



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE, ECONOMIA E GESTÃO
DE POLÍTICAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

RODNEY RODRIGUES DA CUNHA

**PROPOSTA DE DEFINIÇÃO DO PLANO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO: UM
ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DE SELEÇÃO E
OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS**

Brasília – DF

2025

RODNEY RODRIGUES DA CUNHA

**PROPOSTA DE DEFINIÇÃO DO PLANO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO: UM
ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DE SELEÇÃO E
OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão de Políticas Públicas da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia. Área de concentração: Economia da Defesa.

Orientador: Prof. Dr. Julio Eduardo da Silva Menezes

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Nascimento Júnior

Brasília – DF

2025

Ficha catalográfica elaborada automaticamente, com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a)



RODNEY RODRIGUES DA CUNHA

**PROPOSTA DE DEFINIÇÃO DO PLANO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO: UM
ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DE SELEÇÃO E
OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS**

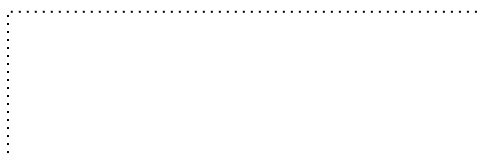
O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 18 de julho de 2025,
pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Julio Eduardo da Silva Menezes
Escola Superior de Defesa

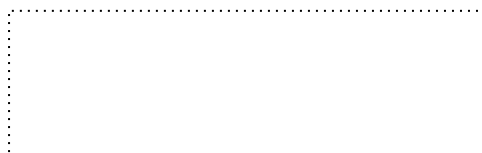
Prof. Dr. Victor Rafael Rezende Celestino
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Diógenes de Souza Bido
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado
adequado para obtenção do título de Mestre em Economia



Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Prof. Dr. Julio Eduardo da Silva Menezes
Orientador

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento é direcionado àquele que é o autor da vida, fonte de toda a sabedoria e conhecimento. “Porque dele, e por meio dele, e para ele são todas as coisas”.

Agradeço à minha amada esposa Raquel, pelo companheirismo, amizade e parceria por mais de 12 anos, e, em especial, pela paciência e dedicação para com o nosso lar e para com nossas filhas, durante as minhas ausências para a conquista deste objetivo.

Agradeço às minhas filhas, Eloah, Ana, Isabela e Helena, pelo carinho e pela compreensão.

Agradeço ao Exército Brasileiro, instituição à qual pertenço há quase 20 anos, por ter me permitido chegar até aqui.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Julio Menezes, pela atenção e pelas orientações assertivas.

Agradeço aos professores da FACE e da ESD, que fizeram parte desta jornada, pelos conhecimentos transmitidos.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram, mesmo que indiretamente, para este trabalho, em particular, ao General Neiva e ao General Mandim, pela atenção e disponibilidade.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo geral desenvolver o processo de tomada de decisão de investimentos do Exército Brasileiro para permitir a aplicação de práticas de seleção e otimização de portfólio. O setor de defesa, por suas características únicas, difere dos setores privados e de outros setores públicos, embora enfrente problemas de seleção de portfólio de projetos semelhantes. A metodologia adotada foi um estudo de caso com abordagem mista, buscando identificar e analisar a aplicabilidade das práticas de definição e otimização de portfólios na seleção dos projetos constantes do Plano Estratégico do Exército. Utilizaram-se diversas técnicas de coleta de dados, incluindo pesquisa documental, registros em arquivos e entrevistas semiestruturadas com especialistas. A análise do processo de elaboração do Plano Estratégico do Exército 2024-2027 revelou a ausência de métodos ou ferramentas específicas para a priorização de iniciativas. Identificaram-se oportunidades de melhoria na metodologia vigente, no sentido de fixar a disponibilidade orçamentária e de estimar todos os custos das iniciativas, a fim de permitir a aplicação do algoritmo de otimização. Como resultado da investigação, propôs-se a aplicação do modelo de programação linear binária e inteira, conhecido como "problema da mochila", associado a um método de tomada de decisão multicritério. Tal abordagem foi considerada a mais adequada à realidade do Exército devido à sua usabilidade. Para subsidiar esse modelo, desenvolveu-se uma metodologia para a projeção de referenciais orçamentários e identificaram-se os principais critérios para a priorização das iniciativas.

Palavras-chave: problema de seleção de portfólio; otimização de portfólio, planejamento estratégico; problema da mochila; tomada de decisão multicritério.

ABSTRACT

The present research had as general objective to improve the decision-making process of investments of the Brazilian Army from the application of selection practices and portfolio optimization. The defense sector, due to its unique characteristics, differs from private and other public sectors, although it faces problems of portfolio selection for similar projects. The methodology adopted was a case study with a mixed approach, seeking to identify and analyze the applicability of portfolio definition and optimization practices in the selection of projects included in the Army Strategic Plan. Several data collection techniques were used, including documentary research, records in archives and semi-structured interviews with specialists. The analysis of the process of preparation of the Army Strategic Plan 2024-2027 revealed the absence of specific methods or tools for prioritizing initiatives. Opportunities for improvement were identified in the current methodology, in order to set the budget availability and total estimated cost of the initiatives, with the aim of applying the optimization algorithm. As a result of the investigation, it was proposed the application of the binary and integer linear programming model, known as "knapsack problem", associated with a multicriteria decision-making method. This approach was considered the most appropriate to the reality of the Army due to its usability. To support this model, a methodology for projecting budgetary references was developed and the main criteria for prioritizing initiatives were identified.

Keywords: project portfolio selection; portfolio optimization; strategic planning, knapsack problem, multicriteria decision-making.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Contexto organizacional da gestão de portfólios.....	39
Figura 2: "Run the business, change the business"	40
Figura 3: Ciclos e práticas da gestão de portfólios.....	41
Figura 4: Uma visão da gestão de portfólios	42
Figura 5: Taxonomia de métodos de seleção de portfólio de projetos	45
Figura 6: Modelo de pesquisa da cebola.....	55
Figura 7: Sistemática de Planejamento do Exército	66
Figura 8: Modelo conceitual do problema da mochila	75
Figura 9: Eixo Defesa novo PAC – Comando do Exército	90
Figura 10 : Diagnóstico dos resíduos do modelo ARIMA (0, 1, 0) com drift	91
Figura 11 : Projeção dos gastos com defesa de 2025-2039	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Países de filiação dos autores	70
Gráfico 2: Gastos militares em relação ao PIB no Brasil (1993 – 2023).....	85
Gráfico 3 : Série temporal de gastos com defesa.....	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Efeitos econômicos dos gastos militares	29
Quadro 2: Comparação da aplicação de portfólios entre diferentes setores	34
Quadro 3: Características das decisões de investimento em Defesa	36
Quadro 4: Taxonomia de métodos para seleção de portfólio de projetos	46
Quadro 5: Principais achados na literatura.....	47
Quadro 6: Paradigmas das ciências sociais.....	53
Quadro 7: Plano de coleta de dados	59
Quadro 8: Base de dados da pesquisa documental.....	60
Quadro 9: Combinações de palavras-chave e conectivos	61
Quadro 10: Lista de entrevistados.....	63
Quadro 11: Problemas de decisão multicritério e métodos aplicados	72
Quadro 12: Mapa de agrupamento temático	82
Quadro 13: Modelagem dos critérios	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Impactos do tipo 1 resultantes de cada R\$ 10 milhões em projetos do PAED e demanda final (em R\$ milhões).....	32
Tabela 2: Impactos do tipo 2 resultantes de cada R\$ 10 milhões em projetos do PAED e demanda final (em R\$ milhões).....	33
Tabela 3 - Variáveis que podem impactar os gastos com defesa (2005 – 2024) (em R\$ bilhões)	85
Tabela 4 - Evolução dos gastos em ações do tipo projeto no âmbito do Ministério da Defesa (em R\$ bilhões).....	88
Tabela 5 - Distribuição dos gastos no âmbito do MD (valores empenhados em R\$ milhões).....	88
Tabela 6 - Percentual de distribuição dos gastos.....	89
Tabela 7: Projeção dos gastos com Defesa Nacional (2025-2039), com estimativas para os projetos e a distribuição ao Exército Brasileiro (em R\$ bilhões).....	94

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A: Ferramenta HARP	106
Apêndice B: Protocolo de Entrevista	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Processo de Análise Hierárquica
BAU	Business as Usual
BID	Base Industrial de Defesa
BRGKA	Biased Random-Key Genetic Algorithm
BSI	British Standard Institute
BWM	Best Worst Method
CONSURT	Conselho Superior de Racionalização e Transformação
DE	Evolução Diferencial
DEA	Análise Envoltória de Dados
EB	Exército Brasileiro
EDA	European Defence Agency
EMiD	Estratégia Militar de Defesa
EME	Estado-Maior do Exército
END	Estratégia Nacional de Defesa
ESD	Estratégia Setorial de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FCD	Fluxo de caixa descontado
IDA	Institute of Defense Analysis
IP	Programação Inteira
LBDN	Livro Branco de Defesa Nacional
MCDM	Método de Decisão Multicritério
MD	Ministério da Defesa
MoP	Management of Projects
OEE	Objetivo Estratégico do Exército
OID	Optimization Investment Decision
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMD	Objetivos Militares de Defesa
OND	Objetivo Nacional de Defesa
OSD	Objetivos Setoriais de Defesa
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PAED	Plano de Articulação de Equipamentos de Defesa
PEC	Proposta de Emenda à Constituição

PEEx	Plano Estratégico do Exército
PIB	Produto Interno Bruto
PMI	Project Management Institute
PND	Política Nacional de Defesa
PPSSP	Problema de Seleção e Agendamento de Portfólio de Projetos
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PPA	Plano Plurianual
QFD	Quality Function Deployment
SD	Setor de Defesa
SIPLEx	Sistema de Planejamento do Exército
SIPRI	Stockholm International Peace Research Institute
STT	Strategy-to-Task
SWOT	Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças
TCU	Tribunal de Contas da União
TIR	Taxa interna de retorno
TSO	Ordem técnica padrão
VPAF	Força Aérea Popular do Vietnã
VPL	Valor presente líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	22
1.2	JUSTIFICATIVA	22
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1	DIMENSÃO ECONÔMICA DA DEFESA NACIONAL	25
2.1.1	Aspectos econômicos do setor de defesa	25
2.1.2	Defesa e desenvolvimento econômico	29
2.2	REVISÃO DA LITERATURA	34
2.2.1	Problema de seleção de projetos	34
2.2.2	Práticas de gestão de portfólio de projetos	39
2.2.2.1	Planejamento Estratégico	39
2.2.2.2	Gestão de portfólios	40
2.2.3	Síntese dos principais achados disponíveis na literatura	47
3	METODOLOGIA	53
3.1	A PESQUISA SOCIAL	53
3.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	55
3.3	COLETA DOS DADOS	59
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	63
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	66
4.1	DEFINIÇÃO DO PLANO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO 2024-2027	66
4.1.1	Análise documental	66
4.1.2	Análise decisória	68
4.2	PRINCIPAIS MÉTODOS APLICADOS NO CONTEXTO DE DEFESA	69
4.2.1	Método de programação linear binária e inteira (Problema da Mochila)	70

4.2.2	Métodos de Tomada de Decisão Multicritério.....	71
4.3	MODELAGEM CONCEITUAL PROPOSTA.....	73
4.4	DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS A SEREM CONSIDERADOS NO MODELO DECISÓRIO	76
4.4.1	Análise dos dados qualitativos	76
4.4.2	Modelagem dos critérios	82
4.5	DEFINIÇÃO DA RESTRIÇÃO ORÇAMENTÁRIA.....	84
4.5.1	Análise dos dados quantitativos.....	84
4.5.2	Modelagem da série temporal	90
4.5.3	Projeção dos gastos com defesa (2025-2039)	92
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
	Apêndice A: Ferramenta HARP.....	106
	Apêndice B: Protocolo de Entrevista	108

1 INTRODUÇÃO

Para permitir a consecução da atribuição constitucional do Estado de assegurar a defesa nacional, foram elaboradas e aprovadas, no nível político, a Política Nacional de Defesa (PND), a Estratégia Nacional de Defesa (END) e o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN). Tais documentos estabelecem a coordenação de todas as ações voltadas à defesa da Pátria. Enquanto “a PND apresenta os pressupostos básicos do País em relação à sua defesa e estabelece os Objetivos Nacionais de Defesa (OND)”, a “Estratégia orienta todos os segmentos do Estado brasileiro quanto às medidas a serem implementadas para se atingir os objetivos estabelecidos” (BRASIL, 2020).

Segundo Giesteira, Matos e Ferreira (2021), a PND é o instrumento de orientação de longo prazo para a atuação das Forças Armadas, ao passo que a END busca explicitar os objetivos da PND. Este documento definiu, entre outras disposições, os setores estratégicos prioritários das Forças Armadas, a saber: o cibernético, sob responsabilidade do Exército, o espacial, sob a responsabilidade da Força Aérea e o nuclear, sob a responsabilidade da Marinha.

Já no nível estratégico, o Conselho Superior de Governança do Ministério da Defesa (CONSUG) atua como um órgão de caráter deliberativo que define as diretrizes para a política de governança pública do Ministério da Defesa e das Forças Armadas. Essas diretrizes são desdobradas por meio da aprovação do Planejamento Estratégico Setorial de Defesa, instrumento de planejamento estratégico de mais alto nível no âmbito do Ministério da Defesa, que estabelece a Política Setorial de Defesa e os Objetivos Setoriais de Defesa (BRASIL, 2018).

Dessa forma, a fim de promover o alinhamento estratégico, a interação dos programas e projetos estratégicos integrantes dos portfólios de projetos das Forças Singulares, que sejam significativos para o setor de defesa como um todo, e a definição de prioridades, o CONSUG aprova a elaboração do Portfólio de Projetos Estratégicos de Defesa. Tal instrumento documenta os “programas e projetos de alta relevância para o Setor de Defesa (SD) que potencializam e impulsionam o alcance de um ou mais Objetivos Setoriais de Defesa (OSD) que integram o Planejamento Estratégico Setorial de Defesa” (BRASIL, 2018).

Como resultado da identificação e do dimensionamento das capacidades militares requeridas para o atendimento dos pressupostos da Política e da Estratégia

Militares de Defesa, foi estruturado o Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa (PAED), no qual foram consolidados os projetos estratégicos da Marinha do Brasil, do Exército Brasileiro e da Força Aérea Brasileira, voltados para atender às necessidades das Forças quanto à articulação e à aquisição de produtos estratégicos de defesa, assegurando autonomia tecnológica e o desenvolvimento da indústria de defesa nacional (BRASIL, 2020).

O PAED desdobrava-se em um conjunto extenso de programas/projetos estratégicos, cuja previsão orçamentária perfazia, em 2015, aproximadamente R\$ 501 bilhões em investimentos, no período compreendido entre 2012 e 2031. Além de reequipar e modernizar as Forças Armadas, os projetos do PAED visavam à busca da autonomia tecnológica, ao promover o desenvolvimento de produtos e serviços complexos e de alta intensidade tecnológica, a exemplo do avião cargueiro militar KC-390, da Embraer, da construção do primeiro submarino brasileiro de propulsão nuclear e do desenvolvimento de uma nova família de veículos blindados. Esses projetos de investimento possuem potencial para impactar diversos setores produtivos, desde o complexo de defesa até várias indústrias fornecedoras de insumos intermediários (GUILHOTO; MORCEIRO; TESSARIN, 2020).

Nesse cenário, desde o início da última década, o Exército Brasileiro (EB) vem passando por um intenso processo de transformação que tem por objetivo reequipar e modernizar a Força Terrestre com as capacidades militares necessárias ao cumprimento de suas atribuições constitucionais e ao enfrentamento dos desafios da era da informação.

