGS, etc.), SENAI, órgãos de fomento.    |
| III   | Político (Nacional)                  | Fixação de diretrizes nacionais e captação de recursos estratégicos.          | Formulação de políticas, identificação de oportunidades e captação de fundos.      | EB, Ministérios, CNI, Finep, CNPq, BNDES.                                        |

**Fonte:** Adaptado de Brasil (2025).

Complementarmente ao SisDIA, a proposta de implantação dos Núcleos de Governança de Inovação Tecnológica do Exército (NuGITEc EB) no interior de Parques Tecnológicos (PqTs) visa combater um dos maiores gargalos estruturais do Sistema Nacional de Inovação em Defesa: a extrema concentração regional da produção científica e tecnológica.

Os desafios regionais. A produção científica sobre inovação em Defesa no Brasil é altamente concentrada, com mais de 84% dos trabalhos originados de instituições da região Sudeste, seguida pelo Sul (mais de 7,1%) e pelo Nordeste (5,4%) (Borba et. al., 2022). A região Norte, por sua vez, não registra publicações nesse tema, conforme a Figura 6 abaixo. A implantação de NuGITEcs descentralizados visa justamente reduzir essas disparidades tecnológicas e socioeconômicas, transformando o conhecimento em produtos e serviços de alto valor agregado.

**Figura 6.** Organograma da Distribuição Regional da Produção Científica em Defesa.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

A interiorização promovida pelos NuGITEc EB ao integrarem-se às sedes das Regiões Militares atua diretamente na mitigação dessa disparidade. Ao utilizar os Parques Tecnológicos como habitats de inovação, o Exército descentraliza a execução das encomendas tecnológicas, mobiliza a capacidade científica das universidades locais e fortalece a retenção de talentos em regiões fora do eixo Sudeste (Borba et. al., 2022; BRASIL, 2025). Essa desconcentração é fundamental para converter potencialidades regionais em soluções

duais, consolidando uma Base Industrial de Defesa verdadeiramente nacional, territorialmente articulada e resiliente a pressões externas.

O sucesso dessas ações dependerá da priorização de investimentos em projetos de elevado conteúdo tecnológico e da efetiva implementação do modelo de governança colaborativa do EB, garantindo que o poder de compra do Estado e as encomendas tecnológicas promovam o aumento do índice de nacionalização e reduzam o cerceamento e a dependência tecnológica.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo evidenciou que a busca pela autonomia tecnológica e pela mitigação da dependência externa constitui o vetor central da soberania do Estado brasileiro e da consolidação de sua projeção geopolítica. Conforme demonstrado ao longo do estudo, a capacitação científica e industrial no setor de Defesa não se restringe a uma dimensão puramente instrumental, configurando-se como um processo político, social e institucional de longo prazo que demanda forte articulação entre o planejamento estratégico militar e a política industrial.

A operacionalização do PBC, amparado pelos fundamentos microeconômicos da RBV, revelou-se indispensável para direcionar a alocação de recursos escassos para programas de alta densidade tecnológica. Verificou-se que os Prg EE, a exemplo do ASTROS e do SISFRON, atuam de forma efetiva como encomendas tecnológicas de alta complexidade, estimulando a nacionalização de subsistemas críticos e impulsionando o atendimento ao Objetivo IV da PNBID, voltado à redução da dependência de fornecedores estrangeiros.

Contudo, a trajetória em direção à soberania tecnológica esbarra em severos entraves estruturais, representados pelo hiato tecnológico frente à fronteira internacional e pelas práticas sistemáticas de cerceamento tecnológico exercidas por nações detentoras de conhecimentos sensíveis. Para contornar tais vulnerabilidades, o estudo sublinha a urgência de consolidar o domínio de tecnologias de uso dual (*dual-use*), cujos fluxos de transbordamento (*spin-in* e *spin-off*) atenuam os custos fixos de P&D e asseguram a perenidade econômica da BID.

Assim, a política pública deve priorizar o incremento do índice de nacionalização e o domínio de tecnologias de uso dual, essenciais para garantir abastecimento de produtos de defesa, reduzir custos e ampliar a competitividade internacional da BID.

Contudo, desafios políticos e econômicos persistem. A inflexão na política nacional de inovação a partir de meados de 2010, marcada por austeridade e desregulamentação, fragilizou empresas tecnológicas e o setor acadêmico. Para garantir sustentabilidade da BID, o Estado deve assegurar instrumentos financeiros adequados, estratégias ativas de inovação e proteção da propriedade intelectual.

Ademais, evidenciou-se que o êxito dessas iniciativas depende de uma arquitetura de governança sistêmica capaz de superar a centralização burocrática histórica. Nesse aspecto, a implementação do SisDIA e a proposta de descentralização por meio dos Núcleos de Governança de Inovação Tecnológica (NuGITEc EB) em Parques Tecnológicos representam avanços fundamentais na institucionalização da Tríplice Hélice e na mitigação das assimetrias regionais da pesquisa em defesa no país.

