



**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO**

Cel Av LUIZ ÂNGELO DE ANDRADE PINHEIRO BORGES

**O desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil:
potencialidades e desafios atuais**



Rio de Janeiro

2023



Cel Av LUIZ **ÂNGELO** DE ANDRADE PINHEIRO BORGES

**O desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil:
potencialidades e desafios atuais**

Policy Paper apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção de título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Alta Administração Militar.

Orientador: Cel R1 Inf Pedro Winkelmann Santana de Araújo

Rio de Janeiro
2023

B732d Borges, Luiz Ângelo de Andrade Pinheiro

O desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil: potencialidades e desafios atuais. / Luiz Ângelo de Andrade Pinheiro Borges. — 2023.

45 f. : il. ; 30 cm

Orientação: Pedro Winkelmann Santana de Araújo.

Policy Paper (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração Militar) — Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023.

Bibliografia: f. 43-45

1. Inteligência Artificial. 2. Prontidão. 3. Desempenho. 4. Benchmarking. I. Título.

CDD 006.3

Cel Av LUIZ ÂNGELO DE ANDRADE PINHEIRO BORGES

O desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil: potencialidades e desafios atuais

Policy Paper apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Alta Administração Militar.

Aprovado em _____ de _____ de 2023.

COMISSÃO AVALIADORA

Pedro **Winkelmann** Santana de Araújo – Cel R1 – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

João Luiz de Araújo **Lampert** – Cel Inf – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

Luciano Correia Simões – Cel R1 Inf – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

RESUMO

Este trabalho objetivou conhecer as potencialidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) no Brasil, considerando os cenários nacional e internacional, a capacidade transformadora dessa tecnologia e as implicações para a Defesa Nacional. A fundamentação teórica necessária à exploração do tema consistiu em quatro principais aspectos: o modelo *Benchmarking* de Processos (BP) descrito por Albertin, Kohl e Elias (2016); o Índice de Prontidão Governamental para Inteligência Artificial (IPGIA) 2022 produzido pela consultoria *Oxford Insights* (2022); o suporte estatístico descritivo apreciado sob a ótica de Correa (2003); e o conceito da Matriz Importância-Desempenho (MID) apresentado por Slack, Chambers e Johnston (2009). A dinâmica metodológica englobou a apresentação de esquema analítico para se atingirem os objetivos propostos; a seleção de atores internacionais para a realização dos comparativos necessários; a maneira como os dados foram tabulados e tratados estatisticamente; a exposição dos resultados encontrados; e uma limitação da pesquisa. A utilização do modelo BP, por meio do método de cinco fases do IPK, foi essencial para a estruturação do trabalho e formulação das recomendações político-estratégicas. A pesquisa bibliográfica junto ao IPGIA 2022 resultou na tabulação de 602 índices de desempenho do Brasil e dos atores “América do Sul” e “OTAN”, frente a 14 atributos: um índice geral, três pilares (Governo, Setor de Tecnologia e Dados e Infraestrutura) e dez dimensões (Visão, Governança e Ética, Capacidade Digital, Adaptabilidade, Maturidade, Capacidade de Inovação, Capital Humano, Infraestrutura, Disponibilidade de Dados e Representatividade dos Dados). O tratamento estatístico envolvendo o conceito de percentil possibilitou a adaptação dos dados para os eixos X (importância) e Y (desempenho) da MID, nos contextos “Brasil x América do Sul” e “Brasil x OTAN”. Ademais, o detalhamento dos indicadores componentes de cada pilar e dimensão aprofundou a análise da MID. A categorização dos atributos, conforme as zonas estabelecidas pelos marcos teóricos da MID, revelou que os fatores avaliados no contexto “Brasil x América do Sul” se situaram na zona adequada, a despeito de a dimensão Adaptabilidade ter apresentado desempenho mediano e o Brasil ser superado por Chile, Colômbia, Uruguai e Paraguai nesse aspecto. Em se tratando de “Brasil x OTAN”, identificaram-se as dimensões Visão e Capacidade Digital na zona adequada; nenhuma dimensão na zona de excesso; o índice geral, os três pilares e as dimensões Maturidade, Capacidade de Inovação, Capital Humano, Infraestrutura e Disponibilidade de Dados na zona de melhoramento; e as dimensões Governança, Ética e Adaptabilidade e Representatividade dos Dados na zona de ação urgente. Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi alcançado. Ressalta-se que foi identificada uma limitação relacionada ao lapso temporal de alguns dados apresentados no IPGIA 2022, podendo não refletir o quadro mais atualizado de alguns países. Como principal contribuição, o presente trabalho apresentou nove recomendações político-estratégicas ao Ministério da Defesa para o desenvolvimento da IA no Brasil. Adicionalmente, expôs um método científico replicável aos processos de acompanhamento da conjuntura do desenvolvimento dessa tecnologia, mediante as adaptações necessárias para os cenários e contextos de interesse.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Prontidão. Desempenho. Benchmarking.

ABSTRACT

This work aimed to understand the potentialities and challenges related to the current stage of development of Artificial Intelligence (AI) in Brazil, considering both national and international scenarios, the transformative capacity of this technology, and its implications for National Defense. The theoretical foundation necessary for exploring the topic consisted of four main aspects: the Benchmarking of Processes (BP) model described by Albertin, Kohl, and Elias (2016); the Government AI Readiness Index (IPGIA) 2022 produced by Oxford Insights (2022); descriptive statistical support from the perspective of Correa (2003); and the concept of the Importance-Performance Matrix (IPM) introduced by Slack, Chambers, and Johnston (2009). The methodological approach included the presentation of an analytical framework to achieve the proposed objectives, the selection of international actors for necessary comparisons, the way data were tabulated and statistically treated, the presentation of the obtained results, and a research limitation. The use of the BP model, through the five-phase IPK method, was essential for structuring the work and formulating policy-strategic recommendations. The bibliographic research using the IPGIA 2022 led to the tabulation of 602 performance indices for Brazil and the "South America" and "NATO" actors across 14 attributes: a general index, three pillars (Government, Technology and Data Sector, and Infrastructure), and ten dimensions (Vision, Governance and Ethics, Digital Capacity, Adaptability, Maturity, Innovation Capacity, Human Capital, Infrastructure, Data Availability, and Data Representativeness). The statistical treatment involving the concept of percentile allowed the adaptation of data to the X-axis (importance) and Y-axis (performance) of the IPM, in the contexts of "Brazil vs. South America" and "Brazil vs. NATO". Furthermore, the detailing of the component indicators of each pillar and dimension deepened the IPM analysis. The categorization of attributes, according to the zones established by the theoretical frameworks of the IPM, revealed that the factors evaluated in the "Brazil vs. South America" context were in the adequate zone, despite the Adaptability dimension showing median performance and Brazil being surpassed by Chile, Colombia, Uruguay, and Paraguay in this aspect. Regarding "Brazil vs. NATO," the Vision and Digital Capacity dimensions were in the adequate zone; no dimension was in the excess zone; the general index, the three pillars, and the Maturity, Innovation Capacity, Human Capital, Infrastructure, and Data Availability dimensions were in the improvement zone; and the Governance, Ethics and Adaptability, and Data Representativeness dimensions were in the urgent action zone. Thus, the overall objective of the research was achieved. It is emphasized that a limitation was identified concerning the temporal gap in some data presented in the IPGIA 2022, which might not reflect the most updated situation of some countries. As the main contribution, this work presented nine policy-strategic recommendations to the Ministry of Defense for AI development in Brazil. Additionally, it outlined a replicable scientific method for monitoring the development of this technology, through necessary adaptations for various scenarios and contexts of interest.

Keywords: Artificial Intelligence. Readiness. Performance. Benchmarking.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1	BENCHMARKING DE PROCESSOS (BP).....	10
2.2	IPGIA 2022	13
2.3	SUPORTE ESTATÍSTICO	17
2.4	MATRIZ IMPORTÂNCIA-DESEMPENHO (MID)	18
3	METODOLOGIA	21
3.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 1	23
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO 2	24
3.3	OBJETIVO ESPECÍFICO 3 E OBJETIVO GERAL	25
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	27
4.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 1	27
4.2	OBJETIVO ESPECÍFICO 2	28
4.3	OBJETIVO ESPECÍFICO 3	29
4.3.1	Contexto “Brasil x América do Sul”	30
4.3.2	Contexto “Brasil x OTAN”	32
4.4	OBJETIVO GERAL.....	36
5	RECOMENDAÇÕES POLÍTICO-ESTRATÉGICAS	38
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Comboios logísticos e forças afiliadas a Haftar, em retirada, foram perseguidos e engajados remotamente pelos veículos aéreos de combate não tripulados. Os sistemas foram programados para atacar alvos sem exigir conectividade de dados entre o operador e o veículo: na prática, uma verdadeira capacidade de disparar, esquecer e destruir. (PANEL OF EXPERTS ON LIBYA, 2021, p. 17, tradução nossa).

Durante a guerra civil da Líbia em 2020, as tropas que apoiavam o líder do Exército Nacional, General Khalifa Haftar, foram surpreendidas por um drone de fabricação turca, denominado Kargu-2, capaz de empregar tecnologias de “processamento de imagem em tempo real” e “aprendizagem de máquina” para encontrar seus alvos e destruí-los, de maneira autônoma (HERNANDEZ, 2021).

Segundo os estudos de Goodfellow, Bengio e Courville (2016), essas capacidades, entre outras em constante evolução, integram a área de pesquisa e aplicação denominada Inteligência Artificial (IA).

A IA é uma tecnologia **disruptiva** que pode mudar completamente indústrias inteiras, impulsionar o crescimento econômico e afetar todos os aspectos da sociedade. Ela permite que máquinas executem tarefas que normalmente requerem inteligência humana, aprendendo com dados para reconhecer padrões, tomar decisões e realizar ações (UK MINISTRY OF DEFENCE, 2022, grifo nosso).

A maioria das novas e emergentes tecnologias, como a IA, são inerentemente de uso **dual**, e a inovação é encontrada em um amplo ecossistema de *startups* universitárias e empresas de tecnologia de pequeno e médio porte em rápido crescimento (UK MINISTRY OF DEFENCE, 2022, grifo nosso).

Na área de defesa, a IA é usada para melhorar a eficiência dos processos, tomar decisões mais rápidas e precisas, fortalecer a segurança de redes interconectadas e aprimorar as capacidades militares, ao mesmo tempo que automatiza tarefas perigosas para proteger as pessoas (UK MINISTRY OF DEFENCE, 2022).

O debate sobre as capacidades das tecnologias de IA, cujo desenvolvimento vem ocorrendo há cerca de cinco décadas, tem assumido um papel crucial no Brasil e em diversos países ao redor do mundo, levantando questões técnicas e jurídicas sobre sua utilização, possíveis aplicações e interação com os seres humanos nos processos de tomada de decisão (MCTI, 2021).

Nesse contexto, não é segredo que as organizações de defesa e segurança em todo o mundo estejam se apressando para se posicionar no emergente campo da IA

para se manterem à frente. Os Estados Unidos lideram o grupo, realizando investimentos vultuosos na área de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), sendo uma parte significativa dedicada ao avanço do desenvolvimento de aplicações de IA (STEPHAN DE SPIEGELEIRE; MAAS; SWEIJS, 2017).

No Brasil, a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) ressalta a importância prioritária da IA devido aos seus **impactos transversais no país**. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) definiu a área de IA como uma prioridade nos projetos de pesquisa, desenvolvimento de tecnologias e inovações para o período de 2020 a 2023, criando a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA) para atender a esse propósito (MCTI, 2021, grifo nosso).

O Ministério da Defesa (MD), a partir de análises apresentadas no Sumário Executivo do Cenário de Defesa 2020-2039, projetou tendências, baseadas em probabilidades de ocorrência, que servem de subsídios para o planejamento das Forças Armadas (FFAA), dedicando tópico especial ao tema “guerra tecnológica” no aspecto “Dimensão Militar”: “a assimetria tecnológica incentivará as soluções militares para os conflitos, na medida em que garante o sucesso no emprego da força, com menores custos e baixas, menores riscos políticos e maior impunidade aos agressores” (BRASIL, 2017).

Nessa esteira, considerando a relevância do tema ao ponderar o cenário apresentado, a disputa internacional descrita, a capacidade disruptiva, transversal e dual da IA, com implicações diretas para a Defesa Nacional, surgiu o seguinte problema de pesquisa: “Quais as potencialidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil?”

Tendo em vista que a presente pesquisa visou a responder ao questionamento de maneira metódica, todo o seu delineamento foi pautado com o Objetivo Geral (OG) de “Conhecer as potencialidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil”, valendo-se dos seguintes Objetivos Específicos (OE): “OE 1 - Conhecer o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA”; “OE 2 - Estabelecer comparativo entre o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA”; e “OE 3 – Identificar o nível de adequabilidade do atual estágio de desenvolvimento da IA para o Brasil”.