Tal processo se materializa por intermédio da elaboração de um criterioso planejamento estratégico, a partir de uma metodologia própria, o Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx), que “[...] visa estabelecer uma sistemática de planejamento, no mais alto nível da Força, acompanhar a execução das ações estipuladas, propiciar as melhores condições para o cumprimento da missão do Exército e orientar a consecução da visão de futuro” (EB, 2021).

Por meio desse instrumento, o Exército planeja suas ações estratégicas, aprimorando as entregas com as quais contribui para o atingimento dos OND, previstos na PND. O produto final dessa metodologia é a elaboração do Plano Estratégico do Exército (PEEx), por meio do qual os Objetivos Estratégicos do Exército (OEE) são desdobrados em estratégias, ações estratégicas e iniciativas estratégicas,

que nada mais são do que os projetos de investimentos da Força. Os projetos em questão têm por finalidade aperfeiçoar os meios existentes ou obter novas capacidades que contribuirão para o cumprimento da missão do Exército. O PEEEx é formulado em ciclos de 4 anos, alinhando-se ao Plano Plurianual (PPA) do governo federal.

Dentre as principais entregas realizadas ao longo dos últimos anos, destacam-se: as novas viaturas blindadas de transporte de pessoal médias sobre rodas – GUARANI – em substituição às antigas viaturas URUTU, em uso desde a década de 1970; viaturas blindadas multitarefa leves sobre rodas; radares de busca e vigilância aérea; sistemas de apoio de fogo de longo alcance com o emprego de mísseis e foguetes; sistemas de monitoramento e controle das faixas de fronteira; sistemas de aeronaves remotamente pilotadas; armamentos e equipamentos individuais; capacidades de defesa cibernética, entre outros. De acordo com Ramalho *et al.* (2019), o domínio de tecnologias cibernéticas permitiu a neutralização de cerca de 756 ataques durante a Copa do Mundo da FIFA de 2014.

Essas entregas só foram viabilizadas em razão da elaboração de um planejamento sistemático e responsivo às lacunas de capacidades identificadas, materializado por meio da execução do Portfólio Estratégico do Exército.

Nesse contexto, diante de uma enorme variedade de projetos viáveis (GHASEMZADEH; ARCHER, 2000), surge o questionamento sobre quais iniciativas deverão ser priorizadas e selecionadas em um dado cenário de restrição orçamentária, uma questão conhecida na literatura como problema de seleção de portfólio de projetos (PPSP).

Para Chang e Lee (2012, p. 112), o problema de seleção de projetos diz respeito à “noção de selecionar um portfólio de projetos que alcancem os objetivos de uma organização, sem exceder os limitados recursos de capital, especialmente quando cada projeto possui dados vagos de entrada e saída na seleção”.

De acordo com Ghasemzadeh e Archer (2000) algumas das questões que precisam ser consideradas nesse processo incluem: os objetivos e prioridades da organização, os benefícios financeiros, os benefícios intangíveis, a disponibilidade de recursos e o nível de risco do portfólio de projetos. Além disso, em muitas organizações, as dificuldades associadas à seleção do portfólio de projetos resultam de vários fatores, tais como: a existência de objetivos múltiplos e muitas vezes

conflitantes, a existência de objetivos qualitativos, a vulnerabilidade à incerteza e ao risco, a eventual necessidade de balancear o portfólio em função do risco e do tempo para conclusão de alguns projetos e o fato de alguns projetos possuírem algum grau de interdependência entre si.

Não obstante a quantidade de pesquisas acerca do problema de seleção de portfólio de projetos tenha aumentado consideravelmente, nas últimas décadas e, embora as grandes corporações utilizem as técnicas de otimização de portfólio há muito tempo, pesquisas sobre a aplicação dessas técnicas na otimização de portfólio de projetos aplicados ao setor de defesa ainda são escassas (SHAFI *et al.*, 2017; HARRISON *et al.*, 2020).

Assim como ocorre no mundo corporativo, alguns problemas padrão de seleção de portfólios de projetos comuns à Defesa incluem as decisões de investimento com custos de aquisição e de ciclo de vida extremamente elevados, longos prazos para o desenvolvimento de produtos/capacidades e riscos técnicos e de cronograma significativos (SHAFI *et al.*, 2017; BURCK; PARNELL, 2011).

Burck e Parnell (2011, p. 333) apontam que os problemas enfrentados por organizações militares são similares àqueles que ocorrem no meio civil-empresarial, tais como: “alocação de recursos, pesquisa e desenvolvimento, aquisição de sistemas, logística, gestão de pessoal, treinamento, manutenção, comunicações, entre outros”, e, portanto, as técnicas de seleção de portfólios de projetos devem ser utilizadas em cada caso para a obtenção de melhores resultados.

Por outro lado, apesar das equivalências apontadas, o processo de seleção de portfólios no meio militar e no meio civil apresenta diferenças significativas (BURCK; PARNELL, 2011; BROWN; DELL; NEWMAN, 2004). A princípio, por razões óbvias, empresas e instituições militares possuem objetivos diferentes. Enquanto as primeiras estão preocupadas com maximização de lucros, faturamento, participação no mercado, entre outros, a principal preocupação das últimas é a segurança nacional e a maximização do desenvolvimento da estrutura de força. O setor de defesa, portanto, apresenta características bastante distintas, o que o torna único (SHAFI *et al.*, 2017; FAUSKE; VESTLI; GLÆRUM, 2013).

A existência de adversários hostis e adaptáveis adiciona elementos da teoria dos jogos e da construção de cenários ao processo decisório. O referido processo, em relação às aquisições de defesa, passa pelo escrutínio de vários órgãos e agentes;

no caso do Exército Brasileiro: Estado-Maior do Exército (EME), Conselho Superior de Racionalização e Transformação (CONSURT), Alto Comando do Exército, Consultoria Jurídica da União, Ministério da Defesa, Congresso Nacional e Tribunal de Contas da União. Ademais, existe uma série de partes interessadas, cada uma com uma ideia diferente a respeito das capacidades militares pretendidas. Outro ponto crítico deve-se ao fato de os sistemas militares serem extremamente complexos (BURCK; PARNELL, 2011).

Outrossim, somado a esse quadro, no campo da opinião pública, elevados investimentos em defesa podem suscitar questionamentos quanto a real necessidade desses gastos, em detrimento de demandas mais urgentes da sociedade como saúde e educação, um caso clássico de *tradeoff* conhecido na literatura como “*guns versus butter dilemma*” (SANTOS, 2018, p. 544). Surgem, ainda, questionamentos quanto à ausência de ameaças externas imediatas e pelo fato de a política externa ser conduzida no sentido de consolidar a ideia do Brasil como um país pacífico e “amigo de todos” (FRANKO, 2014).

Tal dilema fica ainda mais evidente, pelo fato de o Brasil enfrentar um cenário de constantes restrições orçamentárias, motivado pela necessidade de se manter o grau de investimento do país (custo de um legado de anos de pressões inflacionárias e risco de calote) por meio da implementação de políticas fiscais mais restritivas e, também, pela pressão por gastos sociais para fins de erradicação da pobreza. Em função disso, torna-se difícil imaginar um cenário de incremento dos gastos com defesa no Brasil, que têm permanecido estáveis em cerca de 1,5% do PIB (FRANKO, 2014).

Apesar disso, Guilhoto, Morceiro e Tessarin (2020) ressaltam que o Brasil necessita de proteção, uma vez que possui o quinto maior território do mundo e a quinta maior população mundial, além de possuir valiosos recursos naturais, como a floresta Amazônica, e fontes comerciais significativas, como a região de exploração *offshore* do pré-sal. Nesse sentido, os referidos autores apontam que o setor de defesa desempenha um papel estratégico na salvaguarda da segurança e da soberania nacional, além de impulsionar o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais, que muitas vezes transbordam em aplicações civis.

Diante do exposto, haja vista à complexidade envolvida nas diversas variáveis do planejamento em defesa, surge o seguinte problema de pesquisa: como aplicar as

práticas de seleção e otimização de portfólio de projetos na definição do Plano Estratégico do Exército?

1.1 OBJETIVOS

A presente pesquisa pretende abordar o problema da seleção de portfólio de projetos no contexto do Exército Brasileiro e tem como objetivo geral desenvolver o processo de tomada de decisão de investimentos da Força para permitir a aplicação de práticas de seleção e otimização de portfólio.

Os objetivos específicos decorrentes do objetivo geral são:

- a) Analisar o contexto econômico no qual o problema de pesquisa está inserido;
- b) Investigar os principais modelos e técnicas aplicados no processo de tomada de decisão de investimentos no contexto da Defesa;
- c) Analisar a metodologia do sistema de planejamento estratégico e a definição do Plano Estratégico do Exército; e
- d) Propor uma abordagem adequada ao contexto da solução do problema de pesquisa e à realidade do Exército Brasileiro.

1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo do tema proposto se mostra relevante sob três aspectos diferentes: do ponto de vista econômico, do ponto de vista institucional e do ponto de vista da *accountability*.

Quanto à questão econômica, embora haja falta de consenso na literatura acerca dos impactos socioeconômicos dos investimentos em defesa, dados levantados por Ramalho *et al.* (2019), mostraram que os projetos estratégicos do Exército foram responsáveis pela criação de pelo menos 25 mil novos postos de trabalho. Algumas empresas foram criadas para atuar em projetos estratégicos, a exemplo da IVECO DEFENCE VEHICLES e da AVIBRÁS, e, a partir do desenvolvimento da inovação, tornaram-se referência mundial em determinadas áreas do conhecimento.

Sabe-se que, historicamente, o setor de defesa está diretamente associado à inovação, principalmente, no que diz respeito a sistemas complexos e produtos com forte presença de P&D. Isso se dá a partir dos *spillovers* (transbordamentos) de tecnologia e pode ser exemplificado por meio dos *spin-off* (transbordamentos dos resultados tecnológicos advindos do setor militar para o setor civil da economia) bem-sucedidos como a “internet, o *global positioning system* (GPS) e os veículos aéreos não-tripulados (VANTS), mais conhecidos como drones” (SANTOS, 2018, p. 554).

Do ponto de vista institucional, a existência de uma metodologia que possa trazer a melhor utilidade possível na aplicação dos escassos recursos financeiros existentes pode contribuir para o aumento da produtividade e da eficiência na entrega dos benefícios à sociedade.

E, por último, do ponto de vista da *accountability*, e estando diretamente relacionado ao aspecto anterior, em um cenário de constantes restrições orçamentárias, impostas pela existência de necessidades ilimitadas demandadas por um Estado de bem-estar social, cresce em importância a gestão ótima do recurso público alocado para a Defesa Nacional.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho em questão está estruturado em 5 capítulos. No primeiro capítulo, ora apresentado, foram construídas as premissas que nortearam a pesquisa. Este constitui-se da introdução ao tema, da definição do problema de pesquisa, bem como dos objetivos gerais e específicos a serem alcançados. Além disso, contém a justificativa para o estudo e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo, é apresentada a revisão da literatura, desenvolvida a partir da leitura de artigos científicos relevantes e da análise bibliográfica acerca de planejamento estratégico, gestão de portfólios, pesquisa operacional e estudos sobre temas relacionados à Economia da Defesa, fornecendo a base e o aprofundamento necessários para a pesquisa.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada, começando com o enquadramento metodológico mais amplo, e finalizando com os instrumentos de coleta e as técnicas de análise dos dados. Em seguida, o quarto capítulo faz a análise e a discussão dos resultados obtidos.

Por fim, o quinto capítulo traz as considerações finais, em que estão delineadas as contribuições do estudo, suas limitações e sugestões para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para fornecer base teórica à compreensão das nuances do problema de pesquisa, buscou-se, no presente capítulo, na subseção 2.1, contextualizar o cenário no qual o problema de pesquisa se encontra inserido. A fim de destacar a dimensão econômica dos projetos de investimento do Exército Brasileiro, foram analisadas características econômicas específicas do setor de defesa e os impactos socioeconômicos dos investimentos em defesa no Brasil.

Em seguida, na subseção 2.2, realizou-se uma revisão sistemática da literatura acerca das práticas de seleção de projetos e alocação de recursos empregadas no contexto de defesa, a fim de identificar, no corpo de conhecimentos existente, o estado da arte na solução dos problemas de otimização de investimentos. Para complementar a referida revisão, foi abordada a teoria referente à planejamento estratégico e à gestão de portfólios.

2.1 DIMENSÃO ECONÔMICA DA DEFESA NACIONAL

2.1.1 Aspectos econômicos do setor de defesa

O setor de defesa possui algumas particularidades que devem ser consideradas por ocasião da formulação das políticas públicas de governo. Em primeiro lugar, ao contrário de outros bens e serviços prestados pelo Estado, a defesa é um bem público puro e que, portanto, se caracteriza por ser não excludente (não se pode excluir algum consumidor do seu consumo) e não rival (o consumo do bem público por um consumidor não reduz a quantidade disponível de consumo para outros consumidores). No entanto, o que distingue a área de defesa das áreas de saúde e educação, também consideradas bens públicos pela teoria econômica, é que a primeira é sempre uma política pública de Estado. Ressalta-se que, no caso da saúde e educação públicas, tais bens são complementados por bens privados, e algum grau de substituição é considerado entre ambos os tipos de bens, o que não ocorre com a defesa nacional. Nesse sentido, o seu financiamento deve provir direta e exclusivamente do governo federal (VARGAS; GODOY, 2013; TORRES, 2020).

Outra particularidade do setor diz respeito à complexidade de se analisar a relação entre os recursos dispendidos e os resultados alcançados, uma vez que o nível de defesa obtido não pode ser medido com precisão em comparação às despesas realizadas. Apesar da dificuldade em se medir fatores estratégicos das políticas de defesa, a exemplo da capacidade de dissuasão, os recursos destinados ao setor podem ser medidos em termos econômicos (VARGAS; GODOY, 2013; DUNNE; SMITH, 2020).

Dessa forma, por se tratar de um bem público, Santos (2018, p. 544) aponta duas premissas a serem consideradas: “o comportamento *free-rider* dos atores e o *guns versus butter dilemma*”. Em razão disso, haverá demanda por investimentos nas áreas de saúde, educação, habitação e transportes, por exemplo, acarretando uma situação de escolha conflitante entre investimentos na área de defesa e na área social (SANTOS, 2018).

Trata-se, então, de um caso clássico de *tradeoff* amplamente discutido em Economia Pública, Economia da Defesa e Ciência Política. A teoria do *guns versus butter* exemplifica como a fronteira de possibilidades de produção modela a relação entre os gastos militares e os gastos com bem-estar social. Em tal cenário, as nações podem adquirir armas ou manteiga, ou uma mistura de ambos, cada escolha tendo um custo de oportunidade: pode-se obter mais de algo apenas desistindo de outra coisa (JURADO-SÁNCHEZ; JIMENEZ-MARTÍN, 2014).

Cabe destacar que todos os Estados, desde as grandes potências até os países em desenvolvimento, enfrentam os dilemas de alocação dos recursos orçamentários, em função dos riscos assumidos a partir dos investimentos em defesa. A diferença se encontra na magnitude destes gastos, que são diretamente proporcionais à robustez do PIB de cada país. No entanto, nos países em desenvolvimento, estes desafios são ainda maiores tendo em vista a existência de elevadas demandas sociais. Nesse cenário, sempre que são noticiados os altos valores envolvidos nas aquisições de novos sistemas de defesa, suscitam debates em torno do *guns versus butter dilemma*, exigindo “boas justificativas estratégicas, viabilidade socioeconômica e gestão competente na aplicação de recursos” (MOREIRA; MEDEIROS, 2018, p. 508).