Por fim, aponta-se que a estabilidade das políticas públicas de inovação, severamente testada por ciclos de restrição fiscal e desregulamentação na última década, constitui precondição para que o Brasil assegure um ecossistema de defesa tecnologicamente competitivo, resiliente e apto a projetar poder de forma autônoma no sistema internacional. Como agenda para futuros estudos, sugere-se a aplicação de métricas empíricas quantitativas para mensurar o impacto direto dos Acordos de Compensação Tecnológica (*offset*) sobre os índices de nacionalização das cadeias de suprimento de defesa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Reimpressão da 1. ed. de 2011. São Paulo: Edições 70, 2016.

BORBA, L. et al. Mapeamento da produção científica sobre inovação em Defesa no Brasil. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2022, Ponta Grossa. *Anais*. Ponta Grossa: ANEGEP, 2022. p. 1-14.

BRASIL. Comando do Exército. Portaria - C Ex nº 2.525, de 24 de julho de 2025. Aprova a **Política de Inovação do Exército Brasileiro (EB10-P-07.002)**. 1. ed. Brasília: Comando do Exército, 2025.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 11.169, de 10 de agosto de 2022. Institui a **Política Nacional da Base Industrial de Defesa - PNBID**. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 152, p. 1-4, 11 ago. 2022.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no

ambiente produtivo. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 141, n. 232, p. 1-4, 3 dez. 2004.

\_\_\_\_\_. 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. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 153, n. 7, p. 1-5, 12 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2025.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Portfólio Estratégico do Exército**. Brasília, DF: Estado-Maior do Exército, 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Sistema Defesa, Indústria e Academia - SisDIA**. Brasília: Departamento de Ciência e Tecnologia, 2025. Disponível em: <http://sisdia.dct.eb.mil.br/sisdia>. Acesso em: 15 nov. 2025.

BRICK, E. S.; SANCHES, E. S.; GOMES, M. G. F. M. Avaliação de capacidades operacionais de combate: conceituação, taxonomia e práxis. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, Niterói, v. 9, n. 17, p. 11-43, 2017. Disponível em: <https://defesa.uff.br/wp-content/uploads/sites/342/2020/11/REST-11-Artigo-Prof-BRICK.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRUSTOLIN, V. M. **Inovação e desenvolvimento via Defesa Nacional nos EUA e no Brasil**. 2014. Tese (Doutorado em Políticas

Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas, Instituto de Economia, Rio de Janeiro, 2014.

CCC (Center for Contemporary Conflict). **Capabilities-Based Defense Planning: Building a 21st Century.** Monterey: National Security Affairs Department, 2004.

CORRÊA, L. D. P.; BONDARCZUK, B. A. Formulação de políticas setoriais em Defesa Nacional e Segurança: a gestão de propriedade intelectual e inovação nas Forças Armadas. **Coleção Meira Mattos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 36, p. 835-848, set./dez. 2015.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens.** 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

DAGNINO, R. **A indústria de defesa brasileira: uma visão prospectiva.** São Paulo: Editora UNESP, 2010.

DOD (Department of Defense). **Defense Acquisition Guidebook.** Washington, DC: Department of Defense, 2004.

DUTTA, S.; LANVIN, B.; LEÓN, L. R.; VINCENT, S.. **Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis.** Geneva: WIPO, 2021.

EISENHARDT, K. M.; MARTIN, J. A. Dynamic capabilities: what are they? **Strategic Management Journal**, Chicago, v. 21, n. 10-11, p. 1105-1121, 2000.

EUROPEAN COMMISSION. **European Innovation Scoreboard 2022**.  
Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre:  
Artmed, 2013.

GARCIA, S. R.; WOLFFENBÜTTEL, P. A política de inovação e o  
impasse do desenvolvimento no Brasil. **Sociedade e Cultura**,  
Goiânia, v. 26, p. 1-28, 2023.

GAVIÃO, L. O.; CARVALHO, S. DE O. B.; CARVALHO, M. V. S. DE.  
Contribuições dos programas estratégicos do Exército Brasileiro à  
política nacional da base industrial de defesa. **Coleção Meira Mattos**,  
Rio de Janeiro, v. 18, n. 62, p. 255-288, maio/ago. 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo:  
Atlas, 2019.

HERTEMAN, J. P. La Technologie: un impératif stratégique pour la  
France. **Revue de Défense Nationale**, Paris, n. 707, p. 135-146, 2008.

LEITE, L. C. B. **A indústria de defesa no Brasil: impasses e  
perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011.