Por oportuno, deve-se esclarecer que não houve formulação de hipótese, tendo em vista a não realização de testagem teórica ou a exploração de uma relação causal entre variáveis.

Considerando que “o dever do acadêmico, do cientista, do militar e do político é, antes de tudo, ponderar a maneira como a tecnologia será aplicada [...]” (FERREIRA, 2014, p. 128), a relevância do tema para o MD, o reduzido corpo de literatura disponível publicamente sobre IA no âmbito militar-tecnológico brasileiro, tornou-se mister buscar respostas para o problema apresentado, sob a luz de autores, cientistas e órgãos internacionais, entre os quais a *Oxford Insights*, organização de consultoria e pesquisa inglesa.

As principais delimitações da pesquisa dizem respeito à geopolítica e ao tempo. O primeiro caso está relacionado à seleção dos atores internacionais envolvidos no levantamento de dados e comparativos, cujas justificativas foram apresentadas na seção de Metodologia. Em relação ao tempo, esclarece-se que a análise foi pautada, principalmente, em informações contidas em documentação publicada em dezembro de 2022.

O presente estudo reveste-se de importância significativa, na medida em que amplia a visão sobre como outros países estão se adaptando à era da IA, expande a capacidade de defesa e de dissuasão, bem como propõe recomendações acerca do tema, colaborando com o processo de tomada de decisões a nível político-estratégico do Brasil. Adicionalmente, apresenta um método replicável aos processos de acompanhamento da conjuntura de prontidão de IA no Brasil e no mundo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O arcabouço teórico e bibliográfico utilizado no presente trabalho focou em quatro principais aspectos: a abordagem metodológica do modelo *Benchmarking* de Processos (BP); o levantamento de dados a partir do Índice de Prontidão Governamental para Inteligência Artificial (IPGIA) 2022; o suporte da estatística descritiva para tabulação e preparação dos dados; e a aplicação da Matriz Importância-Desempenho (MID) para comparações e análises relativas ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil.

2.1 BENCHMARKING DE PROCESSOS (BP)

O ambiente competitivo obriga empresas a se adaptarem rapidamente às mudanças de mercado. A globalização exige flexibilidade e foco na competição. O desenvolvimento empresarial requer processos estáveis, enquanto o mercado demanda alta flexibilidade e qualidade (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016).

Para se destacar positivamente, é necessário possuir disposição para gerar informações sobre as melhores práticas e utilizá-las para a melhoria contínua da empresa. Esse processo de aprendizagem começa com uma análise do desempenho da própria empresa e finaliza com a sua comparação à melhor prática existente. Baseado nas diferenças de desempenho, avalia-se os subprocessos individualmente da cadeia de valor (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016).

A aplicação deste método oferece uma abordagem única não só para melhoria dos produtos e dos processos gerenciais, mas também induzindo a inovação. Para definir critérios externos de sucesso, é necessário identificar **desempenhos superiores** e levar a empresa para outro nível de **performance**. Só então é possível ultrapassar a concorrência. (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016, p. 12, grifo nosso).

Segundo Zairi (1996), *benchmarking* pode ser definido como a medição da performance em relação ao melhor dos melhores (*dantotsu*), através de um contínuo esforço de revisão de processos, práticas e métodos. Ribeiro (2004) salienta que o *benchmarking* é um processo orientado de dentro para fora. Inicialmente, analisam-se os processos internos da organização e depois compara-se externamente.

O método do *benchmarking* deve identificar *gaps* ou lacunas, por meio de indicadores, e se concentrar nas causas dos principais problemas para melhorar as práticas existentes e, conseqüentemente, o desempenho da empresa KOHL (2007).

Benchmarking, portanto, é uma ferramenta de longo prazo útil para mapear e analisar os métodos e processos de uma empresa, visando ao direcionamento e à determinação das competências essenciais e futuras, bem como à melhoria dos principais processos (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016).

A obra “Manual do *Benchmarking* – Um guia para implantação bem-sucedida” (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016), produzida pela Universidade Federal do Ceará, apresenta modelos e abordagens variadas sobre o tema, incluindo o denominado *Benchmarking* de Processos (BP), selecionado para suportar o presente trabalho.

O BP foi desenvolvido em 1994 pelo Centro de Informação de *Benchmarking* (IZB) do Instituto Fraunhofer de Sistemas de Produção e Design (IPK) de Berlim, para comparar processos de empresas, objetivando mapeá-los e otimizá-los (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016).

O método começa com uma empresa que modela seus processos e os analisa usando indicadores, comparando-os com uma empresa de referência, por meio de cinco fases distintas (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016):

- a) Formulação dos objetivos do *benchmarking*: alinhamento com os objetivos estratégicos; formação da equipe; e formulação dos objetivos;
- b) Análise interna: modelagem dos processos do negócio; identificação (indicadores e fatores de sucesso); elaboração do questionário; e coleta dos dados internos;
- c) Comparação: seleção das empresas parceiras; contato e coleta dos dados externos; comparação e análise dos dados coletados; interpretação; relatório de “pontos fortes e de melhorias”; e elaboração e divulgação do relatório;
- d) Desenvolvimento das ações: individualmente por empresa; e elaboração do plano de ação; e
- e) Aplicação do plano de ação: implementação das ações; e comparação com a situação anterior.

Figura 1 – O método de cinco fases do IPK



Fonte: Albertin; Kohl; Elias (2016)

Ao definir os objetivos do projeto, é importante levar em conta os objetivos estratégicos da empresa. A análise interna é uma fase crucial, consumindo quase metade do tempo total do projeto. Nessa fase, cria-se um sistema de medição para avaliar o desempenho dos processos, identificando fatores de sucesso e áreas com potencial de melhorias. Na terceira fase, ocorre a comparação dos processos e indicadores com uma ou mais empresas de referência convidadas, permitindo a troca de informações e aprendizado mútuo. Por fim, são planejadas e realizadas as ações de melhoria (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016).

Ante o exposto, a fim de facilitar a conexão de ideias e relacionar a teoria com a realidade do presente trabalho, consideraram-se os seguintes aspectos:

a) Formulação dos objetivos do *benchmarking*: estabelecido por meio do OG da pesquisa, “Conhecer as oportunidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil”;

b) Análise interna: realizada por meio do IPGIA 2022, atendendo ao OE 1, “Conhecer o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA”; e

c) Comparação: executada por meio emprego da MID, atendendo aos OE 2 e 3, “Estabelecer comparativo entre o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA”; e “Identificar o nível de adequabilidade do atual estágio de desenvolvimento da IA para o Brasil”, respectivamente.

As duas últimas fases do modelo, “Desenvolvimento das ações” e “Aplicação do plano de ação”, ficaram a cargo das instâncias superiores assessoradas por este *Policy Paper*.

Isso posto, fez-se necessário entender como os níveis de prontidão para o desenvolvimento da IA, elementos essenciais para o êxito do presente trabalho, foram obtidos.

2.2 IPGIA 2022

O Índice de Prontidão Governamental para Inteligência Artificial é um estudo, em forma de relatório, produzido pela *Oxford Insights*, consultoria mundialmente conhecida, focada no uso de dados e inteligência artificial (IA) para fornecer *insights* e soluções para organizações, especialmente governos e entidades do setor público, reconhecida por sua expertise nas áreas de transformação governamental, estratégia e política de IA, análise de dados e pesquisa e publicações (OXFORD INSIGHTS, 2022).

A fonte supracitada buscou responder a uma pergunta crucial: “Quão preparado está um governo para implementar a Inteligência Artificial em seu país?”. Essa pergunta exige a medição de dimensões, abrangendo tanto o progresso governamental quanto o tecnológico que contribuem para a prontidão em IA (OXFORD INSIGHTS, 2022).

Em dezembro de 2022, lançou-se a sexta edição anual do IPGIA. O referido documento monitorou a prontidão governamental para a IA em 181 países ao redor do mundo, avaliando 39 indicadores, distribuídos em 10 dimensões, que compuseram 3 pilares: Governo; Setor de Tecnologia; e Dados e Infraestrutura (OXFORD INSIGHTS, 2022).

O “Pilar Governo”, avaliado por meio de 4 dimensões e 12 indicadores, detalhados no Quadro 1, considera essencial que essa entidade possua uma **visão** estratégica sobre como desenvolver e gerenciar a IA, com regulamentação adequada e atenção aos problemas éticos (**governança e ética**). Além disso, enfatiza a necessidade de o país ter uma **capacidade digital** interna sólida, que inclua habilidades e práticas que sustentem sua adaptabilidade diante das novas tecnologias (OXFORD INSIGHTS, 2022, grifo nosso).

Quadro 1 – Dimensões e Indicadores - Pilar Governo

Pilar do Governo			
Dimensão	Descrição	Indicador	Fonte
Visão	O governo tem uma visão para implementar a IA?	Estratégia nacional de IA (S/N)	Pesquisa documental (por exemplo: Observatório de Políticas de IA da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE - e Instituto <i>Future of Life</i>)
Governança e Ética	Existem os regulamentos corretos e estruturas éticas para implementar a IA de uma forma que construa confiança e legitimidade?	Legislação de proteção de dados e privacidade	Legislação de proteção de dados e privacidade da ONU em todo o mundo
		Cibersegurança	Índice Global de Cibersegurança
		Adaptabilidade do marco legal aos modelos de negócios digitais	Competitividade Global Índice
		<i>Framework</i> nacional de ética (S/N)	Pesquisa documental (por exemplo, Nature, <i>AI Ethics Lab</i>)
Capacidade Digital	Qual é a capacidade digital dentro do governo?	<i>Accountability</i>	Governança Mundial Indicadores
		Serviços online	Pesquisa de governo eletrônico da ONU
		Infraestrutura de TI fundamental	Banco Mundial GovTech Índice de Maturidade
Adaptabilidade	O governo pode mudar e inovar de forma eficaz?	Promoção governamental de investimento em tecnologias emergentes	Índice de prontidão de rede
		Eficácia do governo	Indicadores de Governança Mundial
		Capacidade de resposta do governo à mudança	Índice de Competitividade Global
		Facilidade de aquisição de dados	Barômetro de Dados Global

Fonte: Oxford Insights (2022, tradução nossa)

O “Pilar Setor tecnológico” vale-se de 3 dimensões e 15 indicadores para sua aferição, conforme apresentado no Quadro 2, e considera que a capacidade de um governo em relação às ferramentas de IA, depende de um setor tecnológico nacional que seja **maduro** o suficiente para fornecê-las. Esse setor deve possuir uma alta **capacidade de inovação**, suportada por um ambiente de negócios que estimule o empreendedorismo e um fluxo adequado de investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Ademais, valoriza os países que possuem níveis adequados de

capital humano, ou seja, profissionais com as habilidades e a educação necessárias para atuar nesse setor (OXFORD INSIGHTS, 2022, grifo nosso).

Quadro 2 – Dimensões e Indicadores - Pilar Setor de Tecnologia

Pilar do Setor de Tecnologia			
Dimensão	Descrição	Indicador	Fonte
Maturidade	O país tem um setor de tecnologia capaz de fornecer aos governos tecnologias de IA?	Número de unicórnios de IA	CB Insights
		Número de unicórnios de tecnologia não IA	Informações CB
		Valor do comércio de serviços de TIC (per capita)	Conferência das Nações Unidas para o Comércio e o Desenvolvimento (UNCTAD)
		Valor do comércio de bens de TIC (per capita)	UNCTAD
		Gastos com software de computador	Índice Global de Inovação
Capacidade de Inovação	O setor de tecnologia tem condições para apoiar a inovação?	Requisitos administrativos de negócios	Competitividade Global Índice
		Disponibilidade de <i>Venture Capital</i>	Índice Global de Inovação
		Gastos com P&D	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)
		Investimento da empresa em tecnologia emergente	Índice de prontidão de rede
		Trabalhos de pesquisa publicados em IA	Scimago
Capital Humano	Existem as habilidades certas na população para apoiar o setor de tecnologia?	Graduados em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM) ou ciência da computação	UNESCO
		Usuários do GitHub por mil habitantes	GitHub
		Mulheres graduadas em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM)	Banco Mundial
		Qualidade do ensino superior de engenharia e tecnologia	QS Engenharia & Classificações de tecnologia
		Habilidades digitais	Índice de Competitividade Global

Fonte: Oxford Insights (2022, tradução nossa)

O “Pilar Dados e infraestrutura” baseia-se em 3 dimensões e 12 indicadores, conforme Quadro 3, e considera que a utilização eficaz das ferramentas de IA depende da disponibilidade de uma grande quantidade de dados de alta qualidade (**disponibilidade de dados**), os quais devem ser representativos da população de um país específico para evitar viés e erros (**representatividade dos dados**). Em

complemento, enfatiza que o potencial máximo do uso desses dados não pode ser alcançado sem a **infraestrutura** necessária para alimentar as ferramentas de IA e entregá-las aos cidadãos (OXFORD INSIGHTS, 2022, grifo nosso).