Outro caso de *tradeoff* presente no setor de defesa diz respeito ao conceito de Trilema de Defesa apresentado por Franko (2014). Segundo a autora, apesar do

Brasil, nas últimas décadas, ter se posicionado como um novo *player* no sistema global, exercendo forte influência na definição de agendas globais e na formulação de políticas econômicas, sua capacidade militar não reflete tal condição. Nesse sentido, foi promulgada a Estratégia Nacional de Defesa, em 2008, por meio da qual pretendia-se alterar essa condição, a partir da reorganização e da reestruturação das Forças Armadas brasileiras. Para tanto, foram formulados diversos Programas Estratégicos, no âmbito de cada força, visando permitir a aquisição de novas capacidades militares.

Franko (2014) buscou demonstrar o trilema enfrentado pelos formuladores de políticas na busca pela modernização do setor de defesa a níveis compatíveis ao novo *status* que o Brasil se propunha a assumir no cenário internacional. Para viabilizar tal intento, três escolhas mutuamente excludentes apresentavam-se: autonomia *versus* sustentabilidade econômica *versus* globalização da tecnologia e da produção. Este *tradeoff* foi explicado da seguinte forma: em um cenário de reestruturação e modernização dos sistemas e materiais de emprego militar, caso o Brasil decidisse continuar no seu caminho de desenvolvimento econômico sustentável, o país deveria optar entre a persecução da autonomia em relação às tecnologias militares ou a uma integração mais profunda com a cadeia de produção de defesa global. Se o país optasse por aprofundar sua integração com a cadeia global, a autonomia deveria ser sacrificada. Para manter a autonomia, a estabilidade econômica precisaria ser sacrificada (FRANKO, 2014).

Outro aspecto econômico, diz respeito à estrutura de mercado. De acordo com Moreira e Medeiros (2018, p. 504), “a posição dominante e o poder de influência do Estado aproximam o mercado de produtos estratégicos de defesa de um monopólio, notadamente quando consideradas as grandes aquisições de sistemas e plataformas de combate”. Esta estrutura ocorre quando há um único comprador ou um grupo dominante de compradores, e tais circunstâncias prevalecem na indústria de defesa. Nestas condições, é imprescindível a atuação do Estado, atuando, de um lado, na concepção e no delineamento das políticas e das estratégias de defesa, e do outro lado, na geração da demanda que impulsiona o complexo industrial de defesa. (MOREIRA; MEDEIROS, 2018; GUILHOTO; MORCEIRO; TESSARIN, 2020).

No que se refere às relações entre oferta e demanda no mercado de defesa, cabe destacar as considerações pontuadas por Moreira e Medeiros (2018, p. 500):

Embora o campo principal que observamos, a defesa, também seja marcado por regras de oferta e demanda, esses mesmos processos são condicionados

pelos governos, como o principal, às vezes único, comprador - o que caracteriza o monopsonio. Tal fenômeno, marcado por questões limitadoras, como as de política externa e de segurança nacional, desarticula leis de oferta e demanda em condições regulares, que poderíamos qualificar como *ceteris paribus* em circunstâncias normais.

Além disso, o poder sobre a demanda é exercido tanto no mercado interno quanto no externo, uma vez que existem regras especiais para a comercialização de produtos de defesa. Dessa forma, a dinâmica produtiva da indústria de defesa não é determinada pela oferta e sim pela demanda e por fatores políticos e estratégicos. Sendo assim, o Estado deve atuar para garantir a perenidade da demanda que é vital para a sobrevivência e a expansão do setor produtivo de defesa (GUILHOTO; MORCEIRO; TESSARIN, 2020).

Como mencionado anteriormente, o setor de defesa é altamente regulamentado e requer autorizações governamentais para a exportação de produtos, bem como um controle rigoroso de tecnologias sensíveis por motivos de soberania nacional. Nessas circunstâncias, os produtos de defesa não são regidos pelas regras comerciais estabelecidas pela Organização Mundial do Comércio (OMC). Outra característica desse mercado é ser fortemente influenciado por questões geopolíticas, conflitos internacionais, mudanças nas políticas governamentais e nas prioridades dos gastos com defesa (SKÖNS; DUNNE, 2008; GUILHOTO; MORCEIRO; TESSARIN, 2020; RAMALHO *et al.*, 2019).

Além de contribuir para a soberania nacional, a implantação de setores produtivos ligados à área de defesa fortalece a cadeia produtiva de bens industriais e de serviços, promovendo o “desenvolvimento de produtos e serviços de alta tecnologia que requerem mão de obra especializada e conhecimentos tecnológicos avançados” (GUILHOTO; MORCEIRO; TESSARIN, 2020, p.88).

Tendo em vista tais particularidades, Hartley e Sandler (1995, p. 1), definiram a Economia da Defesa como “um subcampo da economia que adapta os métodos econômicos a um conjunto específico de tópicos, levando em conta aspectos institucionais que são exclusivos do setor de defesa”. Tal campo diverge dos outros campos econômicos em termos de agentes (fornecedores de defesa e Forças Armadas), dos respectivos arranjos institucionais (contratos e modelos de aquisição) e do conjunto de questões relacionadas (HARTLEY; SANDLER, 1995).

2.1.2 Defesa e desenvolvimento econômico

Existem na literatura acadêmica diversos estudos acerca dos impactos socioeconômicos dos gastos com defesa. Embora haja diversidade de abordagens, teorias, metodologias e conjuntos de dados usados, observa-se que não existe consenso sobre a direção de tais impactos.

Dunne, Smith e Willenbokell (2005) sintetizaram prováveis efeitos econômicos dos gastos militares, agrupados em efeitos de demanda, efeitos de oferta e efeitos de segurança, conforme Quadro 1:

Quadro 1: Efeitos econômicos dos gastos militares

Efeitos	Resultados
Demanda	Aumentos de gastos militares impulsionariam a demanda por meio do efeito multiplicador de Keynes, podendo aumentar a utilização e reduzir o desemprego de recursos no caso de capacidade ociosa. As teorias de subconsumo reverterem essa causalidade e explicam o gasto militar pela necessidade do governo de gerenciar a demanda. As despesas militares têm custos de oportunidade e podem excluir outras formas de despesa, como o investimento. Além disso, a forma como tal aumento é financiado (cortes em outras despesas, aumento de impostos, emissão de títulos da dívida pública ou expansão monetária) poderá causar diferentes repercussões econômicas. No caso de endividamento do governo, um aumento no déficit público poderia elevar as taxas de juros reais, afetando toda a economia. Além disso, os aumentos nos gastos militares podem alterar a composição da produção industrial, influenciando os setores de entrada e saída.
Oferta	Os impactos pelo lado da oferta manifestam-se por meio da disponibilidade dos recursos produtivos: força de trabalho, capital físico e humano, além de recursos naturais; combinados com a tecnologia disponível, elementos que, em conjunto, definem o potencial produtivo de uma economia. A literatura diverge quanto ao fato de o foco estar na produção total, incluindo a utilizada pelos militares, ou apenas na produção civil. O alistamento militar obrigatório e outras modalidades de mobilização forçada, assim como o entusiasmo patriótico, podem intensificar a utilização dos recursos

	produtivos, especialmente em períodos marcados pela percepção de iminência de conflitos bélicos. No entanto, os recursos mobilizados são usados principalmente para fins militares. Apesar dos recursos utilizados pelos militares não estarem disponíveis para uso civil, pode haver externalidades. O treinamento nas forças armadas pode tornar os trabalhadores mais ou menos produtivos quando retornam ao emprego civil. As atividades de pesquisa e desenvolvimento podem gerar transbordamentos tecnológicos.
Segurança	A segurança das pessoas e dos bens contra ameaças domésticas ou estrangeiras é essencial para o funcionamento dos mercados e os incentivos para investir e inovar. Na medida em que as despesas militares aumentam a segurança, pode-se aumentar a produção. Em muitos países pobres, a guerra e a falta de segurança são grandes obstáculos ao desenvolvimento. No entanto, tais despesas podem ser impulsionadas não por necessidades de segurança, mas por busca de obtenção de ganhos econômicos provocando corridas armamentistas ou guerras prejudiciais e, em tais casos, não haveria efeitos positivos de segurança.

Fonte: adaptado de Dunne, Smith e Willenbokell (2005)

Um dos motivos que contribuem para essa falta de consenso diz respeito à dificuldade em se tentar medir o efeito de pequenas variações nas despesas militares que são, via de regra, uma pequena parte da produção. Estas despesas só tendem a ser uma parcela relevante do PIB em tempos de guerra quando há muitas outras influências no crescimento (DUNNE; SMITH, 2020; TORRES, 2020). A Ucrânia, por exemplo, registrou, em 2022, o percentual de 33,5% do PIB com gastos com defesa, segundo dados levantados pelo Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).

Um estudo conduzido pela European Defence Agency (EDA), em 2015, compara os impactos macroeconômicos causados na economia da União Europeia pelos investimentos realizados no setor de defesa e pelos investimentos de mesmo montante (€ 100 milhões) realizados em saúde, educação e transportes. Os resultados mostraram que tais investimentos tiveram impactos similares na economia no que diz respeito a PIB, impostos e geração de empregos. No entanto, verificou-se

que a redução de tal nível de gastos no setor de defesa implicaria em resultados econômicos negativos, com retração do PIB, queda na arrecadação de impostos e corte de empregos. A pesquisa chegou à conclusão de que em algumas dimensões-chave, para o cenário macroeconômico geral, o benefício de se investir no setor de defesa pode até exceder o de se investir em outros domínios. Ressalta-se, ainda, que os projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no setor podem resultar no transbordamento de tecnologias para o setor civil (*spillover*).

Torres (2020) buscou investigar as interações entre os gastos militares e o resto da economia ao longo do ciclo de negócios em uma estrutura de economia neoclássica de dois setores. O modelo revelou que a elasticidade de substituição entre o consumo privado de bens e serviços e as aquisições e serviços voltados para o setor de defesa é muito baixa, indicando que são complementares. Além disso, o referido estudo concluiu que a macroeconomia tem um impacto positivo no setor militar e na quantidade de recursos dedicados à produção de defesa nacional, sendo que tal impacto não se mostra tão expressivo em função da pequena parcela de participação da defesa em toda a economia. O autor concluiu que este resultado ocorre em virtude das características particulares do setor de defesa na produção de um bem público único, que complementa o consumo privado.

Dunne e Smith (2020), por sua vez, ao estimarem os efeitos das despesas militares através do crescimento do estoque de capital determinado pelo investimento, concluíram haver pouca evidência de qualquer ligação quantitativa robusta entre as despesas militares e o crescimento e tampouco evidência para sugerir que uma política de aumento das despesas militares seria um meio útil de se aumentar o investimento e o crescimento.

Por outro lado, Guilhoto, Morceiro e Tessarin (2020, p. 109), ao analisarem os impactos dos projetos de investimento das Forças Armadas do Brasil, identificaram que estes projetos apresentaram elevados impactos econômicos sobre o produto nacional com destaque para “as indústrias de média-alta e alta intensidade tecnológica, dos serviços intensivos em conhecimento e o setor de construção”. Concluiu-se que, “em média, para cada R\$ 1,00 de investimento realizado gera-se uma produção adicional de R\$ 3,27 e uma arrecadação de impostos de R\$ 0,53 na economia brasileira, considerando efeitos diretos, indiretos e induzidos”.

Em se tratando do Exército Brasileiro, foram analisados os seguintes projetos de investimento: Obtenção da Capacidade Operacional (E1), Defesa Cibernética (E2), Nova Família de Veículos Blindados Sobre Rodas (E3), Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (E4), Sistema Integrado de Proteção de Estruturas Estratégicas Terrestres (E5), Sistema de Defesa Antiaérea (E6) e Sistema de Mísseis e Foguetes ASTROS (E7).

Os resultados encontrados refletiram o investimento de R\$ 10 milhões em cada um dos projetos analisados. A título de comparação, também foram apresentados os impactos em decorrência de incrementos de R\$ 10 milhões nos vetores-padrão de demanda final do sistema de insumo-produto (consumo das famílias – CF; gastos do governo – GG; investimento – INV; e exportação – EXP). Os efeitos do tipo 1 incluem a soma dos efeitos diretos (produção de bens de defesa) e indiretos (cadeia de fornecedores), apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Impactos do tipo 1 resultantes de cada R\$ 10 milhões em projetos do PAED e demanda final (em R\$ milhões)

Projetos	Produção	PIB	Emprego ano	Valor adicionado	Salários	Salários e autônomos	Tributos
E1	19,3	9,7	128,9	7,4	3,0	3,6	3,3
E2	17,7	10,5	112,5	7,5	2,7	3,4	4,0
E3	19,3	9,7	109,2	7,2	2,9	3,4	3,4
E4	17,1	9,9	118,8	7,7	3,1	3,8	3,2
E5	19,3	9,8	127,0	7,3	2,9	3,5	3,4
E6	18,5	9,9	127,4	7,6	3,0	3,7	3,3
E7	19,2	9,9	133,3	7,8	3,1	3,7	3,1
Demanda Final							
CF	17,2	10,3	191,4	8,5	2,8	3,7	2,6
GG	14,0	9,7	140,7	9,2	5,7	5,9	2,2
INV	18,2	9,7	170,8	8,1	3,0	4,1	2,5
EXP	18,3	9,7	147,5	8,0	2,4	3,4	2,4

Fonte: Guilhoto, Morceiro e Tessarin (2020)

A Tabela 2, por sua vez, apresenta os efeitos induzidos (efeito-renda gerado na produção e na cadeia de fornecedores dos bens de defesa):

Tabela 2: Impactos do tipo 2 resultantes de cada R\$ 10 milhões em projetos do PAED e demanda final (em R\$ milhões)

Projetos	Produção	PIB	Emprego ano	Valor adicionado	Salários	Salários e autônomos	Tributos
E1	33,3	17,9	282,3	14,1	5,2	6,6	5,4
E2	31,0	18,4	260,1	14,0	4,9	6,2	6,0
E3	32,7	17,7	258,4	13,8	5,0	6,3	5,4
E4	31,7	18,6	280,5	14,9	5,4	6,9	5,4
E5	32,9	18,0	278,5	14,0	5,1	6,4	5,5
E6	32,6	18,3	284,1	14,5	5,3	6,7	5,5
E7	33,6	18,5	293,2	14,9	5,4	6,8	5,3
Demanda Final							
CF	31,8	19,0	354,1	15,7	5,1	6,8	4,8
GG	34,8	22,1	372,5	19,5	9,0	10,4	5,4
INV	33,3	18,7	338,7	15,5	5,4	7,3	4,8
EXP	32,0	17,8	299,8	14,8	4,6	6,3	4,5

Fonte: Guilhoto, Morceiro e Tessarin (2020)

O trabalho em questão mostrou que, tomando-se como exemplo um gasto de R\$ 10 milhões no projeto de investimento em E3 (Nova Família de Blindados Sobre Rodas), ao se considerar apenas os efeitos diretos e indiretos, o impacto sobre a produção seria de R\$ 19,3 milhões e de R\$ 9,7 milhões sobre o PIB. No que diz respeito aos efeitos induzidos, o mesmo gasto apresentaria um impacto de R\$ 32,7 milhões na produção e de R\$ 17,7 milhões no PIB. De forma geral, observou-se que os investimentos do PAED demonstraram impactos no valor de produção que, em média, excederam aqueles alcançados através dos vetores-padrão da demanda final. Em relação aos tributos, os impactos decorrentes do PAED foram, em média, 25% superiores aos vetores-padrão da demanda final.