LONGO, W. P. Tecnologia militar: conceituação, importância e  
cerceamento. **Tensões Mundiais**, Fortaleza, v. 3, n. 5, p. 111-143, 2007.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. **Indústria de Defesa: soberania e  
inovação tecnológica**. Rio de Janeiro: FGV, 2009.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. O papel dos Programas Estratégicos  
do Exército no fomento à inovação nacional. **Revista de Estudos de**

**Defesa**, Brasília, DF, v. 12, n. 2, p. 89-112, 2013.

MELO, R. **Indústria de defesa e desenvolvimento estratégico: estudo comparado França-Brasil**. Brasília, DF: FUNAG, 2015.

MELO, T. M.; FICIDJI, J. R.; POSSAS, M. L. Política industrial como política de inovação: notas sobre hiato tecnológico, políticas, recursos e atividades inovativas no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 14, n. esp., p. 11-36, jul. 2015.

MIGON, E. X. F. G. Desafios do planejamento de defesa no Brasil. **Revista da Escola Superior de Guerra**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 63, p. 45-68, 2016.

MIGON, E. X. F. G. **Planejamento estratégico de defesa: dilemas e desafios contemporâneos**. Rio de Janeiro: Escola Superior de Guerra, 2014.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2012.

MOREIRA, W. S. Transferência de tecnologia e autonomia estratégica em defesa. **Revista de Estudos Internacionais**, Paraíba, v. 6, n. 2, p. 45-67, 2015.

MOYNOT, J. L. **Politique industrielle et Europe Politique: le cas de l'industrie stratégique de Défense**. La politique industrielle d'armement et de Défense de la Ve République: évolution, bilan et perspective. Paris: L'Harmattan, 2010.

PEDONE, L.; OLIVEIRA, G. T. B. DA S. A importância política e estratégica da área de ciência e tecnologia e inovação (CT&I) para

defesa: uma breve exposição teórica e conceitual. **Revista da Escola Superior de Guerra**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 61, p. 86-111, jul./dez. 2015.

RAMELLA, F. **Sociologia da Inovação Econômica**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020.

RUMSFELD, D. H. Transforming the Military. **Foreign Affairs**, New York, v. 81, n. 3, p. 20-32, 2002.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SAMUELS, J. R. **Rich Nation, Strong Army: national security and the technological transformation of Japan**. Ithaca: New York: Cornell University Press, 1996. 480 p.

SILVA, L. M. A.; MIGON, E. X. F. G.; NUNES, R.; PAGGIARO, F. S. Inovação e tomada de decisão em Defesa: considerações introdutórias ao planejamento baseado em capacidades. **Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad**, Bogotá, v. 14, n. 1, p. 189-203, ene./jun. 2019.

SILVA, M. V. G. Base Industrial de Defesa e Forças Armadas: potencialidades e desafios no contexto da Economia de Defesa. **Coleção Meira Mattos**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 60, p. 487-507, set./dez. 2023.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WALKER, W. **Capability-Based Planning: Methods and Challenges**. Santa Monica: RAND Corporation, 2005.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso Superior de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Inovação da *Academia do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)* / Departamento de Ciência e Tecnologia – DCT - Exército Brasileiro. *Campus INPI*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>2</sup> Discente do Curso Superior de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Inovação da Academia do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) / Comando da 10ª Região Militar - Exército Brasileiro. *Campus INPI*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>3</sup> Pesquisador do Estado-Maior do Exército – EME / Exército Brasileiro. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>4</sup> Docente do Curso Superior de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Inovação da Academia do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Federal University of Rio de Janeiro. (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ), *Campus INPI*. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

<sup>5</sup> PND. Acesso pelo: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/politica-nacional-de-defesa](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/politica-nacional-de-defesa)

<sup>6</sup> END. Acesso pelo: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/estrategia-nacional-de-defesa-pdf/@display-file/file>

<sup>7</sup> GII 2025. Acesso pelo: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/assets/89507/global-innovation-index-2025-en.pdf>

<sup>8</sup> EIS2026. Acesso pelo: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/273fbdb3-7c07-11f1-bf5e-01aa75ed71a1/language-en>

<sup>9</sup> PNBID. Acesso pelo: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/base-industrial-de-defesa>

<sup>10</sup> PIE – Fonte: Exército Brasileiro. Acesso pelo: <https://share.google/1VKJjRY14r1nF8ro0>

<sup>11</sup> PNI – Acesso em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-governanca-digital/estrategias-e-politicas-digitais/politica-nacional-de-inovacao>

<sup>12</sup> Pág 24 – PND. Acesso pelo: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/publicacoes-politica-e-estrategia-nacional-de-defesa/pnd-end-2020.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/publicacoes-politica-e-estrategia-nacional-de-defesa/pnd-end-2020.pdf)

<sup>13</sup> PDIAEx - Fonte: Exército Brasileiro. Acesso em: <https://share.google/9C7CIUP4Y29FYBEoF>

<sup>14</sup> PPEX – Acesso em: <https://epex.eb.mil.br/index.php/portfolio-estrategico-do-exercito/o-portfolio>