Quadro 3 – Dimensões e Indicadores - Pilar Dados e Infraestrutura

Pilar de Dados e Infraestrutura			
Dimensão	Descrição	Indicador	Fonte
Infraestrutura	O país possui uma boa infraestrutura tecnológica para suportar tecnologias de IA?	Infraestrutura de telecomunicações	Pesquisa de governo eletrônico da ONU
		Provedores de nuvem	Regiões de nuvem dos 5 principais provedores de nuvem por participação de mercado, conforme relatado por estatista
		Qualidade de banda larga	Índice de Internet Inclusiva EIU
		Infraestrutura 5G	Mapa Ookla 5G
		Adoção de tecnologias emergentes	Índice de prontidão de rede
Disponibilidade de Dados	Existe boa disponibilidade de dados que podem ser usados para treinar modelos de IA?	Dados abertos	Barômetro de Dados Global
		Governança de dados	Banco Mundial GovTech Índice de Maturidade (edição 2020)
		Assinaturas de telefonia celular	UIT
		Domicílios com acesso à internet	UIT
		Capacidade estatística	Banco Mundial
Representatividade dos Dados	É provável que os dados disponíveis sejam representativos da população como um todo?	Diferença de gênero na Internet acesso	Índice de Internet Inclusiva EIU
		Custo do dispositivo habilitado para internet em relação ao PIB per capita	Índice de Conectividade móvel GSMA

Fonte: Oxford Insights (2022, tradução nossa)

Os *links* para os sítios das fontes de consulta apresentadas nos Quadros 1, 2 e 3 podem ser encontrados no Anexo 1 do IPGIA 2022, páginas 48, 49 e 50, respectivamente.

O cálculo da pontuação final baseou-se na média aritmética dos indicadores, dimensões e pilares, considerando-se pesos iguais para todos os atributos. Ressaltando-se que somente os países com valores para mais de 50% dos indicadores foram incluídos no índice final (OXFORD INSIGHTS, 2022).

Dessa maneira, o estudo do IPGIA 2022 consolidou uma base de dados valiosa, capaz de facilitar a compreensão do *status quo* e identificar o nível de prontidão do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA, possibilitando estabelecer um comparativo por meio da MID, após tratamento estatístico dos dados.

2.3 SUPORTE ESTATÍSTICO

A palavra estatística pode ser compreendida de duas maneiras distintas: no plural (estatísticas), refere-se a qualquer conjunto de dados numéricos coletados para fornecer informações sobre determinada atividade, como estatísticas demográficas e econômicas, por exemplo. Por outro lado, no singular, estatística indica uma disciplina especializada, um conjunto de técnicas ou metodologia desenvolvida com o propósito de suportar tomadas de decisões fundamentadas (CORREA, 2003, grifo nosso).

No contexto deste *Policy Paper*, o suporte da estatística descritiva, definida por Correa (2003) como o conjunto de técnicas que objetivam coletar, organizar, apresentar, analisar e sintetizar os dados numéricos de uma população ou amostra, desempenhou papel fundamental na tabulação e preparação dos dados para o uso da MID, possibilitando comparações e análises alinhadas com o objetivo proposto.

Nesse sentido, objetivando facilitar a compreensão das etapas futuras, julgou-se oportuno apresentar os conceitos estatísticos utilizados no presente estudo, segundo a visão de Correa (2003):

a) Separatriz: são valores que ocupam determinados lugares de uma distribuição de frequência. Em outras palavras, são valores que dividem a distribuição em um certo número de partes iguais, com o mesmo número de elementos em cada parte;

b) Percentil: separatriz que divide o conjunto de dados em 100 partes iguais;

c) Mediana: separatriz que divide o conjunto de dados em 2 partes iguais ou o percentil 50°;

d) Quartil: separatriz que divide o conjunto de dados em 4 partes iguais. O primeiro quartil (Q1 ou percentil 25°) está situado de tal modo na série que uma quarta parte (25%) dos dados é menor que ele e as três quartas partes restantes (75%) são maiores. O segundo quartil (Q2 ou percentil 50°) coincide com a mediana. O terceiro quartil (Q3 ou percentil 75°) está situado de tal modo que as três quartas partes (75%) dos termos são menores que ele e uma quarta parte 25% é maior;

e) Decil: separatriz que divide o conjunto de dados em 10 partes iguais (percentis 10º, 20º, 30º, 40º, 50º, 60º, 70º, 80º e 90º); e

f) Média: é o quociente da divisão da soma dos valores da variável pelo número deles.

Um outro conceito importante diz respeito ao termo *outlier* ou valor atípico, podendo ser compreendido como anomalia resultante de um processo estatístico aplicado a um conjunto de dados ou ponto que se desvia de forma considerável do restante dos dados (HAN; PEI; KAMBER, 2012). Esse valor pode distorcer a análise e influenciar negativamente as decisões, e sua detecção permite a revisão adequada dos dados e ajuda a garantir a robustez e a precisão das conclusões.

Em resumo, a aplicação dos conceitos estatísticos apresentados, oportunamente detalhada na seção sobre metodologia, mostrou-se valiosa para identificar a posição ocupada pelo Brasil, perante outros atores internacionais, considerando-se a avaliação dos atributos obtidos no IPGIA 2022, sob a ótica da MID.

2.4 MATRIZ IMPORTÂNCIA-DESEMPENHO (MID)

O conceito da MID é apresentado e amplamente discutido por Slack, Chambers e Johnston (2009) na obra *Administração da Produção*. O instrumento relaciona os aspectos importância e desempenho dos atributos de um serviço, a fim de verificar se atenderam às necessidades dos clientes.

A consideração das necessidades dos consumidores tem um significado particular na conformação dos objetivos de todas as operações. O propósito fundamental de operações é criar bens e serviços de tal forma a **atender às necessidades** dos consumidores. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 569, grifo nosso).

Dessa forma, a importância indica como os clientes priorizam determinado aspecto do serviço, segundo suas necessidades. O desempenho, por sua vez, mostra o comportamento do atributo analisado perante um padrão esperado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

A fim de facilitar a conexão de ideias e relacionar a teoria com o objeto do presente trabalho, consideraram-se os seguintes aspectos:

- a) Cliente: o Estado brasileiro.
- a) Serviço: o desenvolvimento da IA no Brasil;

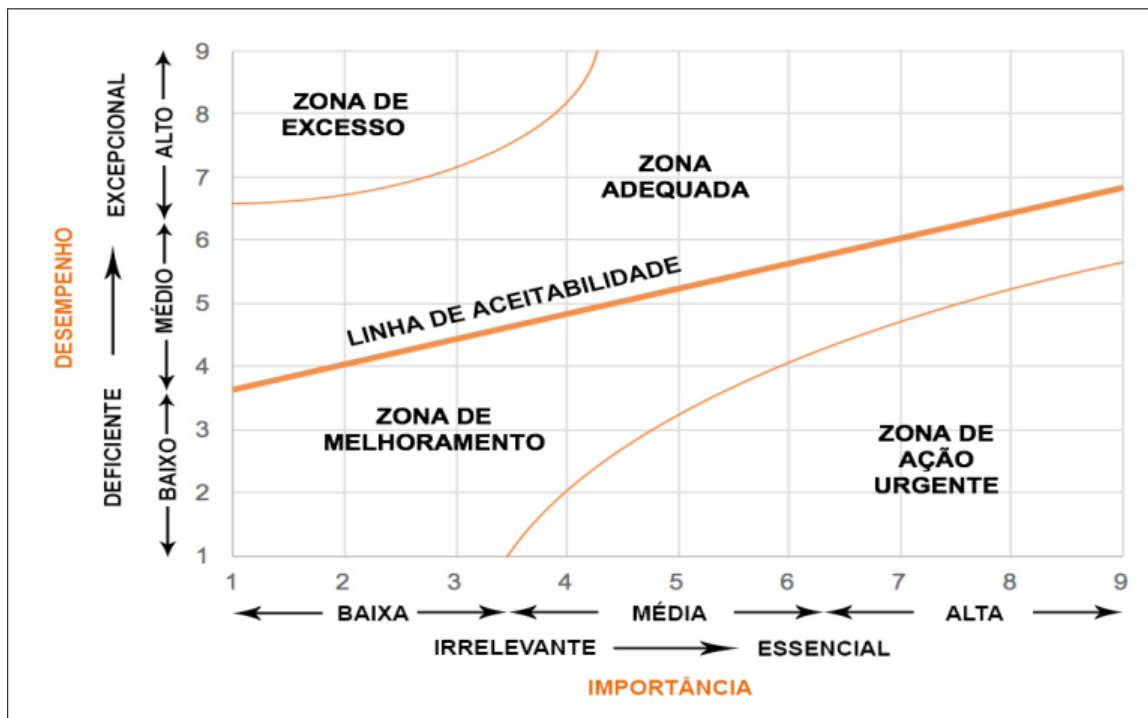
b) Aspectos de serviço: índice geral, pilares e dimensões que compuseram o IPGIA 2022;

c) Desempenho: percentis ocupados pelos índices brasileiros obtidos nos aspectos de serviço, quando inseridos no universo de resultados dos mesmos aspectos dos atores internacionais selecionados;

d) Importância: índices dos aspectos de serviço obtidos por país ou grupo de países no IPGIA 2022, utilizados como referência ou *benchmarking* para comparativo com o Brasil. O nível de importância pode variar de acordo com o nível de exigência e dos objetivos estratégicos do país.

Conhecidos os aspectos envolvidos, faz-se necessário apresentar a MID para o aprofundamento do estudo.

Gráfico 1 – Modelo da MID



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009).

No Gráfico 1, as abscissas e ordenadas indicam, respectivamente, o grau de importância e desempenho que o cliente imputa a um determinado atributo do serviço. A escala sugerida pelos teóricos utiliza nove pontos, inversamente relacionados à relevância do atributo. Neste trabalho, por razões didáticas, optou-se por inverter a escala sem prejuízo dos resultados.

As quatro zonas destacadas são definidas por Slack, Chambers e Johnston (2009) da seguinte maneira:

a) Zona adequada: os fatores competitivos caem acima da linha de aceitabilidade e, portanto, devem ser considerados satisfatórios;

b) Zona de excesso: os fatores são de alto desempenho, mas não são importantes para os clientes. Deve-se perguntar, portanto, se há recursos dedicados a atingir esse desempenho, que poderiam ser mais bem utilizados em outro lugar;

c) Zona de melhoramento: ao cair abaixo da linha de aceitabilidade, qualquer fator nessa zona será candidato a melhoramento; e

d) Zona de ação urgente: esses fatores são importantes para os clientes, mas o desempenho é inferior aos padrões estipulados e devem ser candidatos ao melhoramento imediato.

A linha de aceitabilidade possui uma inclinação positiva, o que significa uma valorização dos aspectos mais importantes. Um atributo julgado mais relevante requer um desempenho superior para enquadrar-se na zona adequada, e um menos relevante aceitaria um desempenho inferior para o mesmo efeito, respeitando-se os limites da matriz.

Dessa maneira, o modelo de Slack, Chambers e Johnston (2009) permitiu comparar o Brasil a atores internacionais, *benchmarks* estabelecidos com critérios e metodologia, possibilitando identificar pontos de aperfeiçoamento para o desenvolvimento da IA no Brasil.

3 METODOLOGIA

A pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Segundo Fonseca (2002), a palavra *methodos* significa organização e *logos* refere-se a estudo sistemático, pesquisa e investigação. Portanto, a metodologia engloba o estudo da organização e dos caminhos a serem seguidos para conduzir uma pesquisa, um estudo ou o processo científico.