Em síntese, verificou-se que os setores mais impactados pelo PAED foram os seguintes: “outros equipamentos de transportes (aviões, helicópteros, satélites, navios, veículos de combate, etc.); equipamentos bélicos pesados, armas e munições; e equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos” (GUILHOTO; MORCEIRO; TESSARIN, 2020, p. 104).

2.2 REVISÃO DA LITERATURA

A análise da aplicação das práticas de definição de projetos na seleção do portfólio de projetos do Exército Brasileiro, conhecido como Plano Estratégico do Exército (PEEx), e das práticas de otimização de portfólio requer um estudo preliminar do estado da arte dos problemas de decisão e de otimização de investimentos aplicados à defesa.

2.2.1 Problema de seleção de projetos

Harrison *et al.* (2021) reforçam a ideia de que o contexto de defesa possui características únicas que acrescentam novas variáveis ao já complexo problema de seleção e programação de portfólio de projetos. Tais projetos, normalmente, abrangem um período relativamente prolongado, fazendo-se necessário considerar as implicações de curto e longo prazo, além de possuírem custos anuais associados e restrições operacionais complexas.

Para enfatizar as diferenças existentes, o Quadro 2 estabelece comparações entre o setor militar e os setores petroquímico e farmacêutico, que adotam amplamente os conceitos das Ciências da Decisão (BURCK; PARNELL, 2011).

Quadro 2: Comparação da aplicação de portfólios entre diferentes setores

Fator	Setor petroquímico	Setor farmacêutico	Setor militar
Objetivos organizacionais	Fornecer combustível para a nação e para os clientes.	Melhorar a saúde e a qualidade de vida.	Fornecer capacidades de defesa para que a autoridade de comando nacional alcance os objetivos nacionais. Minimizar casualidades. Reduzir danos colaterais. Ser eficiente quanto aos custos.
Maiores incertezas	Existência de recursos em locais específicos.	Causas de doenças. Eficácia de medicamentos	Futuras ameaças nacionais, regionais e

		concorrentes. Prevalência de doenças futuras.	terroristas contra os interesses nacionais.
Incertezas quanto ao desenvolvimento tecnológico	Eficácia e eficiência das tecnologias de perfuração e processamento. Impacto das operações de perfuração e produtos no meio ambiente.	Efeitos colaterais indesejados de novos medicamentos.	Prontidão tecnológica para desenvolver e produzir diante de futuras falhas de teste de P&D em potenciais ambientes operacionais.
Incertezas de cronograma	Aprovações estaduais, nacionais e internacionais para perfurar.	Sucesso dos testes. Aprovações da autoridade sanitária.	Aprovações de aquisições. Autorizações de financiamento do Congresso.
Incertezas de custos	Demanda de energia, preços de energia, problemas de desenvolvimento de tecnologia, requisitos de proteção ambiental e deslizamentos de cronograma.	Produtos da concorrência, alterações técnicas e de horários.	Mudanças por adversários, tecnologias imaturas e mudanças de cronograma.
Ambiente operacional	Meio ambiente.	Farmacêutica, laboratórios.	Ambiente natural e adverso hostil.
Parcerias estratégicas	Fusões e aquisições.	Fusões e aquisições.	Compra para sistemas estrangeiros. Vendas militares estrangeiras para compensar custos e apoiar objetivos estratégicos.
Competição de recursos intra- organizacionais	Divisões	Divisões	Serviços e agências de defesa.

Análise de decisões de portfólio	Societário e Conselho de Administração.	Societário e Conselho de Administração.	Hierarquia militar, agência de defesa, Departamento de Defesa, Escritório de Gestão de Orçamento, Congresso.
----------------------------------	---	---	--

Fonte: adaptado de Burck e Parnell (2011)

Tate e Thompson (2017) identificaram algumas características existentes no meio militar que tornam os problemas de seleção de portfólio de projetos bastante diferentes em relação ao meio civil, sintetizadas no Quadro 3. De imediato, identifica-se o desafio de definir conjuntos de atividades que serão realizadas de forma simultânea, entre um universo considerável de opções disponíveis, num contexto de restrições orçamentárias. Para esses autores, “as técnicas para identificar a melhor atividade disponível, ou mesmo para classificar todas essas atividades, podem não ser suficientes para apoiar boas decisões” (TATE; THOMPSON, 2017, p. 7).

Quadro 3: Características das decisões de investimento em Defesa

Característica	Explicação
Múltiplos objetivos, não comerciais	Enquanto que a utilidade para o empresário/indústria/investidor geralmente pode ser resumida pelo retorno esperado e por alguma medida de risco, o setor de defesa possui vários objetivos distintos, por exemplo: defesa da Pátria, garantia dos poderes constitucionais, garantia da lei e da ordem; cooperar com o desenvolvimento nacional e a defesa civil; participar de missões de paz da ONU, entre outros.
Alternativas politômicas (não-binárias)	Muitos métodos de decisão de portfólio se resumem a escolhas binárias: fazer ou não fazer um investimento. Já os portfólios de defesa envolvem várias alternativas caracterizadas por muitos investimentos alternativos, parcialmente exclusivos, destinados a atender a uma missão específica ou mitigar uma lacuna de capacidade particular.
Interdependência entre alternativas	Determinados sistemas militares possuem dependência com outros sistemas, o que pode resultar em sinergias positivas ou negativas a depender da alternativa adotada.
Funções de custos	Enquanto que na maioria dos contextos de alocação de recursos financeiros e industriais, os custos são aproximadamente lineares e

complexas e não lineares	aditivos, nas aquisições de defesa isso pode não acontecer. Em muitos contratos de defesa os custos de produção são fixos e não proporcionais ao número de unidades produzidas. Além disso, muitos sistemas de defesa exibem efeitos de “curva de aprendizado”, onde o custo marginal de unidades adicionais diminui em função de unidades já produzidas.
Restrições de recursos	Quando os custos e benefícios de alternativas individuais são bem conhecidos, e os custos são pequenos em relação ao orçamento geral, o problema de decisão pode ser formulado como um problema de mochila. No entanto, haja vista a existência de múltiplos objetivos, múltiplas restrições de recursos e resultados de investimento interdependentes, não há um método padrão para classificar potenciais investimentos, muito menos identificar conjuntos de investimentos ideais.
Alternativas discretas	Em contraste com o meio financeiro, onde se pode investir qualquer quantia contínua em qualquer alternativa, os projetos de seleção de portfólio de defesa só vêm em tamanhos discretos predeterminados. Essa natureza “ou/ou” desses projetos leva a estruturas de “problema da mochila” com suas funções objetivas descontínuas concomitantes e dificuldade em alcançar o uso total de recursos escassos.
Incerteza	A incerteza está presente tanto em relação aos custos e/ou cronograma de execução quanto em relação aos resultados alcançados para o incremento de determinada capacidade. Isso tem profundas implicações para as decisões de seleção de portfólio.
Risco	Os tomadores de decisão geralmente exibem aversão ao risco assimétrico em relação a ganhos e perdas, sacrificam a utilidade esperada para evitar a possibilidade de uma grande perda e, de outra forma, se comportam de maneiras que a teoria clássica rotularia de “irracional”. No entanto, no contexto de defesa, a atitude em relação ao risco é complexa e inconsistente.
Horizontes de longo prazo	As decisões tomadas pelos gerentes de portfólio de defesa geralmente envolvem compromissos de prazos bastantes estendidos – períodos que variam de alguns anos a algumas décadas (alguns sistemas podem operar por 40 a 50 anos). Em função disso, há riscos de obsolescência e falta de manutenção.
Objetivos x Restrições	O tomador de decisão pode querer determinar a alocação ideal de um determinado conjunto de recursos para informar seu próprio

	planejamento e também pode procurar identificar o custo de oportunidade das restrições de recursos, a fim de informar melhor às autoridades orçamentárias.
Muitas partes interessadas	As decisões de portfólio são bastante difíceis para tomadores de decisão individuais com vários objetivos. Decisões de grupo envolvendo partes interessadas com diferentes preferências ou valores conflitantes representam desafios ainda maiores. Além disso, precisa ser considerada também a rotatividade de pessoal em posições-chave.

Fonte: adaptado de Tate e Thompson (2017)

Em síntese, no contexto da defesa, os tomadores de decisão precisam levar em conta um ambiente incerto e volátil, caracterizado por mudanças nas políticas governamentais ou de segurança nacional, mudanças geopolíticas, cenários de ameaças locais e globais, avanços tecnológicos e disponibilidade orçamentária. “As políticas de defesa são muitas vezes encarregadas de prover respostas a perguntas que ainda nem sequer foram formuladas” (HARRISON *et al.*, 2020; FAUSKE; VESTLI; GLÆRUM, 2013).

Dessa forma, dada a complexidade envolvida no processo, Shafi *et al.* (2017) consideram o planejamento em defesa como um problema de otimização interessante. Além disso, para esses autores, a combinação da avaliação da viabilidade financeira e dos benefícios proporcionados por uma determinada decisão de investimento, dentre uma variedade de opções disponíveis, requer a utilização de ferramentas computacionais para a otimização do processo decisório.

Nesse sentido, a literatura atual oferece uma série de abordagens de seleção de projetos, cada vez mais sofisticadas, incluindo métodos de decisão multicritério, técnicas baseadas em pontuação e simulação, entre outros (ZHANG *et al.*, 2016). Conforme Li *et al.* (2020), os métodos mais utilizados no contexto de defesa incluem análise de valor, análise multiobjetivo, análise de otimização, análise multicritério, avaliação por especialistas e métodos de custo-efetividade.

Entretanto, cabe ressaltar que, segundo Dou *et al.* (2019), as preferências e atitudes dos tomadores de decisão podem ser incorporadas ao modelo de seleção de portfólio e afetar tal processo, ao se considerarem a racionalidade subjetiva, a irracionalidade e a racionalidade incompleta, a teoria estocástica difusa e os métodos de tomada de decisão baseados em preferências.

Mezey (2008) também destaca esse problema ao apontar as dificuldades que os autores têm de solucionar a questão da subjetividade existente na definição das pontuações.

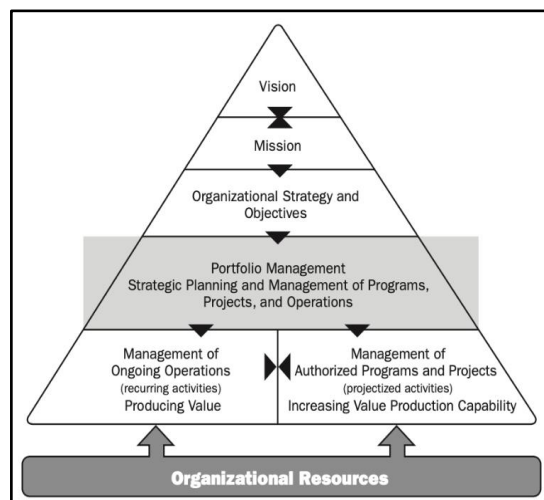
2.2.2 Práticas de gestão de portfólio de projetos

2.2.2.1 Planejamento Estratégico

Uma estratégia organizacional é composta de objetivos e políticas que fornecem a direção geral e o foco da organização, bem como de planos e ações para alcançar metas e objetivos estratégicos. Nesse contexto, a gestão de portfólio funciona como uma engrenagem que promove as iniciativas de mudança e os investimentos estratégicos para o alcance desses objetivos (PMI, 2017).

De acordo com o PMI (2017), o processo de planejamento estratégico do portfólio consiste na elaboração de um plano estratégico de portfólio que alinha a gestão de portfólio à estratégia e aos objetivos organizacionais, conforme Figura 1. Tal plano, geralmente, inclui uma visão e uma declaração de missão, uma descrição das metas e objetivos de longo prazo do portfólio da organização e os meios pelos quais a organização planeja atingir tais metas e objetivos gerais. Além disso, também deve fornecer indicadores de desempenho e métricas-alvo para permitir a avaliação do alinhamento estratégico em curso e o acompanhamento da consecução dos objetivos estratégicos.

Figura 1: Contexto organizacional da gestão de portfólios



Fonte: PMI (2017, p. 8)

Nesse sentido, o PMI (2017, p. 31) afirma que “os objetivos estratégicos formam a espinha dorsal de um plano estratégico, representam ações específicas, de curto prazo (1 a 2 anos) que são o resultado da visão (tipicamente 5 ou mais anos) e das metas (geralmente 3 ou mais anos)”. Os objetivos estratégicos em conjunto com a estratégia organizacional influenciam na definição das iniciativas estratégicas, que são compostas por portfólios de programas e projetos que visam atingir um estado futuro desejado.

De acordo com a publicação *Management of Portfolios* (MoP), a gestão de portfólios se combina com as atividades usuais de uma organização (BAU) na implementação de seus objetivos estratégicos, relação esta que se resume em um conceito simples: “*run the business, change the business*” (TSO, 2011, p. 19), conforme a Figura 2:

Figura 2: "Run the business, change the business"



Fonte: (TSO, 2011, p. 19)

Nessa perspectiva, a relação entre a gestão de portfólios e o planejamento estratégico é uma via de mão dupla; enquanto os objetivos estratégicos fornecem o contexto no qual a gestão de portfólio atua, esta fornece um meio para a implementação da mudança no desenvolvimento e na entrega desses objetivos estratégicos e, oportunamente, fornece evidências sobre a implementação bem-sucedida da estratégia. Quando isso ocorre, benefícios são entregues, melhorando o desempenho operacional (TSO, 2011).

2.2.2.2 Gestão de portfólios

Cooper, Edgett e Kleinschmidt (1999, p. 335) apresentam a seguinte definição para a atividade de gestão de portfólios:

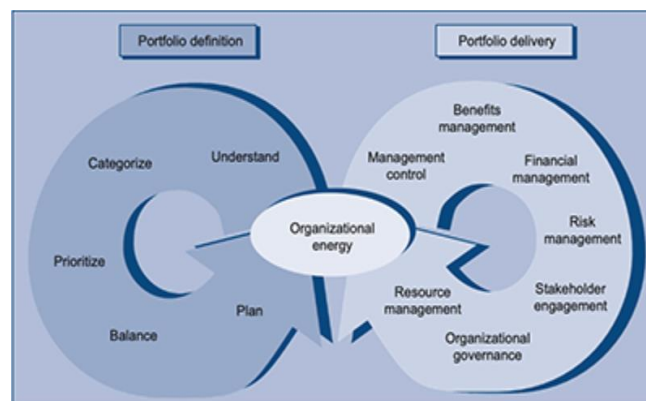
A gestão de portfólio é um processo de decisão dinâmico, por meio do qual a lista de novos produtos (e projetos de P&D) ativos de uma empresa é constantemente atualizada e revisada. Neste processo, novos projetos são avaliados, selecionados e priorizados; os projetos existentes podem ser acelerados, eliminados ou despriorizados; e recursos são alocados e realocados para os projetos ativos.

Além disso, esses autores destacam que o processo de definição de portfólios caracteriza-se pela incerteza e pela velocidade na mudança das informações, dinamismo, múltiplos objetivos e estratégias, interdependência entre os projetos e múltiplos tomadores de decisão (COOPER; EDGETT; KLEINSCHMIDT, 1999).

De acordo com o guia *Management of Portfolios* (MoP), o portfólio de uma organização diz respeito à totalidade dos investimentos (ou parte deles) aplicados na consecução das transformações necessárias ao atingimento dos objetivos estratégicos organizacionais (TSO, 2011).

Além disso, o MoP (2011, p. 11, tradução nossa) apresenta a seguinte definição para a gestão de portfólios: “é uma coleção coordenada de processos e decisões estratégicas que, em conjunto, permite o equilíbrio mais eficaz entre mudança organizacional e modelo atual”. A abordagem proposta no guia estrutura-se em 12 (doze) práticas de gestão de portfólios, divididas em ciclo de definição de portfólio e ciclo de entrega de portfólio. O objetivo do ciclo de definição de portfólio é reunir informações importantes para o processo decisório, provendo clareza aos tomadores de decisão, de forma a permitir a identificação das iniciativas que oferecem a maior contribuição para os objetivos estratégicos. Já o ciclo de entrega de portfólio tem por objetivo garantir a aplicação bem-sucedida dessas iniciativas. A referida abordagem pode ser visualizada na Figura 3:

Figura 3: Ciclos e práticas da gestão de portfólios



Fonte: TSO (2011)

Dentro do ciclo de definição, de acordo com o TSO (2011), a priorização consiste na classificação das iniciativas dentro do portfólio (quais iniciativas a organização deve investir, quais as mais importantes e quais iniciativas devem receber recursos prioritariamente), a partir de um ou mais critérios previamente definidos. Os métodos mais utilizados são os critérios de avaliação financeira – valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e *payback* – e os métodos de tomada de decisão multicritérios (MCDM).

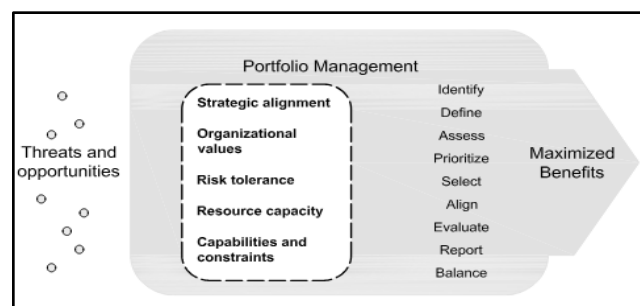
Por sua vez, a publicação *Project, Programme and Portfolio Management – Guidance on Portfolio Management* (ISO 21.504: 2015), apresenta a seguinte definição para portfólio: “coleção de componentes de portfólio agrupados para facilitar a sua gestão a fim de atender, no todo ou em parte, os objetivos estratégicos da organização” (BSI, 2015, p. 1, tradução nossa).

Nesse sentido, a gestão de portfólios pode ser assim descrita (BSI, 2015, p. 2):

[...] processo contínuo de tomada de decisão, no qual a lista de componentes do portfólio de uma organização é sujeita a revisão periódica para alinhamento com a estratégia da organização. Nesta abordagem, novas oportunidades ou ameaças são avaliadas, selecionadas, priorizadas e autorizadas. Os componentes do portfólio podem ser modificados, acelerados, adiados ou encerrados.

Tal processo pode ser ilustrado conforme a Figura 4:

Figura 4: Uma visão da gestão de portfólios



Fonte: British Standard Institution (2015, p. 3)

No âmbito dos processos de avaliação e seleção dos componentes do portfólio, deve ser estabelecida uma prioridade para cada um dos potenciais componentes do portfólio a partir de critérios de seleção previamente estabelecidos.

Tais critérios devem considerar, dentre outros aspectos, a contribuição de cada componente para o alcance dos objetivos estratégicos, os impactos nos recursos disponíveis, os riscos e a capacidade da organização em absorver a totalidade da mudança de todos os componentes (BSI, 2015, p. 8).

Conforme a ISO 21.504 (2015, p. 8), “os componentes do portfólio devem realizar benefícios relacionados aos objetivos estratégicos. O alinhamento entre a estratégia organizacional e os benefícios pretendidos deve ser uma atividade contínua”.

O *Project Management Institute* (PMI), por sua vez, descreve a gestão de portfólio como um conjunto de processos organizacionais estratégicos ou como um sistema multinível composto de componentes estratégicos, funcionais, operacionais e organizacionais do portfólio. De acordo com o guia, “o impacto do plano de gestão de portfólio na estratégia é alcançado através de seis domínios de gestão de desempenho e do ciclo de vida do portfólio” (PMI, 2017, p. 10, tradução nossa).

Nesse contexto, no grupo de processos de governança de portfólio estão inclusas as atividades de categorização, seleção, priorização e aprovação dos componentes do portfólio. A definição de portfólio tem por objetivo “criar uma lista atualizada de projetos qualificados, a partir da identificação, categorização, pontuação e classificação dos diversos componentes do portfólio”, a fim de produzir um portfólio organizado para avaliação, seleção e priorização contínuas. Dessa forma, os componentes do portfólio são classificados a partir de técnicas de pontuação ponderada e análise multicritério (PMI, 2013, p. 64, tradução nossa).

Nesse processo contínuo, surge o conceito de otimização, assim definido pelo PMI (2013, p. 71, tradução nossa):

A otimização de portfólio envolve avaliar o portfólio com base nos critérios da organização, classificar os componentes do portfólio e criar o mix de componentes de portfólio com o maior potencial para apoiar coletivamente a estratégia organizacional. A otimização do portfólio inclui o planejamento e alocação de recursos de acordo com a estratégia e os objetivos organizacionais e a maximização do retorno do portfólio dentro do perfil de risco e tolerância predefinidos pela organização.

Dentre as ferramentas e técnicas existentes que podem auxiliar a organização na priorização dos componentes do portfólio, incluem-se: análise de *capability* e capacidade relacionadas a recursos humanos, recursos financeiros, etc.; técnicas de

classificação e pontuação ponderadas; análises qualitativas e quantitativas, tais como: análise de custo-benefício – valor presente líquido (VPL), fluxo de caixa descontado (FCD), taxa interna de retorno (TIR), *payback* –, análise de cenários, análises probabilísticas (simulação de Monte Carlo), matriz SWOT, dentre outras e métodos gráficos (PMI, 2013).

Harrison *et al.* (2020, p. 60153, tradução nossa) apresentam a seguinte definição para a otimização de portfólio:

Otimização de portfólio, no sentido geral, é um processo pelo qual um portfólio ótimo (ou seja, distribuição de ativos) é selecionado de acordo com alguma medida objetiva, com a ressalva de que o risco associado também deve ser minimizado.

O conceito de “ótimo”, quando se tem um conjunto de várias funções objetivas, foi formulado, originalmente, por Edgeworth, tendo sido generalizado por Vilfredo Pareto anos depois. Na otimização da utilidade, uma solução vetorial x^* é chamada de ótima de Pareto se não existir um vetor x viável que aumentaria alguns critérios sem causar uma diminuição simultânea em pelo menos um dos critérios restantes. Dessa forma, não há uma solução única, mas um conjunto de soluções eficientes ou não dominadas (BELFARES *et al.*, 2007).

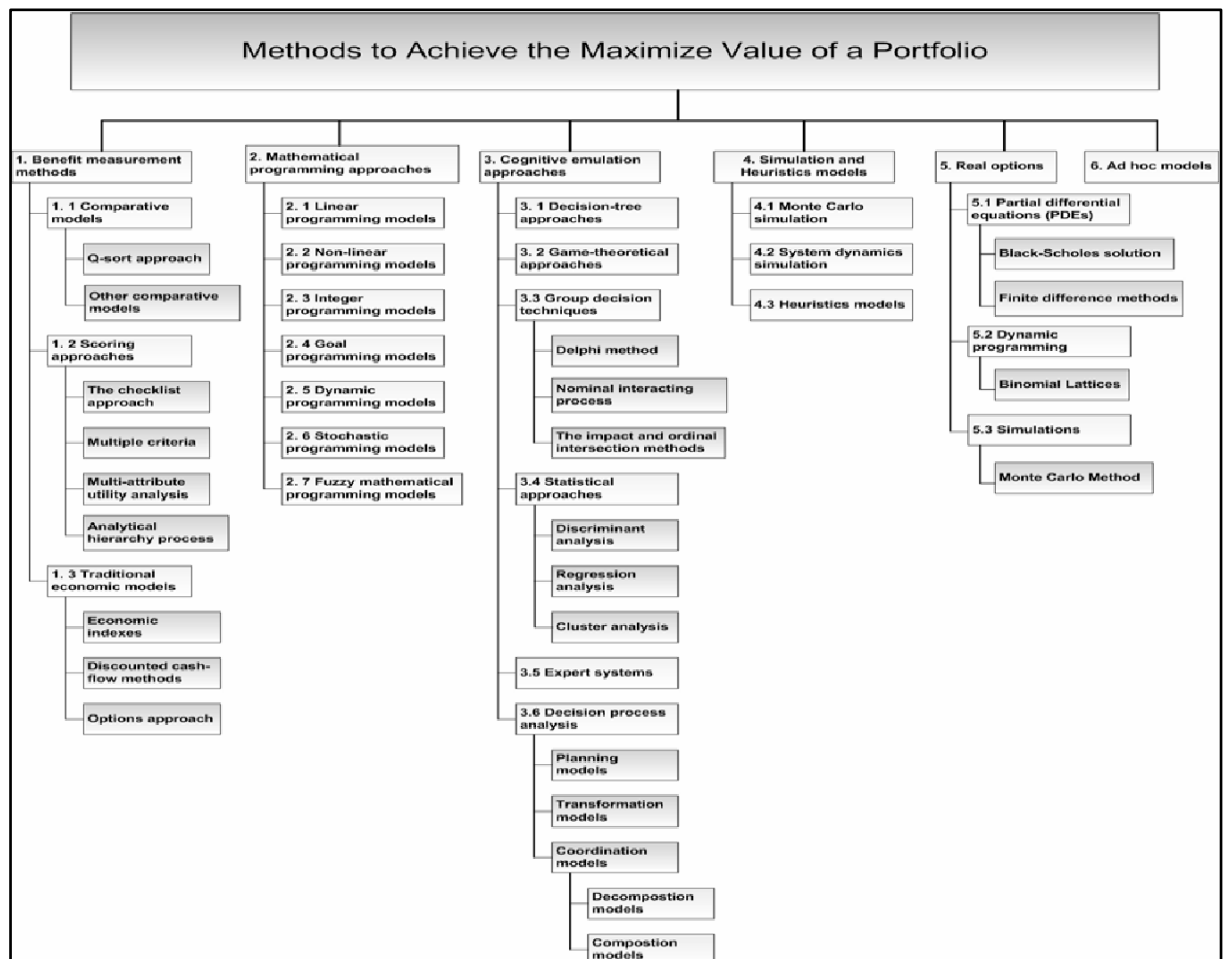
O problema de seleção de projetos, por sua vez, foi reconhecido como um problema do campo da pesquisa operacional no final da década de 1950, tendo sido formulado pela necessidade de identificar as combinações de projetos que uma organização deve financiar para maximizar os seus retornos (HARRISON *et al.*, 2020).

Segundo Chen *et al.* (2020), a Teoria de Decisão de Portfólio, no contexto da pesquisa operacional, pode ser aplicada na otimização da alocação de recursos, no investimento em projetos, na produção de produtos, na pesquisa e desenvolvimento de tecnologia e nas aquisições de defesa. Para tanto, as técnicas de seleção de portfólios comparam os portfólios de projetos elegíveis identificando prós e contras. O produto final é a seleção do portfólio de projetos ideal que atenda satisfatoriamente aos critérios estabelecidos. Entre os métodos mais frequentemente utilizados, destacam-se: o algoritmo genético, o método de simulação de Monte Carlo (MC), o método de relaxamento lagrangiano – técnicas que buscam selecionar um conjunto de projetos viáveis dado a restrição orçamentária, a análise de cenários e a teoria da decisão multicritério.

Iamratanakul, Patanakul e Milosevic (2008) propuseram uma taxonomia dos métodos de seleção de portfólio de projetos, a partir das classificações de duas das

principais escolas de pensamento, estruturada em seis categorias: métodos de medição de benefícios que usam abordagens normativas como processo de hierarquia analítica (AHP) e modelos de pontuação para classificar projetos em múltiplos critérios; abordagens de programação matemática; abordagens de emulação cognitiva, como árvores de decisão e modelos de regressão; abordagens de simulação e heurísticas, como Monte Carlo ou simulações baseadas em dinâmica de sistemas; abordagens de análise de opções reais e abordagens de modelagem *ad-hoc*, conforme Figura 5.

Figura 5: Taxonomia de métodos de seleção de portfólio de projetos



Fonte: Iamratanakul, Patanakul e Milosevic (2008)

Chaparro, Gomes e Nascimento (2019), por sua vez, identificaram 12 diferentes métodos de seleção de portfólio de projetos, conforme sintetizado no Quadro 4, tendo destacado que algumas dessas abordagens consistem em soluções padronizadas, que podem não se aplicar a toda variedade de condições de projetos e empresas.

Quadro 4: Taxonomia de métodos para seleção de portfólio de projetos

Método	Característica
Financeiros	O critério mais importante de seleção é a rentabilidade, e o objetivo é definir um portfólio que maximize o retorno.
Probabilísticos	Tais métodos analisam diferentes cenários retornando possíveis valores de resultado. Ex: simulação de Monte Carlo e Teoria Bayesiana.
Teoria da precificação de opções	Utilizam modelos matemáticos para calcular como a demanda varia em diferentes níveis de preços.
Estratégicos	Métodos de seleção orientados por objetivos estratégicos.
Pontuação	Os projetos são selecionados com base em um conjunto de diferentes requisitos e aspectos, a partir de classificações e pesos que são determinados arbitrariamente.
Otimização combinatória	Inclui métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM), análise envoltória de dados (DEA) e abordagens de análises hierárquicas (AHP).
Comportamentais	Esses métodos visam criar um consenso com base nos pareceres de especialistas e gerentes para decidir quais projetos devem ser realizados.
Abordagens de mapeamento	Os projetos são apresentados em forma de matrizes ou diagrama de bolhas em que é possível visualizar a posição estratégica do produto da empresa.
Opções reais	O modelo de opções reais é uma decisão de investimento flutuante e assume que a estratégia pode evoluir dependendo das características reais do ambiente.
Integrados	São aqueles em que dois ou mais métodos diferentes são empregados para orientar o processo de seleção de portfólio.
Teoria da lacuna de informação	Neste método, o foco está na identificação de lacunas de conhecimento, incertezas e riscos, a fim de determinar o portfólio menos vago.
Abordagem baseada em cenários	Tais métodos partem do pressuposto de que, por meio de modelos e funções matemáticas, é possível completar as informações fornecidas pelos especialistas, construir um cenário e identificar sinergias e probabilidades.