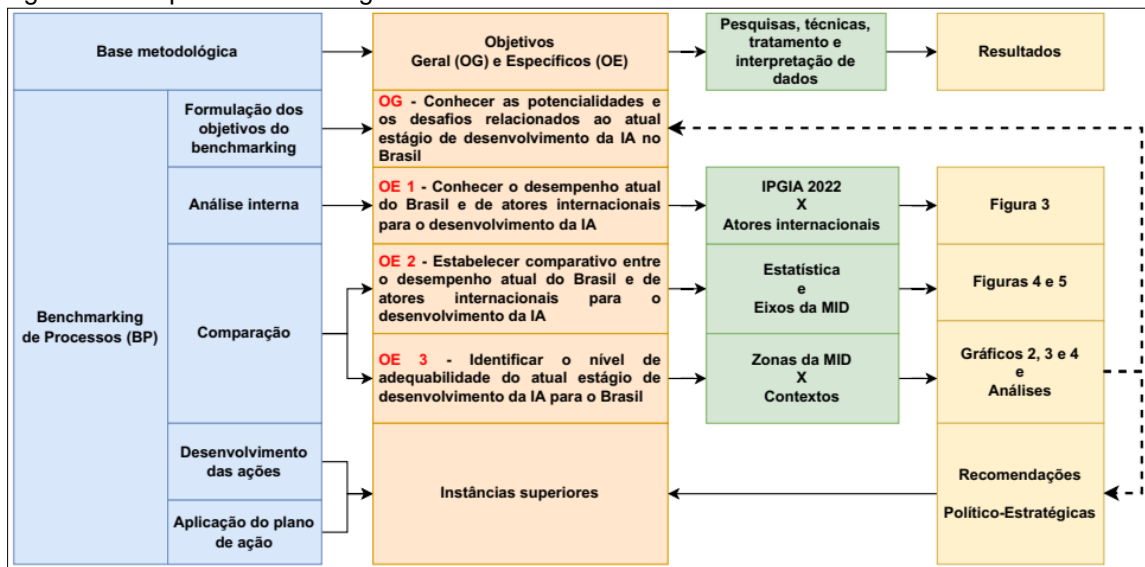
A presente investigação possui características, segundo Gil (2002), predominantemente exploratórias, ao agregar conhecimentos pouco pesquisados e difundidos no âmbito do Ministério da Defesa, proporcionando maior familiaridade com o tema; e descritiva, uma vez que buscou descrever e analisar o atual estágio de desenvolvimento da IA no país, comparando-o com outros atores internacionais e identificando potencialidades e desafios.

O delineamento adotado se baseou em pesquisa bibliográfica e documental, segundo os ensinamentos de Gil (2002). Para a pesquisa bibliográfica, realizaram-se buscas por livros e materiais científicos que tratassem sobre IA, engenharia de produção, *benchmarkings* e análise estatística de dados. A pesquisa documental procurou informações em estratégias e políticas sobre IA e Defesa Nacional.

Conforme Coelho (2019), a pesquisa se valeu de uma abordagem qualitativa e quantitativa ou “quali-quantitativa”, considerando a combinação desses elementos em sua metodologia e análise. Apesar da abordagem predominantemente quantitativa na coleta e tabulação dos dados, por meio de cálculos estatísticos e indicadores numéricos, também foram incorporados elementos qualitativos ao processo de análise dos dados, como a MID. Essa abordagem permitiu não apenas quantificar os resultados, mas também compreender as causas subjacentes às pontuações encontradas, fornecendo *insights* valiosos para as recomendações político-estratégicas apresentadas no estudo.

Uma vez classificada a pesquisa, procedeu-se à estruturação metodológica via modelo teórico de BP, além do delineamento dos objetivos geral e específicos para abordar o problema de maneira lógica e sistemática, conforme sintetizado pela Figura 2 abaixo:

Figura 2 – Esquema metodológico



Fonte: o Autor

A seleção do modelo BP, ou método de cinco fases do IPK, como base metodológica para suportar esta investigação, justificou-se pela capacidade de adaptar o problema de pesquisa, “Quais as potencialidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil?”, ao contexto disputado das empresas, tal qual o geopolítico atual, identificando *gaps* e se concentrando nos principais problemas para melhorar as práticas existentes. KOHL (2007). A Figura 2 facilitou a compreensão da relação entre as fases do modelo e os objetivos da pesquisa.

Tendo em vista que a formulação do OG é relacionada ao problema de pesquisa, sendo recomendado construí-lo com verbos que deem essa dimensão, tais como: conhecer, compreender e entender (WOTTRICH; MAZER; MONTEIRO; FONSECA; SILVA; COSTA, 2019), delineou-se o OG de “Conhecer as potencialidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil”, a partir do problema de pesquisa.

Com relação aos OE, Azurduy (2007) associa suas características com “aspectos a pesquisar”, “tipos de informação (indicadores) utilizadas para analisar estes aspectos” e “métodos e técnicas que permitiram sua abordagem”, utilizando os seguintes verbos para as ações planejadas: conhecer, determinar, identificar e estabelecer. Dessa forma, relacionando as ideias desse autor com o OG, foi possível estabelecer os seguintes OE para responder ao problema de pesquisa: “OE 1 - Conhecer o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o

desenvolvimento da IA”; “OE 2 - Estabelecer comparativo entre o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA”; e “OE 3 – Identificar o nível de adequabilidade do atual estágio de desenvolvimento da IA para o Brasil”.

3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Para se atingir o OE 1, realizaram-se pesquisas bibliográfica e documental na *Oxford Insights* (2022), por meio do relatório do IPGIA 2022 e de planilha eletrônica *Google Sheets*®, respectivamente, produzidos pela consultoria *Oxford Insights*.

O relatório do IPGIA 2022 foi empregado para compreender os objetivos, a metodologia, as limitações, a tabulação e o tratamento dos dados do estudo. A planilha eletrônica foi necessária para acessar os valores utilizados na pesquisa, até o nível dos indicadores, inclusive, considerando que o relatório detalhava somente até o nível imediatamente anterior, pilares. Ressalta-se que houve necessidade de converter a planilha para a versão do *Microsoft Office Excel*® (versão 365), tendo em vista a familiaridade do pesquisador com esta última versão.

Objetivando uma visão mais ampla, imparcial e ligada aos interesses da Defesa Nacional, selecionaram-se dois grupos de países, não sobrepostos, para atuarem como referência de *benchmarking* com o Brasil, em contextos distintos: regional e inter-regional.

No primeiro caso, consideraram-se todos os 12 países independentes da América do Sul (FARIA, 2023), tendo em vista que a Estratégia Nacional de Defesa define essa área como parte do entorno estratégico do Brasil e lhe atribui interesse prioritário (BRASIL, 2020).

A Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), por meio dos seus 31 países (NATO, 2023), foi utilizada como referência para o cenário inter-regional, levando-se em conta a sua capacidade de projetar poder sobre a própria América do Sul, bem como o Atlântico Sul, outro partícipe do entorno estratégico brasileiro. Ademais, esse bloco é citado como uma potência assimétrica em relação a outros países, sendo estimuladas interações e estudos para conhecer o seu “modus operandi” (BRASIL, 2017).

O modelo utilizado para consolidar os dados necessários ao cumprimento do OE 1 valeu-se da criação de uma tabela por meio das três etapas pormenorizadas nos parágrafos seguintes.

Na primeira etapa, inseriram-se os países que compõem a América do Sul e a OTAN, atores internacionais selecionados para atuarem como *benchmarking*, organizados alfabeticamente. Deve-se destacar que o Brasil foi inserido isoladamente dos grupos citados pelos seguintes motivos: a) não faz parte da OTAN; e b) evitar resultados enviesados nos cálculos e comparativos futuros envolvendo o grupo da América do Sul.

A segunda etapa foi responsável por categorizar o índice geral, os pilares e as dimensões apresentados no IPGIA 2022, bem como criar códigos e cores para facilitar a associação das dimensões aos respectivos pilares e padronizar os dados.

A terceira etapa, fundamentada a partir dos dados da planilha eletrônica *Google Sheets®* do IPGIA 2022, possibilitou popular o cruzamento dos países e das categorias com os respectivos índices para o desenvolvimento da IA, valores de 0 a 100 com precisão de duas casas decimais.

Faz-se necessário esclarecer que a metodologia e os resultados do IPGIA 2022, localizados em seus Anexos 1 e 2, bem como na planilha eletrônica disponibilizada pela *Oxford Insights*, foram acatados integralmente no presente trabalho, incluindo a identificação e tratamento de *outliers*.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

O uso de cálculos estatísticos foi essencial para padronizar os dados, adequá-los à escala da MID e permitir a visualização do desempenho brasileiro sob a perspectiva dos blocos América do Sul e OTAN. Ressalta-se que o *software Microsoft Office Excel®* (versão 365) foi amplamente empregado para a execução dos cálculos supracitados, por meio de funções estatísticas.

A obtenção dos dados necessários ao cumprimento do OE 2 necessitou de quatro etapas. No intuito de evitar solução de continuidade nas ações de pesquisa, optou-se por seguir a numeração das etapas iniciadas no OE 1.

Ante o exposto, a quarta etapa tratou de calcular as medianas do Brasil, da América do Sul e da OTAN para possibilitar uma primeira comparação entre esses atores. Para isso, utilizou-se a função *PERCENTIL()* selecionando-se os dados do

Brasil, da América do Sul e da OTAN, respeitando-se o limite de cada atributo do IPGIA 2022 e especificando-se o parâmetro 0,5 (50º percentil). O mesmo resultado poderia ser obtido por meio da função *QUARTIL()* e do parâmetro 2 (2º quarto).

Durante a etapa 5, por meio da função *ORDEM.PORCENTUAL()*, verificou-se em qual percentil, referente ao universo de dados da OTAN e da América do Sul, o desempenho do Brasil em cada atributo estava situado.

Na etapa 6, utilizaram-se os valores dos percentis encontrados na etapa anterior para estabelecer os valores para os eixos Y (desempenho) das MID (escala de 1 a 9), considerando-se as seguintes aproximações:

Tabela 1 – Conversões - percentis e eixos da MID

Percentil A	Percentil B	Eixos MID	Percentil A	Percentil B	Eixos MID
1º a 12,50º	10º	1	52,51º a 57,50º	55º	5,5
12,51º a 17,50º	15º	1,5	57,51º a 62,50º	60º	6
17,51º a 22,50º	20º	2	62,51º a 67,50º	65º	6,5
22,51º a 27,50º	25º	2,5	67,51º a 72,50º	70º	7
27,51º a 32,50º	30º	3	72,51º a 77,50º	75º	7,5
32,51º a 37,50º	35º	3,5	77,51º a 82,50º	80º	8
37,51º a 42,50º	40º	4	82,51º a 87,50º	85º	8,5
42,51º a 47,50º	45º	4,5	87,51º a 100º	90º	9
47,51º a 52,50º	50º	5	-	-	-

Fonte: o Autor

Durante a etapa 7, responsável por identificar os eixos X (importância) das MID (escala de 1 a 9), estabeleceu-se a mediana (valor 5) dos contextos da América do Sul e OTAN como critério de comparação ou *benchmarking* para o presente estudo. Caso desejasse aumentar ou diminuir o nível de importância atribuído ao *benchmarking*, bastaria selecionar um percentil maior ou menor que o 50º (valor 5).

Dessa forma, utilizando-se o conceito de percentil nos eixos da MID, encontrou-se uma maneira simples, rápida e efetiva de realizar estudos comparativos com uma vasta gama de *benchmarks*.

3.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3 E OBJETIVO GERAL

Para que fosse possível identificar o nível de adequabilidade do atual estágio de desenvolvimento da IA para o Brasil, fez-se necessário organizar uma tabela detalhando os indicadores componentes de cada dimensão, bem como o cálculo dos

percentis dos índices dos indicadores brasileiros perante os cenários “Brasil x América do Sul” e “Brasil x OTAN”, por meio da função *ORDEM.PORCENTUAL()*.

Por oportuno, esclarece-se que os valores dos percentis foram substituídos pelas expressões “Máx”, “> Máx”, “Mín” e “< Mín”, conforme o comportamento dos índices brasileiros diante dos extremos dos *benchmarks*. Por exemplo, se o índice brasileiro foi 42 e o máximo do grupo América do Sul foi 40, atribuiu-se o valor “> Máx” para indicar que o índice brasileiro foi maior que o valor máximo do grupo América do Sul. Para os casos de valores não extremos, utilizou-se a Tabela 1 para a conversão (Percentil A para Percentil B).

Na próxima ação, plotaram-se os eixos X e Y de três MID com os valores encontrados no OE 2, sendo: a primeira com as dimensões no cenário “Brasil x América do Sul”, a segunda com as dimensões no cenário “Brasil x OTAN” e a terceira com o índice geral e os pilares nos dois contextos.

Com as MID prontas, procederam-se às análises das zonas da MID, conforme referencial teórico, aprofundando as discussões com as tabelas dos indicadores e percentis criada no início do OE 3.

A título de padronização, mantendo-se o alinhamento com a teoria da MID, dividiu-se a escala das abcissas e ordenadas em três partes iguais. Ao primeiro terço (valores de 1 a 3,66), atribuiu-se o conceito de baixa (o); ao segundo (valores de 3,67 a 6,33), média (o); e ao terceiro (valores de 6,34 a 9), alta (o). Assim, caso o valor da importância ou desempenho de um determinado atributo apresentasse o valor 5 (segundo terço), o tratamento dado foi de média (o) importância ou desempenho, por exemplo.

Por fim, foram recomendadas ações político-estratégicas ao Ministério da Defesa, considerando as potencialidades e os desafios identificados na investigação, detalhando os meios e objetivos julgados pertinentes.

Ressalta-se que foi identificada uma limitação na pesquisa: embora a maioria dos conjuntos de dados do IPGIA 2022 fosse de 2022, 2021 ou 2020, alguns eram mais antigos, como o Índice Global de Competitividade de 2019. Isso posto, o lapso temporal de alguns dados apresentados nesse relatório, conforme especificado em sua página 52, podem não refletir o quadro mais atualizado de alguns países.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Com base nos referenciais teóricos propostos e na metodologia delineada, foi possível realizar a análise dos dados coletados e estabelecer o nível de desenvolvimento da IA no Brasil, compará-lo com países em âmbito regional e inter-regional, bem como extrair sugestões político-estratégicas para robustecer esse atributo.

4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

A Figura 3, desenvolvida por meio das etapas pormenorizadas na seção de metodologia, possibilitou uma visão geral do desempenho de 43 países, divididos em três grupos distintos (Brasil, América do Sul e OTAN), perante os 14 atributos do IPGIA 2022 apresentados na fundamentação teórica: um índice geral, três pilares e dez dimensões, devidamente codificados.

Figura 3 – Desempenho dos atores internacionais

		Geral	Gov	IST	DI	GOV01	GOV02	GOV03	GOV04	IST01	IST02	IST03	ID01	ID02	ID03	Etapas 2	
		IGER	IGOV	IST	DI	GOV01	GOV02	GOV03	GOV04	IST01	IST02	IST03	ID01	ID02	ID03		
		Geral	Pilares			Dimensões											
		Índices de Fronteiras															
Países																	
Etapas 1	OTAN	Albânia	42.10	41.98	30.66	53.65	0.00	52.38	61.63	53.92	17.19	30.01	44.78	25.51	64.94	70.50	
		Alemanha	72.64	75.22	60.42	82.29	100.00	68.67	75.00	57.22	46.24	72.57	62.43	84.41	75.50	86.95	
		Bélgica	69.95	72.01	54.78	83.05	100.00	63.65	66.87	57.53	43.92	63.91	56.51	80.32	70.32	98.50	
		Bulgária	60.33	65.70	37.56	77.74	100.00	53.66	62.24	46.88	26.53	41.55	44.61	76.88	74.82	81.52	
		Canadá	77.39	84.11	64.41	83.65	100.00	86.97	78.69	70.77	51.72	76.84	64.67	83.37	77.53	90.06	
		Croácia	48.59	40.70	36.12	68.93	0.00	56.67	60.88	45.26	26.21	38.23	43.91	75.70	57.58	73.52	
		Dinamarca	74.79	83.26	58.39	82.72	100.00	86.78	75.67	70.58	42.83	67.48	64.87	89.35	75.60	83.20	
		Eslôvquia	51.23	41.71	39.20	72.77	0.00	60.47	57.58	48.77	32.92	41.90	42.79	58.86	77.72	81.72	
		Espanha	61.45	71.15	41.62	71.57	100.00	58.40	70.49	55.71	27.67	50.90	46.28	60.75	75.13	78.83	
		Estônia	67.83	71.82	48.70	82.96	100.00	62.61	72.45	52.20	37.75	51.80	56.54	83.01	79.35	86.52	
		EUA	70.14	80.00	51.95	78.47	100.00	68.51	80.96	70.54	36.50	66.97	52.40	61.94	85.57	87.90	
		Finlândia	85.72	86.21	81.67	89.28	100.00	93.22	82.74	72.87	84.74	93.02	67.27	88.34	80.01	99.50	
		Frância	77.59	87.80	58.71	86.27	100.00	89.19	84.33	77.69	41.50	71.73	62.89	87.95	81.91	88.96	
		Grécia	75.78	83.04	59.36	84.95	100.00	84.14	84.90	63.11	49.94	67.73	60.41	85.87	78.07	90.91	
		Holanda	58.56	54.37	44.71	76.61	50.00	58.28	60.41	48.79	32.94	42.47	58.71	72.55	73.02	84.25	
		Hungria	75.11	78.23	59.94	87.16	100.00	68.52	79.80	64.62	48.12	67.14	64.56	90.86	84.43	86.20	
		Itália	61.44	69.22	39.45	75.65	100.00	57.81	65.58	53.50	32.28	41.83	44.22	75.97	71.19	79.80	
		Islândia	59.84	50.63	49.44	79.46	0.00	63.93	73.20	65.41	34.36	62.45	51.51	65.45	83.23	89.68	
		Letônia	68.41	75.28	49.09	80.85	100.00	80.82	69.89	50.39	36.72	51.53	59.03	77.22	74.26	91.07	
		Lituânia	59.84	70.61	39.19	69.72	100.00	60.78	63.63	58.02	28.85	40.13	48.61	59.33	68.91	80.93	
		Luxemburgo	62.20	74.39	43.95	68.27	100.00	64.89	72.10	60.55	30.37	51.86	49.61	61.47	61.51	81.85	
		Macedônia do Norte	67.91	82.57	43.32	77.83	100.00	71.00	86.58	72.70	36.15	48.99	44.82	67.67	75.30	90.53	
		Montenegro	46.11	50.66	32.05	55.62	50.00	55.21	51.87	45.57	22.40	28.99	44.75	48.95	49.86	68.04	
		Polónia	45.20	39.26	33.13	63.20	0.00	50.16	53.95	52.93	27.58	29.64	42.18	54.28	64.84	70.50	
		Portugal	73.09	81.11	53.44	84.73	100.00	88.45	69.05	66.94	43.54	60.82	55.95	81.34	84.30	86.93	
		República Tcheca	62.65	68.72	45.05	74.18	100.00	59.43	65.47	50.00	29.97	46.07	59.12	75.82	66.12	80.79	
Reino Unido	68.12	74.50	49.95	79.91	100.00	63.65	73.31	61.04	35.46	53.60	60.78	80.72	77.22	81.79			
Romênia	67.05	70.50	48.61	82.04	100.00	57.49	66.76	57.76	34.30	52.03	59.50	81.64	78.83	85.64			
Turquia	78.54	81.81	65.57	88.24	100.00	88.07	74.17	64.99	52.67	76.61	67.43	84.14	83.91	96.68			
Uruguai	53.30	50.96	36.62	72.30	50.00	57.95	52.95	42.96	28.56	34.58	46.72	78.57	67.49	70.85			
Venezuela	58.97	75.48	39.93	61.50	100.00	75.98	73.43	52.52	28.38	40.94	50.47	51.15	65.50	67.87			
Etapas 1	América do Sul	Argentina	57.39	65.56	33.56	73.03	100.00	50.90	63.78	47.57	24.23	33.43	43.03	72.34	75.40	71.36	
		Bolívia	32.56	27.80	20.56	49.31	0.00	36.05	41.46	33.67	13.24	15.54	32.90	24.04	61.50	62.41	
		Chile	62.52	71.27	39.31	76.97	100.00	57.92	66.01	61.16	31.17	38.02	48.74	78.97	73.99	77.95	
		Colômbia	59.38	74.27	35.05	68.81	100.00	71.34	67.71	58.03	20.94	37.11	47.11	69.83	61.19	75.42	
		Equador	37.36	36.07	26.55	49.46	0.00	42.66	61.71	39.92	19.67	25.92	34.05	25.54	54.94	67.89	
		Guiana	33.52	29.26	23.93	47.36	0.00	43.99	37.53	35.51	17.64	24.44	29.73	25.72	46.37	70.00	
		Paraguai	35.46	36.77	21.44	48.16	0.00	48.14	47.21	51.73	13.77	19.68	30.88	25.12	46.39	72.98	
		Peru	51.97	64.51	29.87	61.54	100.00	48.67	62.78	46.58	18.23	28.75	42.64	47.94	63.99	72.68	
		Suriname	35.11	29.59	26.09	49.65	0.00	45.13	30.05	43.17	19.31	24.44	34.51	30.61	51.83	66.51	
		Uruguai	58.25	71.10	32.20	71.44	100.00	59.88	69.23	55.30	24.89	27.56	44.16	57.07	73.23	84.02	
Venezuela	29.33	17.62	26.41	43.95	0.00	11.84	31.89	26.77	15.98	29.54	33.70	22.52	40.08	69.26			
	Brasil	62.37	69.62	43.43	74.05	100.00	57.13	72.02	49.33	33.08	46.25	50.98	73.32	72.16	76.66		

Fonte: o Autor

Não obstante, a despeito de os resultados encontrados possibilitarem conhecer o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA, OE 1, percebeu-se que a análise isolada dos 602 dados numéricos obtidos não convergiria para o objetivo geral da pesquisa, sendo necessário estabelecer uma abordagem comparativa entre os envolvidos, pois esses fatores “[...] precisam ser considerados em conjunto antes que qualquer julgamento possa ser feito quanto às prioridades relativas para melhoramentos” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 569).

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

As ações graduais executadas para construir a Figura 4 possibilitaram mudar a perspectiva analítica de 43 desempenhos isolados de nações para a dos três blocos selecionados: Brasil, América do Sul e OTAN; identificar a posição relativa de desempenho do Brasil quando inserido nos contextos “Brasil x América do Sul” e “Brasil x OTAN”; e adequar essas informações para a utilização do modelo da MID.

Figura 4 – Valores dos eixos da MID

	Geral	Governo	Setor de Tecnologia	Dados e Infraestrutura	Visão	Governança e Ética	Capacidade Digital	Adaptabilidade	Maturidade	Capacidade de Inovação	Capital Humano	Infraestrutura	Disponibilidade de Dados	Representatividade dos Dados	
	IGER	IGOV	IST	IDI	IGOV01	IGOV02	IGOV03	IGOV04	IST01	IST02	IST03	IDI01	IDI02	IDI03	
Etapa 4	Medianas Brasil	62.37	69.62	43.43	74.05	100.00	57.13	72.02	49.33	33.08	46.25	50.98	73.32	72.16	76.66
	Medianas OTAN	67.05	72.01	48.61	78.47	100.00	63.65	70.49	57.53	34.36	51.80	55.95	76.88	75.30	84.25
	Medianas América do Sul	37.36	36.77	26.55	49.65	0.00	48.14	61.71	46.58	19.31	27.56	34.51	30.61	61.19	71.36
Etapa 5	Percentil Brasil x América do Sul	90°	75°	> Máx	85°	100°	75°	> Máx	60°	> Máx	> Máx	> Máx	85°	75°	80°
	Percentil Brasil x OTAN	45°	35°	40°	35°	100°	20°	55°	20°	45°	40°	40°	40°	35°	20°
Etapa 6	Eixo Y - Brasil x América do Sul	9.0	7.5	9.0	8.5	9.0	7.5	9.0	6.0	9.0	9.0	9.0	8.5	7.5	8.0
	Eixo Y - Brasil x OTAN	4.5	3.5	4.0	3.5	9.0	2.0	5.5	2.0	4.5	4.0	4.0	4.0	3.5	2.0
Etapa 7	Eixo X - Mediana	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Fonte: o Autor

Analisando-se sumariamente os números calculados, mormente os valores dos eixos Y, depreende-se que o OE 2 foi alcançado, sendo possível estabelecer um

comparativo entre o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA.

Nesse viés, constata-se que o Brasil apresentou uma performance melhor no cenário da América do Sul, a despeito de possuir um atributo na faixa do médio desempenho. Quando inserido no contexto da OTAN, surgem valores na faixa do baixo desempenho que precisam ser apreciados sob a ótica da MID, no intuito de se identificar o nível de adequabilidade do atual estágio de desenvolvimento da IA para o Brasil, OE 3, bem como a necessidade e a urgência de possíveis ações político-estratégicas.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Antes de seguir para a análise das MID propriamente ditas, julgou-se oportuno apresentar a Figura 5, a qual relaciona os indicadores que alimentam as dimensões e, conseqüentemente, os pilares do IPGIA 2022, com o desempenho brasileiro isolado (absoluto) e relativo (percentis nos contextos “Brasil x América do Sul” e “Brasil x OTAN”).