Fonte: adaptado de Chaparro, Gomes e Nascimento (2019)

2.2.3 Síntese dos principais achados disponíveis na literatura

No Quadro 5, foram tabulados e organizados os principais achados constantes da revisão da literatura:

Quadro 5: Principais achados na literatura

Autor (es)	Ano	Método de seleção/otimização	Pontos fortes	Limitações
Gavião e Kostin	2023	Processo de Análise Hierárquica (AHP)	Simplicidade, lógica e possibilidade de validação das avaliações dos especialistas	Esforço e tempo dispendido para a realização das avaliações; probabilidade de inconsistência lógica nos julgamentos
Harrison <i>et al.</i>	2021	Abordagem meta-heurística híbrida e multi-populacional, combinação de Algoritmo Genético com Chave Aleatória (BRKGA) e Evolução Diferencial (DE)	A pesquisa preenche uma lacuna na literatura ao propor uma solução para o Problema de Seleção e Agendamento de Portfólio de Projetos (PPSSP) em larga escala, comuns no setor de defesa	Tempo de execução significativamente maior em comparação as suas abordagens constituintes; possível degradação de desempenho em cenários extremamente complexos e a necessidade de abordar os efeitos de borda no planejamento de longo prazo
Hoan e Ha	2021	Métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM) – método de consistência total (FUCOM) para determinar os pesos dos critérios e o método de avaliação de razão aditiva	O método FUCOM se destaca por exigir um número reduzido de comparações pareadas (n-1) em comparação a outros métodos populares como AHP e BWM,	Ausência da aplicação e validação prévias do método FUCOM no contexto militar. No entanto, a pesquisa demonstrou que o método proposto forneceu resultados confiáveis

		(ARAS) para classificar as alternativas disponíveis.	enquanto oferece resultados mais confiáveis e consistentes	
Shafi <i>et al.</i>	2017	Combinação de algoritmo evolutivo multiobjetivo baseado em decomposição e aprendizado por reforço com uma simulação de Monte Carlo	Abordagem baseada em cenários e modelos determinísticos para lidar com a incerteza profunda associada a fatores como mudanças políticas e de cenários de ameaça, comuns em problemas de defesa	O modelo utilizado fez uso de várias suposições que não são totalmente representativas do problema real de programação de capacidades, especificamente em relação às prioridades dos projetos e suas interdependências
Zhang <i>et al.</i>	2016	Modelo de programação baseado em cenários (multiobjetivo)	Permite analisar as relações entre retorno, risco e custo no nível do portfólio	Limitação na capacidade de prever com precisão cenários em horizontes muito longos sem atualizações contínuas ou análises dinâmicas
Davis <i>et al.</i>	2016	Abordagem multifásica de programação linear inteira mista	Fornece capacidade analítica na abordagem de uma ampla variedade de questões para uma gama diversificada de partes interessadas; utilização de modelos de valor multicritério para avaliar o desempenho dos veículos	Exige um gerenciamento de dados sofisticado e “warm starting” entre as fases para permitir a execução eficiente da otimização
Fisher, Brimberg e Hurley	2015	Modelo heurístico de programação dinâmica aproximada (ADP), através da implementação de um problema da	O modelo aborda a incerteza inerente à implementação de projetos com valores distintos e perfis de gastos	O modelo não levava em conta os projetos que chegariam nos anos seguintes. Isso significava que a

		mochila (Deterministic Knapsack Model – DetKM) com simulação de Monte Carlo	plurianuais. Sua pesquisa foi motivada pela necessidade de minimizar a subutilização, caracterizada por uma seleção aleatória de projetos de baixo a médio valor no final do ano para garantir a alocação total do orçamento anual, um típico caso de problema da mochila	seleção de projetos para o ano corrente poderia consumir espaço de planejamento, o que poderia atrasar a implementação de projetos futuros de Alto Valor
Bakirli, Gencer e Aydogan	2014	Problema da Mochila Múltipla Multiobjetivo combinado ao AHP + Quality Function Deployment (QFD)	A principal contribuição do estudo é o desenvolvimento de uma abordagem combinada que utiliza o Processo de Hierarquia Analítica (AHP), o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e a Programação por Metas Difusas Multiobjetivo (FGP)	A precisão e a utilidade dos resultados da otimização dependem diretamente da capacidade dos especialistas em definir esses limites de forma adequada. Se esses limites não forem bem definidos ou baseados em informações imprecisas, a eficácia do modelo pode ser comprometida
Zhou <i>et al.</i>	2014	Algoritmo de evolução diferencial aprimorado	O algoritmo aprimorado supera significativamente outros algoritmos, incluindo o algoritmo clássico de evolução diferencial (CDE), o algoritmo genético (GA) e a otimização por enxame de partículas (PSO)	Não foram detalhadas limitações específicas

Fauske, Vestli e Glærum	2013	Modelo de otimização estocástica – Optimization of Investment Decision (OID)	O modelo considera a incerteza orçamentária futura, utilizando cenários probabilísticos para maximizar as capacidades da força militar ao longo do tempo, respeitando restrições e dependências entre projetos. O modelo OID, relacionado ao tradicional problema da mochila, ajuda a identificar aquisições robustas, considerando a flexibilidade necessária diante de possíveis variações orçamentárias	Tempo de preparação e organização dos dados
Xiong <i>et al.</i>	2012	Abordagem evolutiva multiobjetivo baseada em preferências para resolver problemas de planejamento de capacidades, modelados como problemas de agendamento de projetos de investimento de recursos multimodais	Permite integrar o conhecimento de especialistas no nível operacional e preferências de tomadores de decisão no nível estratégico. A primeira etapa utiliza o conhecimento dos especialistas para direcionar a busca, enquanto a segunda etapa interage com os tomadores de decisão para refinar a solução, usando pontos de referência no espaço objetivo	Foco nos Níveis Estratégico e Operacional

Smith <i>et al.</i>	2012	Algoritmo Evolutivo Multiobjetivo (MOEA)	O método identifica e examina as principais compensações entre soluções orçamentárias de portfólio não dominadas, considerando diferentes perspectivas. O processo utiliza algoritmos evolutivos para encontrar soluções eficientes e ferramentas de visualização para facilitar a compreensão e a negociação entre as partes interessadas	Dificuldade de reunir stakeholders seniores para negociar em tempo real
Chang e Lee	2012	O modelo integra três abordagens cruciais: Análise por Envoltória de Dados (DEA), Formulação do Problema da Mochila (Knapsack) e Teoria dos Conjuntos Difusos (Fuzzy Set Theory)	Capacidade de lidar com dados vagos e operar dentro de restrições de recursos	A priorização dos projetos com base em seus valores objetivos nem sempre é levada em consideração na solução do problema.
Mezey	2008	Método <i>Strategy-to-Task</i> (STT)	O método STT (Strategy-to-Task) é usado para conectar metas estratégicas a tarefas militares de baixo nível, facilitando a transparência e a responsabilização. A análise de custo-eficácia e a programação de	Os pesos atribuídos provêm de julgamentos subjetivos

			metas são consideradas para otimizar a alocação de recursos entre projetos concorrentes	
Brown, Dell e Newman	2004	Modelo da mochila binária	Um dos modelos de otimização mais simples para o planejamento de investimentos militares. Permite selecionar um portfólio de opções binárias de aquisição que maximiza o valor total dentro de um orçamento fixo	Em termos de aquisições do mundo real, isso significa que o valor total do portfólio é apenas a soma dos seus valores componentes e não existe sinergia entre as opções selecionadas. O modelo não inclui retornos à escala, descontos de volume e opções mutuamente exclusivas ou inclusivas

Fonte: elaborado pelo autor, com base na revisão da literatura

3 METODOLOGIA

O presente capítulo tem por objetivo caracterizar a pesquisa a partir do seu delineamento, do seu enquadramento metodológico, de sua estratégia de pesquisa e das formas de obtenção, análise e interpretação dos dados.

3.1 A PESQUISA SOCIAL

De acordo com Gil (2019), as ciências sociais possuem peculiaridades que as diferenciam das ciências da natureza. Ao contrário do que a abordagem positivista chegou a propor, a replicação dos tradicionais métodos científicos das ciências naturais nem sempre apresenta resultados totalmente satisfatórios para o estudo do homem e da sociedade. O autor elenca os seguintes obstáculos enfrentados por essas ciências: o problema da objetividade (dificuldade de abandonar sentimentos e valores pessoais), o problema da quantificação (imprecisão na mensuração dos fenômenos), o problema da experimentação (impossibilidade de intervenção nos fenômenos) e o problema da generalização (limitação à identificação de tendências). “A rigor, nas ciências sociais, o pesquisador é mais do que um observador objetivo: é um ator envolvido no fenômeno” (GIL, 2019, p. 4).

Por tal motivo, para uma melhor compreensão dos fenômenos sociais, também devem ser considerados os pressupostos filosóficos que orientam a investigação científica. Apesar da existência de múltiplos paradigmas em ciências sociais, é possível definir três paradigmas mais gerais, a saber: o positivista, o interpretativista e o marxista histórico e dialético (GIL, 2019). O Quadro 6 apresenta as características de cada paradigma:

Quadro 6: Paradigmas das ciências sociais

Positivista	Interpretativista	Marxista
O paradigma positivista fundamenta-se na existência de uma realidade objetiva, que independe da percepção humana. Essa realidade é composta por estruturas concretas,	O paradigma interpretativista não se fundamenta na existência de uma realidade totalmente objetiva, nem totalmente subjetiva, mas na interação entre as características de	O paradigma marxista aborda uma visão da sociedade mediante uma interpretação materialista de seu desenvolvimento histórico e adota uma visão

tangíveis e relativamente estáveis. [...] Os fatos sociais, por serem tratados como coisas podem ser mensurados e os investigadores são estimulados a estabelecer relações de causa e efeito entre os elementos que o constituem.	determinado objeto e a compreensão que os seres humanos constroem a seu respeito, por meio da intersubjetividade. [...] o conhecimento acerca da realidade é construído por meio da interação entre as pessoas e o mundo em que vivemos.	dialética da transformação social.
---	--	------------------------------------

Fonte: Gil (2019, p. 6-7)

Em função do grau de envolvimento do pesquisador, as pesquisas podem se dividir em: modelo clássico de pesquisa e modelo alternativo de pesquisa. No modelo clássico, inspirado em orientações positivistas e caracterizado pelo emprego de procedimentos rigorosamente empíricos, propõe-se que os fenômenos sociais sejam estudados da mesma forma que os fenômenos naturais, devendo ser observado, no entanto, o máximo de distanciamento entre o pesquisador e o objeto de pesquisa, fato que é questionável pelos críticos desse modelo.

Contrapondo-se ao modelo de pesquisa empírica e com o intuito de obter resultados mais relevantes, surgem os modelos alternativos de pesquisa, com destaque para a pesquisa-ação e a pesquisa participante (GIL, 2019).

Thiollent (2011, p. 20) apresenta a seguinte definição para pesquisa-ação:

[...] é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e na qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Além disso, para Thiollent (2011, p. 96), o princípio fundamental da pesquisa-ação “consiste na intervenção dentro da organização na qual os pesquisadores e os membros da organização colaboram na definição do problema, na busca de soluções e, simultaneamente, no aprofundamento do conhecimento científico disponível”.

No presente trabalho de pesquisa, o pesquisador encontra-se envolvido indiretamente no processo, uma vez que trabalha, atualmente, no Estado-Maior do Exército (EME), “ator central na formulação, na coordenação e na supervisão da execução do Planejamento Estratégico do Exército (PEEx)” (EB, 2021, p. 11).

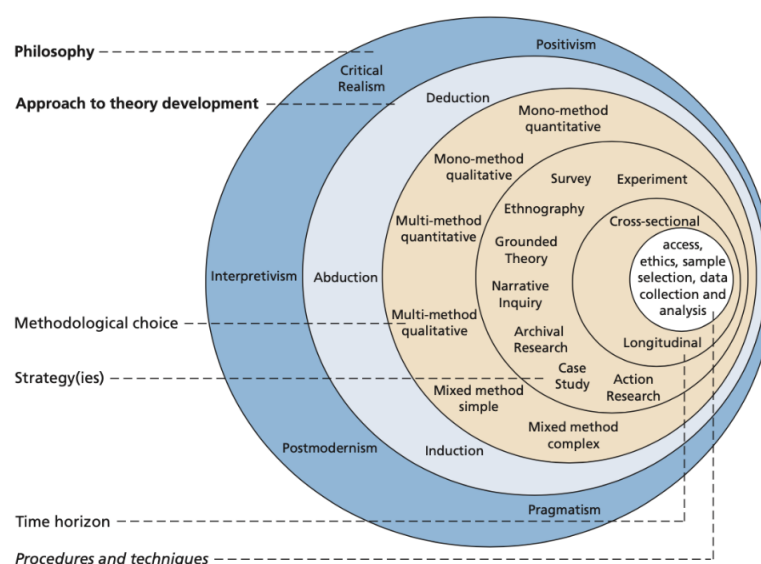
Por integrar a 6ª Subchefia do EME, setor responsável pela governança do processo orçamentário no Exército, o pesquisador teve acesso a dados orçamentários e pôde acompanhar o processo de definição do PEEEx 2024-2027. Outrossim, o pesquisador integra a equipe do projeto de desenvolvimento do Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento Estratégico do Exército, envolvendo-se com os problemas enfrentados pela instituição e com a proposição de possíveis soluções para tais problemas.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Gil (2019, p.56), “o delineamento da pesquisa refere-se à estratégia determinada para integrar os diferentes componentes do estudo de forma lógica e coerente, garantindo a efetiva abordagem do problema de pesquisa”.

Com o intuito de fornecer uma abordagem que justifique as escolhas metodológicas mais adequadas para responder ao problema e aos objetivos de pesquisa, Saunders, Lewis e Thornhill (2023, p.131) propuseram o modelo de “pesquisa da cebola”, reproduzido a seguir:

Figura 6: Modelo de pesquisa da cebola



Fonte: Saunders, Lewis e Thornhill (2023, p. 131)

Conforme se pode observar na Figura 6, os procedimentos e técnicas para a realização da coleta de dados localizam-se no centro da cebola. À medida que se caminha em direção ao núcleo central, surgem uma série de fatores subjacentes

(camadas externas), a partir dos quais são identificados os aspectos mais relevantes para a pesquisa. Nesse caminho, será necessário delinear a filosofia do pesquisador, a abordagem de desenvolvimento da teoria, a escolha metodológica, as estratégias disponíveis, o horizonte temporal e, por fim, os procedimentos e técnicas de acesso aos dados, aspectos éticos, seleção de amostras, coleta e análise de dados (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2023).

Para responder à questão de pesquisa adotou-se como referência o modelo de pesquisa da cebola. A partir da aplicação da ferramenta HARP, que se encontra disponível no Apêndice A desta dissertação, esta pesquisa foi caracterizada como sendo de filosofia pragmática, que tem como pressuposto a busca por resultados práticos. Conforme apontam Saunders, Lewis e Thornhill (2023, p. 153), “para um pragmático, a pesquisa começa com um problema e tem como objetivo contribuir com soluções práticas que informem a prática futura”.

Quanto ao método de abordagem, esta pesquisa desenvolveu-se a partir do método indutivo, uma vez que se trata de um estudo de caso voltado para identificar a maneira de aplicar os métodos de otimização de portfólios de projetos no Exército, alinhando-se ao conceito formulado por Gil (2019, p. 11):

“Nesse método, parte-se da observação de fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer. A seguir, procura-se compará-los com a finalidade de descobrir as relações existentes entre eles. Por fim, procede-se à generalização, com base na relação verificada entre os fatos ou fenômenos”.

O próximo nível diz respeito à escolha metodológica. Antes de se analisarem os métodos disponíveis, torna-se necessário identificar o objetivo da pesquisa. Segundo Saunders, Lewis e Thornhill (2023), a pergunta de pesquisa indica se o propósito é exploratório, descritivo, explicativo ou avaliativo ou uma combinação destes. As questões de pesquisa provavelmente começam com ou incluem os seguintes pronomes e advérbios interrogativos: “o quê”, “quando”, “onde”, “quem”, “por que”, “como” ou “até que ponto”. Algumas dessas perguntas podem resultar em uma resposta que é parcial ou totalmente descritiva, a exemplo de perguntas iniciadas por “Qual”. As perguntas exploratórias provavelmente começarão com “Como” ou “O quê”, enquanto as perguntas que buscam explicações começarão com “Por quê” ou conterão essa palavra dentro da pergunta. Por fim, perguntas avaliativas normalmente começam com “Como” ou “O quê”, diferindo de perguntas como “Quanto?” ou “Como tem?”.

Definido o objetivo, procede-se à definição do *design* metodológico, que pode ser classificado em qualitativo, quantitativo ou misto. A abordagem quantitativa “refere-se a qualquer procedimento de coleta de dados (como um questionário) ou a técnicas de análise (como gráficos ou estatísticas) que geram ou usam dados numéricos”. Por outro lado, a abordagem qualitativa “refere-se a quaisquer procedimentos de coleta de dados (como uma entrevista ou observação não estruturada) ou técnicas de análise (como análise narrativa ou teoria fundamentada) que geram ou usam dados não numéricos”. Já as pesquisas que se utilizam tanto de procedimentos quantitativos quanto qualitativos são pesquisas de métodos mistos (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2023, p. 182).