Figura 5 – Percentis dos indicadores das dimensões do IPGIA 2022

Pilar	Dimensão	Indicador	Índices Brasil	Percentil Brasil X América do Sul	Percentil Brasil X OTAN
Governo (GOV)	Visão (IGOV01)	Estratégia nacional de IA (S/N)	100.00	Máx	Máx
		Legislação de proteção de dados e privacidade	100.00	Máx	Máx
	Governança e Ética (IGOV02)	Cibersegurança	96.60	> Máx	55º
		Adaptabilidade do marco legal aos modelos de negócios digitais	33.50	25º	10º
		Framework nacional de ética (S/N)	0.00	Min	Min
		Accountability	55.56	60º	15º
		Serviços online	89.64	> Máx	85º
	Capacidade Digital (IGOV03)	Infraestrutura de TI fundamental	98.02	> Máx	> Máx
		Promoção governamental de investimento em tecnologias emergentes	28.41	60º	10º
		Eficiência do governo	40.79	40º	< Min
	Adaptabilidade (IGOV04)	Capacidade de resposta do governo à mudança	29.21	30º	10º
		Facilidade de aquisição de dados	78.00	80º	90º
		Número de unicórnios de IA	17.46	90º	85º
Setor de Tecnologia (IST)	Maturidade (IST01)	Número de unicórnios de tecnologia não-IA	42.22	> Máx	85º
		Valor do comércio de serviços de TIC (per capita)	35.57	65º	10º
		Valor do comércio de bens de TIC (per capita)	43.73	60º	10º
		Gastos com software de computador	26.40	85º	45º
		Requisitos administrativos de negócios	68.60	70º	10º
	Capacidade de Inovação (IST02)	Disponibilidade de <i>Venture Capital</i>	11.00	> Máx	45º
		Gastos com P&D	42.54	> Máx	35º
		Investimento da empresa em tecnologia emergente	39.00	> Máx	30º
		Trabalhos de pesquisa publicados em IA	70.08	> Máx	75º
	Capital Humano (IST03)	Graduados em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM) ou ciência da computação	17.50	50º	10º
		Usuários do GitHub por mil habitantes	55.29	75º	10º
		Mulheres graduadas em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM)	73.29	75º	60º
		Qualidade do ensino superior de engenharia e tecnologia	74.03	> Máx	65º
		Habilidades digitais	34.79	15º	< Min
		Infraestrutura de telecomunicações	68.14	65º	10º
Dados e Infraestrutura (IDI)	Infraestrutura (IDI01)	Provedores de nuvem	100.00	Máx	Máx
		Qualidade de banda larga	42.80	80º	10º
		Infraestrutura 5G	100.00	Máx	Máx
		Adoção de tecnologias emergentes	55.65	85º	30º
		Dados abertos	72.00	65º	85º
	Disponibilidade de Dados (IDI02)	Governança de dados	50.00	Máx	75º
		Assinaturas de telefonia celular	78.84	28º	15º
		Domicílios com acesso à internet	83.20	80º	15º
		Capacidade estatística	76.75	85º	15º
		Diferença de gênero na Internet acesso	91.00	35º	10º
	Representatividade dos Dados (IDI03)	Custo do dispositivo habilitado para internet em relação ao PIB per capita	62.32	80º	25º

Fonte: o Autor

A análise de extremos das três colunas numéricas evidenciou os seguintes resultados:

a) Índices Brasil: 10,25% atingiram o grau máximo (100), enquanto 2,56% o valor mínimo (0);

b) “Brasil x América do Sul”: 35,89% dos indicadores brasileiros performaram igual ou acima do índice mais alto entre os países da América do Sul, enquanto 2,56%, igual ao menor índice entre esses mesmos países; e

c) “Brasil x OTAN”: 12,82% dos indicadores brasileiros performaram igual ou acima do valor do índice mais alto entre os países a OTAN, ao passo que 7,69%, igual ou abaixo do menor índice entre esses mesmos países.

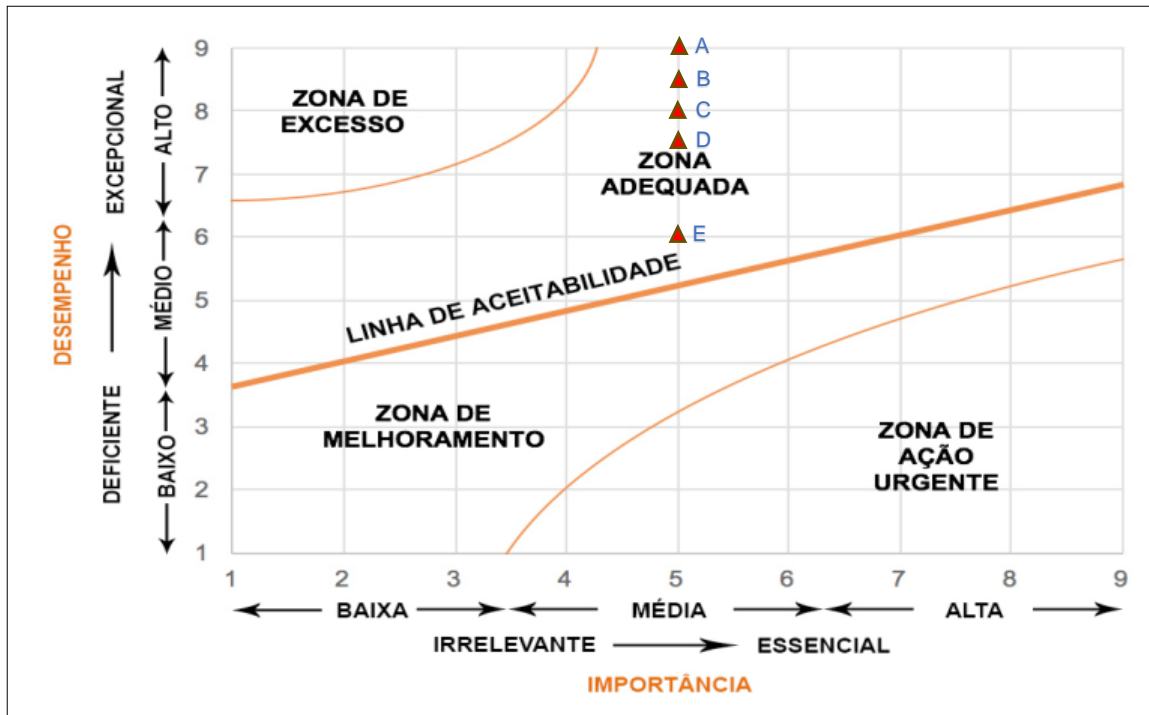
Isso posto, a partir da intersecção dos conhecimentos dos valores dos eixos da MID (Figura 4) e dos detalhes dos indicadores que suportam as dimensões do IPGIA 2022 (Figura 5), tornou-se possível identificar as causas mais prováveis dos desempenhos apresentados pelo Brasil e aprofundar a análise da MID via *benchmarkings* selecionados.

4.3.1 Contexto “Brasil x América do Sul”

O Gráfico 2 apresenta a MID aplicada ao contexto “Brasil x América do Sul”. Os pontos representados pelas letras de A até E indicam a relação entre a importância e o desempenho dos fatores avaliados, os quais foram distribuídos da seguinte maneira:

- a) Ponto A: IGOV01, IGOV03, IST01, IST02 e IST03;
- b) Ponto B: IDI01;
- c) Ponto C: IDI03;
- d) Ponto D: IGOV02 e IDI02; e
- e) Ponto E: IGOV04.

Gráfico 2 – MID do contexto “Brasil x América do Sul”



Fonte: o Autor

Os atributos associados aos pontos de A até D apresentaram alto desempenho diante do cenário sul-americano e não dependeram da inclinação da linha de aceitabilidade para se estabelecerem na zona adequada.

Na dimensão Adaptabilidade (IGOV04), representada pelo ponto E, o Brasil apresentou desempenho mediano e obteve a 5ª colocação na América do Sul, atrás do Chile, Colômbia, Uruguai e Paraguai. Apesar da classificação na zona adequada, esse ponto merece atenção do país. Caso o grau de importância fosse elevado para o 3º quartil do mesmo contexto (grau de importância 7,5 da MID), o Brasil seria forçado a ingressar na zona de melhoramento.

O aprofundamento dos estudos dos “Indicadores de Governança Mundial” e do “Índice de Competitividade Global”, base de dados empregada pelo IPGIA 2022, poderia melhorar “a capacidade de o governo brasileiro mudar e inovar o desenvolvimento da AI de forma eficaz”, ou seja, a sua dimensão Adaptabilidade.

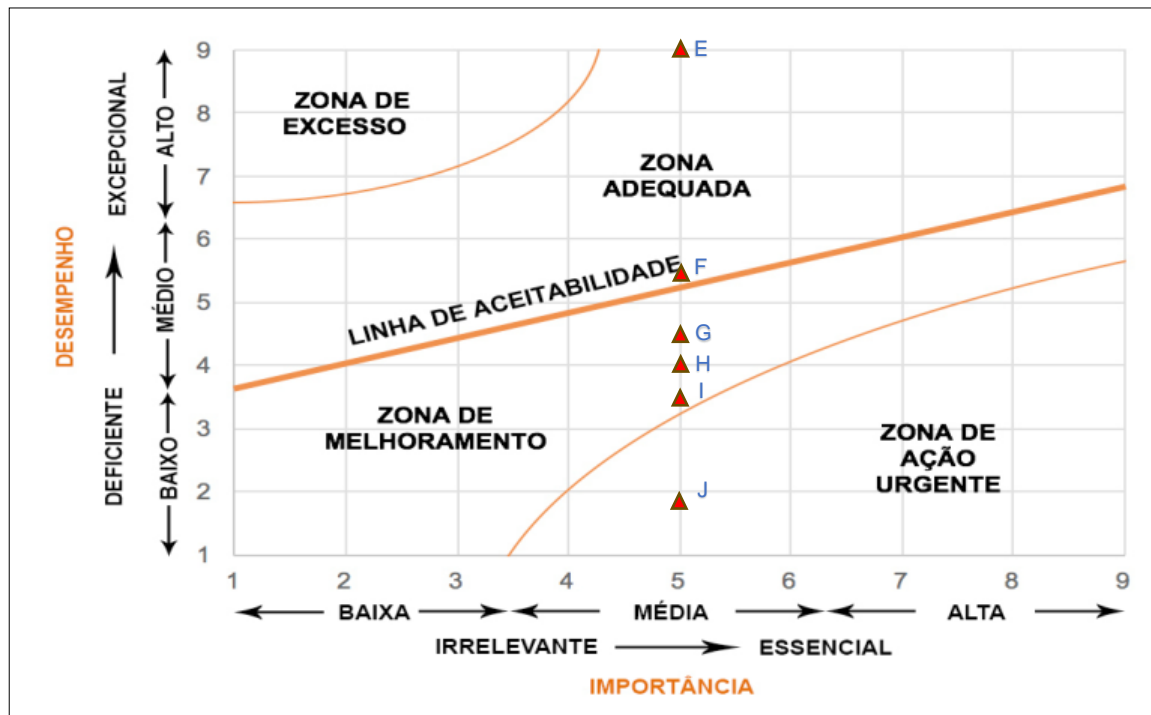
Não obstante, considerando que os recursos são finitos e segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 569), “[...] somente porque uma operação não é muito boa em algo, não significa que ela deva de imediato ser melhorada. Os consumidores podem ou não valorizar particularmente esse aspecto de desempenho”, fez-se necessário expandir a análise para além do continente sul-americano, estudando o

desempenho do Brasil frente ao cenário da OTAN, no intuito de se identificar outras possíveis prioridades.

4.3.2 Contexto “Brasil x OTAN”

Valendo-se da abordagem metodológica do contexto anterior, desenvolveu-se o Gráfico 3 para apresentar a MID aplicada ao contexto “Brasil x OTAN”:

Gráfico 3 – MID do contexto “Brasil x OTAN”



Fonte: o Autor

Em uma análise preliminar, percebeu-se um aumento na distribuição de dados, ocasionando maior número de pontos e zonas abarcadas. Por esse motivo e, no intuito de facilitar a compreensão dos aspectos estudados na MID, optou-se por analisar as zonas da matriz separadamente, focando inicialmente nas dimensões.

4.3.2.1 Zona adequada

Os 2 pontos identificados nessa zona representam 2 atributos:

- a) Ponto E: IGOV01; e
- b) Ponto F: IGOV03.

Na dimensão Visão (IGOV01), representada pelo ponto E, o Brasil obteve a pontuação máxima ao demonstrar que possui visão para implementar a IA por meio da Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (MCTI, 2021). Por outro lado, países da OTAN como Albânia, Croácia, Eslováquia, Islândia e Montenegro não possuem estratégias ou políticas relacionadas ao tema e receberam a menor pontuação possível, zero. No caso da Grécia, Macedônia do Norte e Romênia, a existência de ações em andamento nesse sentido fê-los receber a metade da pontuação possível, 50 pontos.

Na dimensão Capacidade Digital (IGOV03), representada pelo ponto F, o Brasil permaneceu na zona adequada, porém no limite do aceitável para a zona de melhoramento. Analisando-se os indicadores que suportam esse atributo, percebeu-se que a “Promoção governamental de investimento em tecnologias emergentes” do Brasil situou-se no 10º percentil da OTAN, influenciando negativamente esse resultado. Uma investigação mais aprofundada sobre o “Índice de prontidão de rede” poderá agregar conhecimentos e melhorar o desempenho do Brasil. Os “Serviços online” a “Infraestrutura de TI fundamental”, indicadores que completam as fontes de dados do IGOV03, performaram no 85º percentil e acima do valor máximo da OTAN, respectivamente.

4.3.2.2 Zona de excesso

Essa região demanda atributos de baixa importância e alto desempenho ou média importância e alto desempenho. Em síntese, nenhum aspecto avaliado enquadrou-se nesses requisitos.

Percebe-se, portanto, que o Brasil não canalizou esforços para atingir alto desempenho em aspectos de menor relevância, o que está alinhado às ideias dos teóricos. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), as necessidades e preferências dos consumidores definem a importância e os esforços dentro da operação.

4.3.2.3 Zona de melhoramento

Essa zona abarcou três pontos e representou cinco dimensões:

a) Ponto G: IST01;

- b) Ponto H: IST02, IST03 e IDI01; e
- c) Ponto I: IDI02.

Na dimensão Maturidade (IST01), representada pelo ponto G, o Brasil ficou no 45º percentil, próximo à mediana da OTAN, posição análoga a do indicador “Gastos com software de computador” (percentil 45º). Contribuíram positivamente os indicadores “Número de unicórnios de IA” e “Número de unicórnios de tecnologia não IA” no 85º percentil. Por outro lado, os indicadores “Valor do comércio de serviços de TIC (per capita)” e “Valor do comércio de bens de TIC (per capita)” não performaram bem e ocuparam o 10º percentil.

As dimensões Capacidade de Inovação (IST02), Capital Humano (IST03) e Infraestrutura (IDI01), representadas pelo ponto H, buscaram verificar se o setor de tecnologia tem condições para apoiar a inovação; a existência de habilidades certas na população para apoiar o setor de tecnologia; e se o país possui uma boa infraestrutura tecnológica para suportar tecnologias de IA, respectivamente.

No quesito Capacidade de Inovação (IST02), percebeu-se que o indicador “Trabalhos de pesquisa publicados em IA” performou bem (75º percentil), enquanto “Requisitos administrativos de Negócio”, “Disponibilidade de Venture Capital”, “Gastos com P&D” e “Investimento da empresa em tecnologia emergente” estão abaixo do aceitável com os percentis 10º, 45º, 35º e 30º, respectivamente.

Em relação ao Capital Humano (IST03), os indicadores “Graduados em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM) ou ciência da computação” e “Usuários do GitHub por mil habitantes” posicionaram-se no 10º percentil. Em se tratando de “Habilidades digitais”, o Brasil performou abaixo do menor nível da OTAM, a Turquia. O desempenho em relação às “Mulheres graduadas em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM)” (percentil 60º) e à “Qualidade do ensino superior de engenharia e tecnologia” (percentil 65º) superou a linha de aceitabilidade para o nível de importância considerado no trabalho.

Na dimensão Infraestrutura (IDI01), o Brasil obteve a pontuação máxima no indicador “Provedores de nuvem” e “Infraestrutura 5G”. Não obstante, apresentou desempenho baixo em “Infraestrutura de telecomunicações” (percentil 10º), “Qualidade de banda larga” (percentil 10º) e “Adoção de tecnologias emergentes” (percentil 30º).

A dimensão Disponibilidade de Dados (IDI02), representada pelo ponto I, apresentou bons resultados nos quesitos “Dados abertos” (percentil 85º) e

“Governança de dados” (percentil 75º). No entanto, o desempenho apresentado nos indicadores “Assinaturas de telefonia celular”, “Domicílios com acesso à internet” e “Capacidade estatística”, todos no 15º percentil, indicam que o país necessita dedicar especial atenção a essas áreas, caso deseje atingir o nível da OTAN.

4.3.2.4 Zona de ação urgente

Essa região englobou o ponto J e representou as dimensões Governança e Ética (IGOV02), Adaptabilidade (IGOV04) e Representatividade dos Dados (IDI03).

Sobre o aspecto Governança e ética (IGOV02), identificou-se que o Brasil acompanhou o desempenho da OTAN na questão de “Legislação de proteção de dados e privacidade”, obtendo a pontuação máxima. Quanto à “Cibersegurança”, performou ligeiramente acima da mediana do grupo, superando a linha de aceitabilidade. Em relação ao aspecto “Adaptabilidade do marco legal aos modelos de negócios digitais”, posicionou-se no percentil 10º, superando Croácia, Grécia e Macedônia do Norte. No tocante à “*Accountability*”, percentil 15º, performou melhor que Albânia, Montenegro, Macedônia do Norte e Turquia. Ainda sobre o IGOV02, visualizou-se que o Brasil recebeu a menor pontuação possível, zero, no indicador “*Framework* nacional de ética (S/N)”. Faz-se necessário ressaltar que dos 31 países da OTAN, nove - Canadá, Dinamarca, EUA, Finlândia, França, Itália, Noruega, Reino Unido e Turquia - receberam o índice máximo 100, enquanto os demais não pontuaram.

No quesito Adaptabilidade (IGOV04), o Brasil se destacou positivamente quanto à “Facilidade de aquisição de dados” (percentil 95º), mas superou apenas Croácia e Grécia no aspecto “Capacidade de resposta do governo à mudança” (percentil 10º). Em relação à “Eficácia do governo”, medido por meio do *Worldwide Governance Indicators* (WGI), não alcançou o menor índice entre os países da OTAN, a Bulgária.

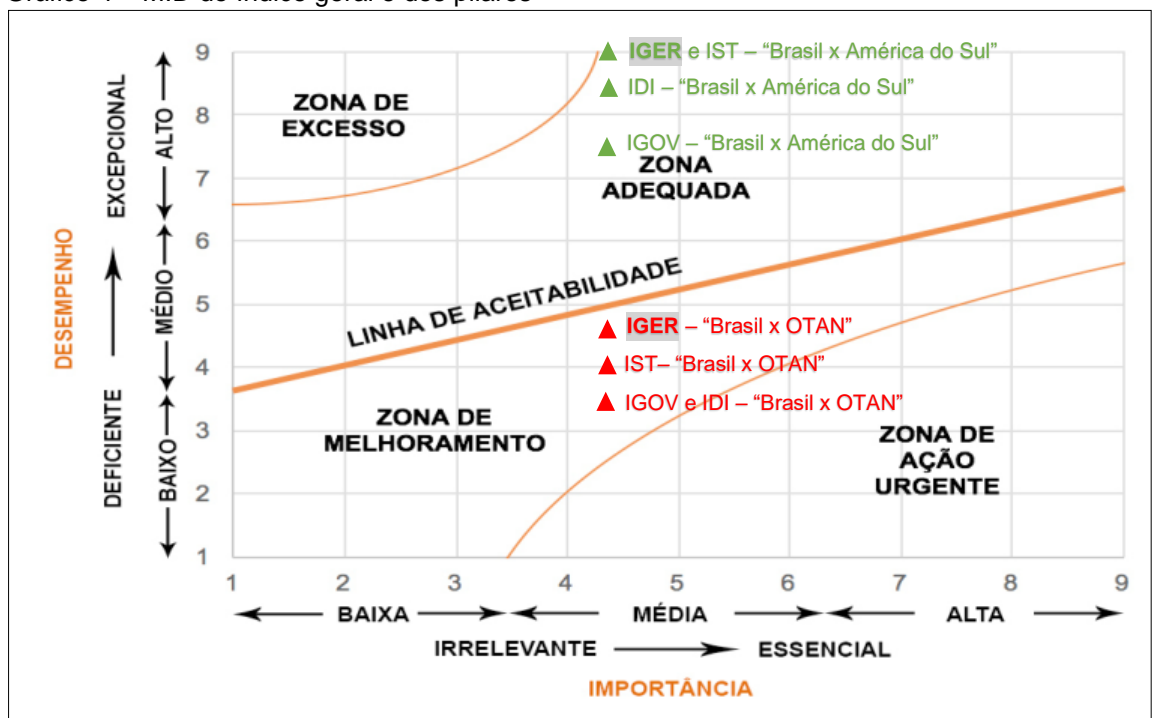
A Representatividade dos Dados (IDI03) brasileira foi impactada negativamente por seus dois indicadores “Diferença de gênero na Internet acesso” (percentil 10º) e “Custo do dispositivo habilitado para internet em relação ao PIB per capita” (percentil 25º). No primeiro caso, superou apenas a Romênia e obteve a mesma pontuação de Hungria e Portugal. No segundo, superou sete países – Albânia, Croácia, Montenegro, Macedônia do Norte, Romênia, Eslovênia e Turquia – indicando que ainda existe um longo caminho de melhorias caso deseje alcançar melhores índices a nível mundial.

Ante o exposto, depreende-se que o desempenho apresentado pelo Brasil nos últimos aspectos discutidos ficou próximo ao percentil 20º quando comparado à OTAN e, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), devem ser candidatos ao melhoramento imediato.

4.4 OBJETIVO GERAL

A análise dos pilares e do índice geral sob a ótica da MID, considerando os dois contextos deliberados, foi apresentada no Gráfico 4 abaixo:

Gráfico 4 – MID do índice geral e dos pilares



Fonte: o Autor

Analisando-se os cenários, percebe-se que o Brasil apresentou alto desempenho nos três pilares e no índice geral, dentro do contexto sul-americano, e permaneceria na zona adequada independentemente do percentil escolhido como importância. Essa informação ratifica a segunda colocação (percentil 91º) do IGER brasileiro na América do Sul, que foi superado pelo Chile no IPGIA 2022.

No cenário OTAN, o desempenho do Brasil oscilou entre médio (IGER e IST) e baixo (IGOV e IDI), classificando todos os atributos na zona de melhoramento. Caso o nível de importância atribuído fosse aumentado para o terceiro quartil da OTAN, por

exemplo, esses mesmos atributos ingressariam na zona de ação urgente. Ressalta-se que o IGER do Brasil ocupou a 18ª posição (percentil 45°) quando inserido nesse contexto, sendo superado por EUA, Reino Unido, Finlândia, Canadá, França, Holanda, Dinamarca, Noruega, Alemanha, Estônia, Bélgica, Itália, Portugal, Luxemburgo, Espanha, República Tcheca e Polônia.

Ainda sobre o tema, pode-se afirmar que os pilares Governo (IGOV) e Dados e Infraestrutura (IDI) são os maiores desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil, tendo em vista que obtiveram os maiores *gaps* na relação “desempenho x importância”, respeitando-se as especificidades dos cenários estudados. Por outro lado, a estabilidade das dimensões e as menores diferenças “desempenho x importância” do Setor de Tecnologia (IST), habilitaram esse pilar como o de maior potencialidade para o mesmo fim.

Dessa forma, considerando que *benchmarking* é o “processo de aprendizagem a partir de outros” e, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), envolve comparar o desempenho ou métodos de alguma empresa em relação a outras operações comparáveis, depreende-se que a seleção de dois cenários tão distintos se mostrou oportuna e válida, tendo em vista o impacto causado no tamanho das diferenças identificadas e, conseqüentemente, nos ensinamentos e nas prioridades relacionadas ao tema.

Por tudo exposto, ficou evidente que o objetivo geral do presente *Policy Paper* foi plenamente atingido e que esse instrumento pode ser levado em consideração para tomadas de decisões por parte dos gestores governamentais e militares, uma vez que a matriz construída tem a fundamentação teórica e estatística necessária para fornecer subsídios valiosos e confiáveis para futuros planos de ação.

Como forma de contribuir para as próximas etapas do processo, levando-se em consideração uma preparação para a quarta etapa do modelo BP (ALBERTIN; KOHL; ELIAS, 2016), realizaram-se algumas recomendações político-estratégicas acerca do desenvolvimento da IA no Brasil.

5 RECOMENDAÇÕES POLÍTICO-ESTRATÉGICAS

O meio militar desempenhou um papel histórico crucial no desenvolvimento de tecnologias ao longo dos séculos. Desde tempos remotos até os dias atuais, as necessidades e os desafios enfrentados pelas forças militares impulsionaram a inovação tecnológica em diversas áreas. As demandas e necessidades específicas do campo de batalha muitas vezes impulsionam a inovação de ponta, que posteriormente foi adaptada e aplicada em outros setores da sociedade, impulsionando o progresso científico e tecnológico.

A Inteligência Artificial representa uma das tecnologias mais promissoras do século XXI, com o potencial de impulsionar o desenvolvimento do Brasil. No entanto, existem questões que precisam ser abordadas de maneira proativa, colaborativa, política e estratégica para que o país possa desenvolver e aproveitar plenamente os benefícios dessa tecnologia.