Neste ponto, cabe destacar que, embora a essência do trabalho envolva o conceito de portfólio – o que naturalmente remete à utilização de dados numéricos –, o foco central da pesquisa concentra-se na identificação dos métodos de definição e otimização de portfólios aplicados aos problemas de alocação de recursos de defesa. Esta identificação constitui, por sua natureza, um dado qualitativo. Considerando que a pesquisa demanda tanto a análise qualitativa desses métodos quanto o tratamento quantitativo dos dados de portfólio, a presente investigação caracteriza-se como de abordagem mista.

Esta escolha pode ser corroborada a partir da definição de abordagem qualitativa apresentada por Godoy (1995, p. 58):

[...] a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.

Já o aspecto quantitativo, pode ser evidenciado pela necessidade de se trabalhar com alocação de capital para a definição de portfólio, fazendo necessariamente uso de dados numéricos. Acerca disso, Gil (2019, p.67), apresenta o conceito de delineamento sequencial exploratório, cujo propósito é “utilizar resultados quantitativos para auxiliar na interpretação de resultados qualitativos”.

Tendo em vista o fato de a questão de pesquisa se iniciar com o advérbio interrogativo “Como”, Saunders, Lewis e Thornhill (2023) apontam que, provavelmente, trata-se de uma pergunta do tipo exploratória. Por outro lado, Yin (2015) pontuou que as questões que contêm os advérbios “Como” e “Por que” são mais explicativas.

Nesse sentido, para Yin (2015), tal tipo de pergunta, provavelmente, conduziria ao uso de um estudo de caso. Dessa forma, para esse autor, uma pesquisa de estudo de caso ocorre quando uma questão “Como” ou “Por que” está sendo formulada sobre um conjunto de eventos contemporâneos, sobre os quais o pesquisador tem pouco ou nenhum controle.

Além disso, Yin (2015, p. 16), apresenta a seguinte definição para o estudo de caso:

“A essência de um estudo de caso, a tendência central entre todos os tipos de estudo de caso, é que ele tenta iluminar uma decisão ou um conjunto de decisões: por que elas são tomadas, como elas são implementadas e com que resultado”.

Tal definição se enquadra perfeitamente na questão e nos objetivos da presente pesquisa, que se resumem ao desenvolvimento do processo de tomada de decisão de investimentos do Exército para a aplicação de práticas de seleção e otimização de portfólio.

Ressalta-se que o fato de o pesquisador ser um membro da organização e conduzir a pesquisa nesse contexto poderia sugerir a adoção da pesquisa-ação, fazendo-se presentes, em uma primeira avaliação, os critérios elencados por Greenwood e Levin (2007), a saber: pesquisa, ação e participação. No entanto, a presente pesquisa não envolve as etapas de “diagnóstico ou construção de questões, planejamento de ação, tomada de ação e avaliação de ação”, apontadas como requisitos para caracterizar a referida estratégia por Saunders, Lewis e Thornhill (2023).

O horizonte temporal em que a pesquisa se insere é o transversal, visto que se pretende abordar um problema que é estruturado em ciclos definidos de quatro anos.

Uma vez definido o enquadramento da estratégia de pesquisa como um estudo de caso, os procedimentos de coleta de dados a serem adotados serão discutidos a partir de agora. As características particulares do estudo de caso, que se concentram sobre fenômenos em seus contextos de mundo real, acabam por moldar e influenciar as técnicas de coleta de dados, no sentido de “integrar os eventos do mundo real às necessidades dos planos de coleta de dados”.

Nesse cenário, não se tem o controle sobre o ambiente de coleta de dados, pois tal processo ocorre nas situações do dia a dia das instituições, sendo necessárias

da parte do pesquisador: capacidade de adaptação e elaboração de “procedimentos de campo explícitos e bem-planejados” (YIN, 2015, p. 92).

3.3 COLETA DOS DADOS

De acordo com Yin (2015, p. 109), as fontes de evidência mais comumente utilizadas na realização de estudos de caso são as seguintes: documentação, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas, observações participantes e artefatos físicos. Destaca-se, também, que, para o autor, um ponto forte da coleta de dados do estudo de caso é a oportunidade de utilizarem diferentes fontes de evidência, por meio do desenvolvimento de linhas convergentes de investigação. Assim, nas palavras do mesmo autor, “um bom estudo de caso, por isso, se baseará em tantas fontes quantas possíveis” (YIN, 2015, p. 109).

Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos a partir de diversas fontes. Alguns dados foram obtidos no local em que os fenômenos ocorreram (dados de campo), a partir dos procedimentos de observação direta, observação participante e entrevistas semiestruturadas. Os demais dados foram obtidos mediante a leitura de livros, artigos de periódicos e manuais e por meio do acesso a registros estatísticos oficiais do governo federal e de outras bases de dados, conforme plano detalhado no Quadro 7:

Quadro 7: Plano de coleta de dados

Tipo de Evidência	Fonte de dados	Operacionalização
Documentação	Artigos científicos, publicações, produções bibliográficas, guias de boas práticas.	Revisão do estado da arte no corpo de conhecimento existente sobre problemas de otimização e decisão de investimentos aplicados à Defesa; pesquisa documental sobre gestão de portfólios e métodos e modelos para análise de decisões.
Entrevistas	Coleta de dados junto aos especialistas responsáveis pela relatoria do Plano Estratégico do	Entrevista semiestruturada com os agentes citados anteriormente, a fim de entender os requisitos

	Exército, pela programação orçamentária, pela discussão e elaboração de conceitos futuros, design de força e capacidades militares, pela gestão do Portfólio Estratégico do Exército e pela assessoria de Programa Estratégico.	necessários para a solução do problema.
Registros em arquivo	Dados disponibilizados pelo governo federal, por instituições internacionais e estudos já realizados.	Pesquisa em base de dados.
Observação direta	Formulação do Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2024-2027.	Acompanhamento do processo que definiu o PEEx.
Observação participante	Atuação no Projeto de desenvolvimento do Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento Estratégico do Exército.	Desenvolvimento das regras de negócio e da lógica de programação de ferramenta de TI voltada para a integração entre o orçamento e o planejamento estratégico do Exército.

Fonte: elaborado pelo autor

Outro ponto ressaltado por Yin (2015, p. 131) diz respeito à manutenção de um encadeamento de evidências, a fim de aumentar a confiabilidade da informação no estudo de caso. O objetivo seria permitir que um observador externo “siga a derivação de qualquer evidência das questões de pesquisa iniciais para finalizar as conclusões do estudo de caso” (YIN, 2015, p. 131). O referido autor sugere que as fontes relevantes usadas para chegar a descobertas específicas constem do banco de dados do estudo de caso. Dessa forma, tais documentos foram relacionados no Quadro 8.

Quadro 8: Base de dados da pesquisa documental

Nº de ordem	Documento	Acesso aberto
1	Metodologia do Sistema de Planejamento do Exército (EB20-N-03.002)	Sim

2	Plano Estratégico do Exército 2024-2027 (Orçamentado)	Não
3	Plano Estratégico do Exército 2024-2027	Sim
4	Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento do Portfólio e dos Programas Estratégicos do Exército Brasileiro (EB10-N-01.004)	Sim
5	Regulamento do Conselho Superior de Racionalização e Transformação (CONSURT) - (EB10-R-01.011)	Sim
6	<i>Management of Portfolios</i>	Sim
7	<i>The Standard for Portfolio Management 4th Edition</i>	Sim
8	<i>Project, Programme and Portfolio Management 1st Edition (BS ISO 21504:2015)</i>	Sim
9	<i>Portfolio Selection Challenges in Defense Applications (NS D-8493)</i>	Sim

Fonte: elaborado pelo autor, com base na revisão documental

Para a coleta dos dados obtidos na revisão da literatura, realizou-se uma revisão sistemática na base de dados *Web of Science*, em 12 de janeiro de 2024, utilizando-se um recorte temporal de 20 anos (2004 a 2023), a partir dos termos constantes no título, no resumo ou nas palavras-chave, conforme Quadro 9:

Quadro 9: Combinações de palavras-chave e conectivos

Conectivo	Combinação de palavras-chave
	project\$ or portfolio\$
AND	prioriti?ation or selection or optimi?ation or decision
AND	defen?e or military or armed forces or air force or army or navy
AND	capability or planning or acquisition or investment

Fonte: elaborado pelo autor

O caractere “\$” (utilizado em “*project*” e “*portfolio*”) permitiu a busca pelos termos no singular e no plural e o caractere “?” (utilizado em “*prioritization*” e “*optimization*”) permitiu a busca pelas palavras que possuem variação entre o inglês britânico e o inglês americano.

Com a utilização de tais descritores, encontraram-se 521 resultados. A busca foi refinada para documentos do tipo artigo, pois este tipo costuma ser revisado por pares, um importante indicador de qualidade, retornando 275 resultados. Em virtude da ocorrência de publicações de diversas áreas, algumas delas sem qualquer tipo de relação com o problema de pesquisa, buscou-se restringir a pesquisa nas seguintes

áreas: *Operations Research Management Science*, *Business Economics*, *Public Administration* e *Behavioral Science*, limitando os resultados a 86 artigos.

Outro parâmetro de seleção foi a inclusão de artigos cujo propósito fosse analisar a aplicação de ferramentas de apoio à tomada de decisão em projetos de investimento em defesa. Com base em uma nova leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, selecionaram-se 16 artigos. Além disso, alguns artigos foram adicionados a partir das referências encontradas nos artigos constantes da última amostra, perfazendo um total de 23 artigos relevantes.

Também considerou-se para fins de revisão da literatura 1 (uma) publicação do Institute for Defense Analysis (IDA), 2 (dois) artigos científicos que abordam diferentes perspectivas taxonômicas dos métodos de seleção de portfólios de projetos, os guias *Management of Portfolios; Project, Programme and Portfolio Management* e *The Standard for Portfolio Management* que tratam sobre gestão de portfólios, outros estudos sobre gestão de portfólios e produções bibliográficas e estudos acerca da Pesquisa Operacional.

Para a obtenção e identificação dos principais critérios a serem considerados no modelo decisório proposto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas (conforme o Protocolo de Entrevista constante do Apêndice B) com o intuito de colher dados referentes aos seguintes aspectos:

- a) Percepção do entrevistado acerca da importância de uma iniciativa estratégica;
- b) Opinião do entrevistado acerca dos critérios a serem considerados na tomada de decisão de investimentos em projetos de defesa; e
- c) A percepção do entrevistado acerca da importância relativa entre os critérios identificados no item anterior.

Sobre as entrevistas, Yin (2015, p. 117) apontou que:

As entrevistas são uma fonte essencial de evidência do estudo de caso porque a maioria delas é sobre assuntos humanos ou ações comportamentais. Os entrevistados bem-informados podem proporcionar *insights* importantes sobre esses assuntos ou ações.

No que se refere às entrevistas semiestruturadas, Saunders, Lewis e Thornhill (2023) caracterizam-nas como sendo uma lista guiada contendo temas e questões previamente definidos, os quais podem ser adaptados conforme o contexto investigativo. Essa flexibilidade permite a omissão ou inclusão de perguntas

adicionais, bem como a alteração na ordem de sua aplicação, de acordo com as particularidades de cada situação.

Para tanto, selecionaram-se especialistas envolvidos desde a concepção e o desenho da força futura, passando por aqueles envolvidos na gestão das capacidades militares, na priorização das iniciativas estratégicas, na definição da programação orçamentária e na gestão do portfólio propriamente dito, a fim de obter diferentes perspectivas sobre o objeto da entrevista, conforme lista sintetizada no Quadro 10.

Quadro 10: Lista de entrevistados

Entrevistado	Vinculação Profissional	Experiência profissional (anos)
A	6º Subchefe do Estado-Maior do Exército	35
B	Chefe da Assessoria de Gestão de Portfólio	46
C	Antigo Chefe do Escritório de Projetos do Exército	39
D	Comandante do Grupamento de Unidades Escola / 9ª Brigada de Infantaria Motorizada	30
E	Chefe da Seção de Conceitos Futuros	27
F	Analista da Seção de Gestão de Capacidades	42
G	Analista da Seção de Política e Estratégia	38
H	Assessor do Programa Estratégico SISFRON	35

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à obtenção dos dados quantitativos, foram levantadas informações de variáveis que poderiam influenciar o nível de investimentos em defesa, a fim de permitir a projeção do referencial orçamentário disponível. Nessa perspectiva, os dados foram obtidos a partir de registros disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo Painel do Orçamento Federal, pelo Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (SIOP) e pela base de dados disponibilizada pelo Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI).

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

No que diz respeito à metodologia de planejamento estratégico, foi realizada uma análise teórica dos documentos que regulam a definição e a gestão do Portfólio

Estratégico do Exército e uma análise *ex post facto* do processo de seleção e priorização dos projetos na elaboração do Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2024-2027.

Na revisão da literatura, foram sintetizados, tabulados e comparados os principais modelos e métodos empregados na solução de problemas de otimização e decisão de investimentos aplicados à defesa, destacando possíveis pontos fortes e limitações, a fim de permitir a identificação de uma abordagem adequada à realidade do Exército Brasileiro.

A partir da investigação e análise acerca da aplicação dos modelos e técnicas de seleção e otimização de portfólio empregados no planejamento de investimentos militares, foi proposta uma modelagem conceitual.

Em relação às entrevistas, a metodologia utilizada para a análise dos dados qualitativos obtidos foi conduzida com base na Análise de Conteúdo, proposta por Bardin (2011). Nesse sentido, as entrevistas foram transcritas integralmente e submetidas a uma leitura flutuante, com o objetivo de promover o reconhecimento inicial das ideias recorrentes, contextos e sentidos atribuídos pelos entrevistados aos elementos relacionados à priorização de iniciativas estratégicas.

As menções significativas das falas e os critérios decisórios sugeridos foram destacadas como unidades de registro, “unidade de significação codificada e correspondente ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2011, p. 134).

A partir desse ponto, as codificações seguiram um processo híbrido, combinando categorias dedutivas (*a priori*): baseadas em critérios clássicos da literatura de portfólio de projetos e métodos multicritério e categorias indutivas (emergentes): derivadas diretamente do conteúdo das entrevistas.

Acerca do processo de categorização, Bardin (2011, p. 147) pontuou que:

“As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns desses elementos”.

Dessa forma, as categorias codificadas foram organizadas de forma temática, correspondendo aos critérios decisórios sugeridos pelos participantes. Durante esse processo, foram realizados agrupamentos conceituais de ideias semanticamente próximas. A análise levou em consideração tanto a frequência de menções quanto a relevância atribuída pelos entrevistados.

Por fim, em virtude da ausência de dados mais precisos de disponibilidade orçamentária para os anos subsequentes, foram analisados somente indicadores econômicos e séries históricas de gastos. Tal investigação teve por objetivo identificar possíveis correlações entre variáveis dependentes e independentes que poderiam influenciar no nível de gastos com defesa, a fim de permitir a proposição de um modelo preditivo.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo tem por objetivo apresentar os resultados encontrados a partir da análise e interpretação dos dados coletados, seguindo um encadeamento lógico das ideias a serem discutidas.