Assim sendo, considerando a relação histórica entre o desenvolvimento tecnológico e o meio militar, bem o conceito de Defesa Nacional, “conjunto de atitudes, medidas e ações do Estado, com ênfase na expressão militar, para a defesa do Território Nacional, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas” (BRASIL, 2020, p. 11), área de concentração do presente estudo, recomendam-se as seguintes ações político-estratégicas ao Ministério da Defesa:

a) **Recomendação nº 1 – Criação de um comitê de IA para a Defesa**, valendo-se de *stakeholders* julgados relevantes para as pautas, objetivando uma abordagem holística e integrada para lidar com os desafios, potencialidades, segurança, *accountability* e governança dessa tecnologia na área da Defesa Nacional.

b) **Recomendação nº 2 – Estabelecer estratégia, normas e regulamentações éticas e de segurança para o desenvolvimento e emprego da IA na área de Defesa**, por meio do comitê de IA para a Defesa, objetivado que os fatores transparência e responsabilidade de uso nas operações militares sejam assegurados.

c) **Recomendação nº 3 – Criar centros de excelência em IA para a Defesa**, valendo-se de referências nacionais e internacionais, permitindo um ambiente colaborativo e seguro para a pesquisa, treinamento e inovação em IA.

d) **Recomendação nº 4 – Estabelecer parcerias público-privadas**, por meio do compartilhamento de recursos e conhecimentos entre o setor militar e o setor privado, promovendo interações estratégicas para o desenvolvimento de tecnologias de ponta.

e) **Recomendação nº 5 – Especializar profissionais em IA**, por meio da criação de bolsas de estudo, cursos, intercâmbios e programas de treinamento, em cooperação com universidades e instituições de ensino, buscando garantir a disponibilidade de talentos qualificados no país e na Defesa.

f) **Recomendação nº 6 – Buscar investimentos em infraestrutura tecnológica**, por meio de parcerias público-privadas de interesses comuns, melhorando os níveis de desempenho, redundância e segurança das redes de comunicação, dos centros de dados e do uso da computação em nuvem para suportar as demandas crescentes de processamento de dados.

g) **Recomendação nº 7 – Incentivar a pesquisa e o desenvolvimento em IA**, por meio da criação de financiamentos, parcerias e programas de incentivo à pesquisa, à inovação e ao fomento do ecossistema de startups em IA, objetivando o desenvolvimento de projetos e soluções inovadoras em IA que atendam às necessidades militares e da área de Defesa.

h) **Recomendação nº 8 – Realizar exercícios e simulações com IA**, valendo-se de estrutura e conhecimento resultantes de parcerias, objetivando identificar lacunas e aperfeiçoar o desempenho das soluções por meio de testes e validações tecnológicas em cenários controlados.

i) **Recomendação nº 9 – Fortalecer a cooperação internacional no contexto da IA**, por meio da participação de intercâmbios, fóruns, conferências, bem como do compartilhamento de experiências e conhecimentos com outras nações que também estejam desenvolvendo tecnologias em IA, objetivando expandir a fronteira do conhecimento sobre o tema no âmbito da Defesa e, conseqüentemente, do Brasil.

Dessa forma, o assessoramento realizado por meio das nove recomendações expostas abarcou as potencialidades e os desafios identificados no desenvolvimento atual da IA no Brasil, colaborando com o processo de tomada de decisões a nível político-estratégico do Ministério da Defesa e do Brasil.

6 CONCLUSÃO

O presente *Policy Paper* discorreu acerca das potencialidades e dos desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil, bem como de sugestões político-estratégicas de contribuição do Ministério da Defesa para impulsionar a referida área.

Inicialmente abordaram-se os cenários nacional e internacional relacionados ao tema, a capacidade transformadora dessa tecnologia e as implicações para a Defesa Nacional, chegando-se ao problema de pesquisa, “Quais as potencialidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil?”, ao OG, “Conhecer as potencialidades e os desafios relacionados ao atual estágio de desenvolvimento da IA no Brasil”, e aos três OE: “OE 1 - Conhecer o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA”; “OE 2 - Estabelecer comparativo entre o desempenho atual do Brasil e de atores internacionais para o desenvolvimento da IA”; e “OE 3 – Identificar o nível de adequabilidade do atual estágio de desenvolvimento da IA para o Brasil”.

A segunda seção expôs a fundamentação teórica necessária à exploração do tema. A abordagem do modelo BP forneceu uma metodologia robusta para abordar o problema de pesquisa e atingir o OG proposto. O IPGIA 2022 forneceu os dados dos índices mundiais de IA necessários ao alcance do OE 1. O modelo de Slack, Chambers e Johnston (2009), por meio da MID, permitiu comparar esses desempenhos e atingir os OE 2 e 3.

Na terceira seção, foram apresentadas as ações metodológicas empregadas. A dinâmica englobou a apresentação de esquema analítico com todas as etapas necessárias para se atingir os objetivos; a seleção dos atores internacionais para os comparativos; a maneira como os dados foram tabulados e tratados estatisticamente; a apresentação dos resultados encontrados; e, por fim, uma limitação da pesquisa.

A sequência de passos sugerida pelo modelo BP; mormente a formulação dos objetivos do *benchmarking*, a análise interna e a comparação; foi essencial para a organização do trabalho e concatenação de ideias. Ademais, as duas últimas etapas; desenvolvimento das ações e aplicação do plano de ação; contribuíram para que os resultados da investigação resultassem em recomendações político-estratégicas.

A partir do resultado da pesquisa bibliográfica realizada junto ao IPGIA 2022, relacionaram-se os valores do índice geral, dos três pilares e das dez dimensões com

os cenários “Brasil x América do Sul”, “Brasil x OTAN” e Brasil, perfazendo um total de 602 índices.

Em seguida, calcularam-se as medianas ou percentis 50º dos atores Brasil, OTAN e América do Sul para atuarem como referência no quesito importância (eixo X da MID), bem como os percentis de 10º a 90º, com intervalos de 5º, dos índices brasileiros, quando inseridos nos cenários da América do Sul e da OTAN, para agirem como referência no quesito desempenho (eixo Y da MID). Após isso, converteram-se os percentis para a escala da MID, determinando-se os eixos X e Y.

O próximo passo procurou facilitar a identificação das causas mais prováveis dos desempenhos apresentados pelo Brasil e aprofundar a análise da MID. Para isso, detalharam-se os indicadores componentes de cada pilar e dimensão, valendo-se dos mesmos cálculos de percentis e cenários anteriores.

Utilizando-se os valores obtidos, relacionaram-se os fatores importância e desempenho por meio da MID. Na sequência, todos os atributos foram categorizados de acordo com as zonas estabelecidas pelos marcos teóricos.

Para analisar os resultados encontrados, abordaram-se as dimensões nos contextos “Brasil x América do Sul” e “Brasil x OTAN”, identificando-se a distribuição dos fatores conforme a MID de Slack, Chambers e Johnston (2009): linha de aceitabilidade, zona adequada, zona de excesso, zona de melhoramento e zona de ação urgente. Realizou-se a mesma ação para o índice geral e pilares de cada contexto. Ressalta-se que a utilização das informações de percentil dos indicadores de cada dimensão foi de grande valia para a interpretação dos dados e priorização de ações.

No contexto “Brasil x América do Sul”, todos os fatores avaliados se situaram na zona adequada, a despeito de a dimensão Adaptabilidade ter apresentado desempenho mediano e o Brasil ser superado por Chile, Colômbia, Uruguai e Paraguai nesse aspecto. Em se tratando de “Brasil x OTAN”, identificaram-se as dimensões Visão e Capacidade Digital na zona adequada; nenhuma dimensão na zona de excesso; o índice geral, os três pilares e as dimensões Maturidade, Capacidade de Inovação, Capital Humano, Infraestrutura e Disponibilidade de Dados na zona de melhoramento; e as dimensões Governança, Ética e Adaptabilidade e Representatividade dos Dados na zona de ação urgente. Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi plenamente alcançado.

Ressalta-se que foi identificada uma limitação relacionada ao lapso temporal de alguns dados apresentados no IPGIA 2022, conforme especificado em sua página 52, podendo não refletir o quadro mais atualizado de alguns países.

Como principal contribuição, o presente trabalho forneceu subsídios visando a um assessoramento imparcial, por meio de nove recomendações político-estratégicas de contribuição do Ministério da Defesa para o desenvolvimento da IA no Brasil. Adicionalmente, apresentou um método científico replicável aos processos de acompanhamento da conjuntura do desenvolvimento dessa tecnologia, mediante as adaptações necessárias para os cenários e contextos de interesse.

Sugere-se, para futuras pesquisas, que sejam explorados outros grupos e atores internacionais, bem como atribuídos outros níveis de importância e percentis comparativos. Essa variação de parâmetros poderá apontar para novos caminhos e aperfeiçoar o processo de tomada de decisões a nível político-estratégico do Ministério da Defesa e do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo e KOHL, Holger e ELIAS, Sérgio José Barbosa. **Manual do benchmarking**. Fortaleza: E-book, 2016. p. 180. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19482/1/2016_liv_mralbertin.pdf>. Acesso em: 3 jul 2023.

AZURDUY, Carlos A. **Metodología de la Investigación Comunicacional: Una aproximación desde el estudio del consumo cultural de la radio entre mujeres migrantes de la ciudad de El Ato**. 2007.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Cenário de Defesa 2020-2039: sumário executivo**. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/revista_cenario_de_defesa.pdf>. Acesso em: 13 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_1.pdf>. Acesso em: 15 maio 2023.

COELHO, Beatriz. **Os diferentes tipos de pesquisa científica**. Mettzer. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa>>. Acesso em: 5 ago 2023.

CORREA, Sonia Maria Barros Barbosa. **Probabilidade e Estatística**. 2ª. ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003. p. 113. Disponível em: <https://professor.ufrgs.br/dagnino/files/correa_2003_livro_probabilidade_estatistica_2a_ed.pdf>. Acesso em: 8 jul 2023.

FARIA, Caroline. **América do Sul**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/america-do-sul/>>. Acesso em: 17 jul 2023.

FERREIRA, T. B. Não estamos violando a primeira lei de asimov: drones e os limites da inteligência artificial. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, v. 8, n. 32, p. 125-130, 21 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/386>>. Acesso em: 3 ago 2023.

FONSECA, João José Saraiva Da. **Metodologia da pesquisa científica**. Universidade Estadual do Ceará ed. Fortaleza: [s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 28 jul 2023.

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009. v. 1. p. 118 Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/52806>>. Acesso em: 21 jul 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. p. 176

GOODFELLOW, Ian e BENGIO, Yoshua e COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. Cambridge, Massachusetts: The Mit Press, 2016.

HAN, Jiawei e KAMBER, Micheline e PEI, Jian. **Data mining: concepts and techniques**. Burlington, Ma: Elsevier, 2012.

HERNANDEZ, Joe. **A Military Drone with a Mind of Its Own Was Used in Combat, U.N. Says**. Disponível em: <<https://www.npr.org/2021/06/01/1002196245/a-u-n-report-suggests-libya-saw-the-first-battlefield-killing-by-an-autonomous-d>>. Acesso em: 25 abr 2023.

KOHL, H. **Integriertes Benchmarking für kleine und mittlere Unternehmen: eine methode zur integration von best practice-informationen in das interne Unternehmenscontrolling**. Berlin: Fraunhofer. 2007.

MCTI. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial -EBIA-** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações Secretaria de Empreendedorismo e Inovação. [S.l: s.n.], 13 Jul 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-consulta-publica.pdf/view> >. Acesso em: 21 jul 2023.

NATO. **Member countries**. Disponível em: <https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_52044.htm>. Acesso em: 17 jul 2023.

OXFORD INSIGHTS. **Government AI Readiness Index 2022**. Disponível em: <<https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index-2022>>. Acesso em: 18 maio 2023.

PANEL OF EXPERTS ON LIBYA. **Final report of the Panel of Experts on Libya established pursuant to Security Council resolution 1973 (2011)**. [S.l.: s.n.], 8 Mar 2021. Disponível em: <<https://digitallibrary.un.org/record/3905159?ln=en>>. Acesso em: 25 abr 2023

RIBEIRO, LAURA MARIA MELO. **Aplicação do Benchmarking na indústria de manufatura desenvolvimento de uma metodologia para empresas de fundição**. <Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/302941321.pdf>>. Acesso em: 27 jul 2023.

SLACK, N e CHAMBERS, S e JOHNSTOR, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. p. 689

STEPHAN DE SPIEGELEIRE e MAAS, Matthijs e SWEIJS, Tim. **Artificial Intelligence and the Future of Defense**. [S.l.]: The Hague Centre for Strategic Studies, 2017. Disponível em: <<https://hcss.nl/wp-content/uploads/attachments/Artificial%20Intelligence%20and%20the%20Future%20of%20Defense-7.pdf>>. Acesso em: 1 maio 2023.

UK MINISTRY OF DEFENCE. **Defence Artificial Intelligence Strategy**. GOV.UK, 17 Jun 2022. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/publications/defence-artificial-intelligence-strategy/defence-artificial-intelligence-strategy>>. Acesso em: 9 ago 2023.

WOTTRICH, Laura; MAZER, Dulce Helena; MONTEIRO, Maria Clara Sidou; FONSECA, Paula Coruja da; SILVA, Ronei Teodoro da; COSTA, Sarah Moralejo da. **A definição do problema e dos objetivos de pesquisa: reflexões sobre o fazer metodológico na Comunicação**. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação: 42º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Belém-PA, 2 set. 2019. Disponível em: <<https://www.portalintercom.org.br/anais/nacional2019/resumos/R14-1239-1.pdf>>. Acesso em: 15 jun 2023.

ZAIRI, Mohamed. **Benchmarking for Best Practice: Continuous Learning Through Sustainable Innovation**. [S.l.: s.n.], 2017.