4.1 DEFINIÇÃO DO PLANO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO 2024-2027

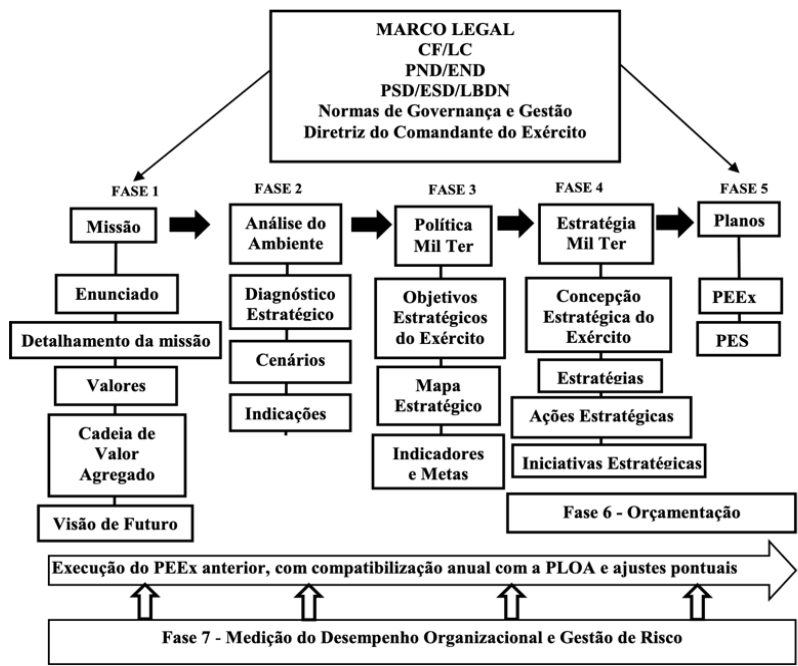
4.1.1 Análise documental

A Metodologia do Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx) decorre da interpretação de uma série de documentos originados tanto no nível político quanto no nível estratégico da Política de Defesa Nacional. Essa metodologia (EB, 2021, p. 47) prevê que:

“O Planejamento Estratégico do Exército deve estar alinhado com a END e a ESD, bem como deve orientar a organização e o preparo da Força Terrestre, visando ao seu emprego nas situações previstas na EMiD. Além disso, os Objetivos Estratégicos do Exército (OEE) devem estar alinhados com os OND, OSD, OMD e com a Concepção Estratégica do Exército”.

De forma resumida, a metodologia de planejamento do Exército pode ser sintetizada na Figura 7:

Figura 7: Sistemática de Planejamento do Exército



Fonte: (EB, 2021)

Após a formulação dos Objetivos Estratégicos do Exército (OEE), são estabelecidas as estratégias, ações estratégicas e iniciativas estratégicas a serem adotadas para o atingimento de tais objetivos. Enquanto “as estratégias indicam os caminhos a serem percorridos para chegar aos objetivos propostos”, as ações estratégicas estabelecem a ligação entre aquelas e as iniciativas estratégicas (EB, 2021, p. 65).

O produto final desse processo é a definição do Plano Estratégico do Exército de curto prazo (4 anos), referente ao próximo Plano Plurianual (PPA). Trata-se de um documento de planejamento que reúne “as estratégias, ações e iniciativas estratégicas que permitem atingir os objetivos estratégicos do Exército e a visão de futuro no nominado período de tempo” (EB, 2021, p. 72).

Após o relacionamento de todas as iniciativas estratégicas necessárias ao desenvolvimento das capacidades previstas, deverá ser realizada a priorização dessas iniciativas. A construção do planejamento de longo prazo se dá a partir do posicionamento das iniciativas que irão compor o PEEx inicial e os subsequentes. Esse planejamento materializa-se no Portfólio Estratégico do Exército, um “conjunto de subportfólios, programas e projetos, relacionados com os objetivos estratégicos do Exército, que devem ser gerenciados, coordenados e integrados pelo EME” (EB, 2021, p. 70 e 106).

Segundo o SIPLEEx, a priorização das iniciativas compete a uma série de órgãos (Órgãos de Direção Setorial, Órgão de Direção Operacional, Comandos Militares de Área) envolvidos no processo decisório, cada um desses órgãos tendo um representante no Alto Comando do Exército (EB, 2021).

Para tanto, foi instituído o Conselho Superior de Racionalização e Transformação, sendo constituído pelo Comandante do Exército, pelo Chefe do Estado-Maior do Exército e pelos demais integrantes do Alto Comando do Exército, a fim de assessorar o Comandante na condução do processo de transformação da Força. Uma das competências desse Conselho é a definição das prioridades para Programas e Projetos Estratégicos do Exército. O referido conselho é, ainda, assessorado pelo Comitê Gestor do Processo de Transformação do Exército Brasileiro (EB, 2019).

A esse respeito, verificou-se que, do ponto de vista qualitativo, tanto a metodologia do Sistema de Planejamento do Exército quanto o Regulamento do

CONSURT não dispõem de nenhuma prática, método específico ou ferramenta para auxiliar no processo de priorização das iniciativas.

Ao se analisar as Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento do Portfólio e dos Programas Estratégicos do Exército Brasileiro (NEGAPORT), verificou-se que a norma supracitada estabelece para a gestão do portfólio, os seguintes grupos de processos: Processos de Definição, Processos de Planejamento, Processos de Execução e Processos de Controle (EB, 2023).

Dentre os Processos de Execução, verificou-se a existência do processo de otimização de portfólio, assim definido (EB, 2023, p. 17):

“Art. 46. A otimização do Ptf EE tem por objetivo buscar uma melhor utilização dos diversos recursos (pessoal, material, orçamentário etc.), aperfeiçoando o desempenho do Ptf, por meio de uma priorização dos componentes e consequente balanceamento dos recursos”.

Apesar de constar a previsão desse processo na NEGAPORT, na prática, constatou-se que a norma em questão também não estabelece qualquer tipo de ferramenta ou técnica voltada para a priorização dos componentes do portfólio, tendo se limitado ao sentido mais amplo desse conceito, e não no sentido de portfólio ótimo apresentado por Harrison *et al.* (2023).

Quanto ao aspecto quantitativo, o SIPLEEx estabelece o Planejamento Orçamentário Plurianual do Exército, um instrumento de planejamento formulado para apresentar uma referência da estimativa de recursos baseadas em “valores presentes” a serem alocados à Força Terrestre em horizontes de curto, médio e longo prazo e subsidiar a elaboração do PEEEx (EB, 2021).

Apesar da metodologia do SIPLEEx fixar os aspectos a serem considerados na formulação do Planejamento Orçamentário Plurianual do Exército, a saber: cenário macroeconômico, orientações do Ministério da Defesa (MD), séries históricas, planejamento vigente, etc., verifica-se a inexistência de orientações práticas sobre sua execução. Finalmente, destaca-se que, segundo a metodologia do SIPLEEx, o Planejamento Orçamentário Plurianual do Exército não deve restringir ou limitar a elaboração do PEEEx (EB, 2021).

4.1.2 Análise decisória

Como resultado da análise da definição do Plano Estratégico do Exército (PEEEx) 2024-2027, verificou-se que, durante a formulação do referido Plano, foram

propostas 299 iniciativas estratégicas, das quais 249 foram selecionadas. Registrou-se, portanto, um corte de praticamente 16,7% das iniciativas inicialmente propostas. Das 249 iniciativas estratégicas constantes do PEEEx 2024-2027, observou-se que 31 não tiveram os seus custos estimados, 68 possuíam cronograma de execução compreendido entre 2024 e 2031, 15 com cronograma entre 2024 e 2035, e 23 previstas para serem executadas até o ano de 2039.

Neste ponto, constatou-se uma omissão na metodologia de planejamento ao não restringir que no plano de curto prazo constem apenas os valores orçados para o período em questão. O fato de se prever o custo total da iniciativa ao longo de todo o cronograma do projeto pode fazer com que a orçamentação daquele plano seja irreal. Soma-se a isso o fato de que uma das premissas de qualquer problema de alocação de recursos, como se pôde evidenciar na presente pesquisa, é a restrição orçamentária.

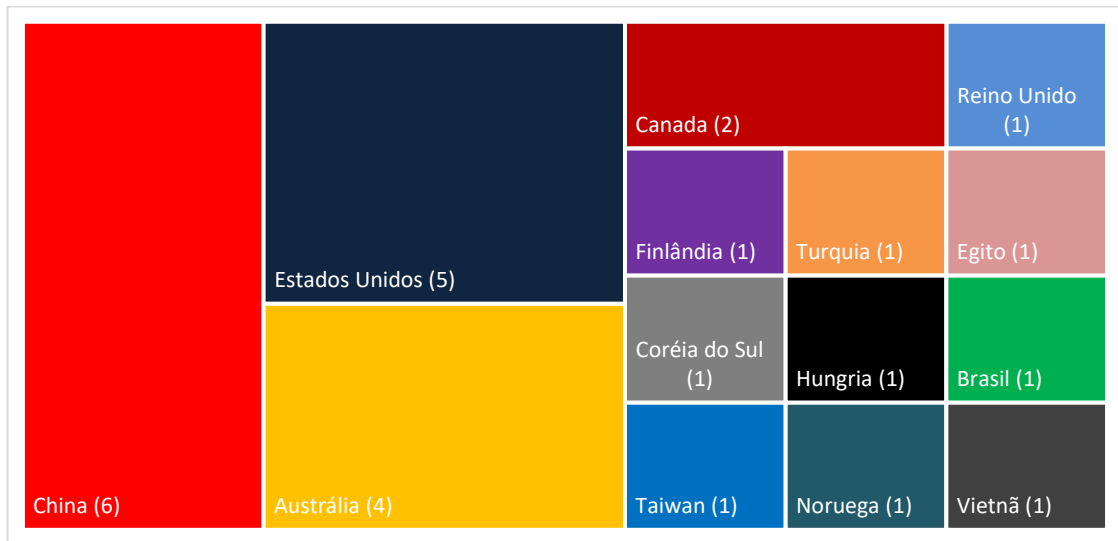
De uma maneira geral, foram identificadas duas oportunidades de melhoria na Metodologia do Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEEx) essenciais para permitir a aplicação de qualquer modelo de otimização de portfólio. A primeira diz respeito à necessidade de fixação da disponibilidade orçamentária, para fins de planejamento, e a segunda refere-se à necessidade de restringir a seleção de qualquer iniciativa que não tenha tido todos os seus custos estimados. No entanto, verifica-se que tais aperfeiçoamentos iriam de encontro ao previsto, atualmente, na metodologia do SIPLEEx.

4.2 PRINCIPAIS MÉTODOS APLICADOS NO CONTEXTO DE DEFESA

Em relação à revisão da literatura, pôde-se constatar que, em uma amostra de 23 artigos, há representação de 14 países, evidenciando-se o interesse crescente no uso de algoritmos de otimização para o problema de seleção de portfólio no contexto da defesa. Destaca-se, também, o fato de a China ter superado os EUA nesse recorte amostral, apesar da pujança econômico-militar norte-americana. Tal fato indica que a China vem aumentando suas pesquisas científicas nessa área nos últimos anos.

O Gráfico 1 sintetiza a distribuição dos resultados encontrados pelos países de origem das instituições de pesquisa às quais os autores pertencem.

Gráfico 1: Países de filiação dos autores



Fonte: elaborado pelo autor, com base na revisão da literatura

De forma geral, observou-se que a abordagem mais comum presente na revisão da literatura foi o método de programação linear binária e inteira, modelo de otimização recomendado para a solução de um problema do tipo mochila, a fim de encontrar o melhor portfólio possível dentro de um determinado orçamento. Em seguida, destacaram-se os métodos de tomada de decisão multicritério (MCDM).

4.2.1 Método de programação linear binária e inteira (Problema da Mochila)

Harrison *et al.* (2020, p. 60155, tradução nossa) trazem a seguinte definição para o problema da mochila:

[...] é o processo de seleção de um conjunto de itens, cada um com um determinado peso e valor, que maximiza o valor total e atende ao limite de peso especificado da mochila. [...] o problema da mochila pode ser formulado analogamente como maximizando o benefício associado à implementação de projetos que aderem a um orçamento definido.

Para tais autores, pode-se estabelecer uma relação entre o problema da mochila e o problema de otimização em um contexto de decisões estratégicas de defesa, na qual as opções de investimento podem ser relacionadas aos “itens” a serem acrescentados na mochila e o orçamento disponível associado ao “limite de peso” (HARRISON *et al.*, 2020, p. 60155).

Para Chang e Lee (2012), uma das formas de compreender o problema da mochila é por meio do exemplo de um mochileiro que procura uma combinação de objetos para colocar em sua mochila de forma a maximizar o número total de objetos

escolhidos, dada a restrição de capacidade existente. A formulação do problema da mochila envolve operações aditivas nas funções objetivo e equações de restrição em modelos de programação inteira (IP). Uma desvantagem dessa abordagem, no contexto de seleção de projetos, é que a classificação dos projetos de acordo com seus valores objetivos nem sempre é considerada na solução do modelo. Em função disso, um grupo de projetos de baixo custo e média utilidade pode ser selecionado em detrimento de um projeto de alta utilidade, mas com custos elevados.

De acordo com Eilon (1987), o modelo da mochila é classificado como um problema de programação 0-1, em que cada objeto está associado a uma variável que pode assumir o valor de 0 (quando o objeto é rejeitado) ou 1 (quando o objeto é selecionado). Dessa forma, o problema de selecionar projetos (ou atividades) com valores e custos conhecidos, sujeito a um orçamento máximo, seria análogo ao problema da mochila.

No entanto, ressalta-se que o método de solução desse problema é muito sensível ao chamado “*greedy algorithm*”, o que acabaria priorizando objetos com elevadas relações entre valor/capacidade (valor por unidade de espaço necessário). Na prática, tal ressalva pode tornar-se particularmente grave, quando os projetos são selecionados e executados dentro de um orçamento rígido, sem considerar a possibilidade de que o orçamento possa sofrer alterações dentro de um determinado intervalo (EILON, 1987).

Existem, ainda, outras variações do problema da mochila. Em situações em que se deseja otimizar outros critérios além do valor total dos itens, tem-se o problema da mochila multiobjetivo. No problema da mochila multidimensional, o limite de peso e o volume da mochila são dados por vetores, de forma que todas as dimensões sejam consideradas para fins de restrição da capacidade da mochila (HARRISON *et al.*, 2020).

4.2.2 Métodos de Tomada de Decisão Multicritério

Essa metodologia tem por finalidade encontrar a melhor solução entre um conjunto de alternativas, a partir da análise de vários critérios simultaneamente (BELFIORE; FÁVARO, 2021). Uma das características deste modelo é o fato de incorporar informação subjetiva no processo decisório, também conhecida como

informação de preferência. Portanto, não se trata de métodos automatizáveis que conduzem à mesma solução para todos os tomadores de decisão. A informação de preferência fornecida pelo tomador de decisão leva à solução de compromisso (ISHIZAKA; NEMERY, 2013).

De acordo com Roy (1981), dentre os vários problemas de decisão existentes, existem quatro tipos principais:

a) o problema de seleção: o objetivo é selecionar a melhor opção ou reduzir o grupo de opções para um subconjunto de boas opções equivalentes ou incomparáveis; exemplo: seleção de pessoal para a equipe de um projeto;

b) o problema de ranqueamento: as opções são classificadas em grupos ordenados e predefinidos, chamados de categorias. O objetivo é então reagrupar as opções com comportamentos ou características semelhantes por razões descritivas, organizacionais ou preditivas. Exemplo: avaliação funcional de militares agrupados em diferentes categorias: alto desempenho, desempenho adequado, etc.;

c) o problema de ordenação: as opções são ordenadas do melhor para o pior por meio de pontuações ou comparações parciais, etc. A ordem pode ser parcial, se opções incomparáveis forem consideradas, ou completa. Exemplo: classificação do IDH entre diferentes países; e

d) o problema de descrição: o objetivo é descrever as opções e suas consequências. Isto é feito geralmente na primeira etapa para compreender as características do problema de decisão.

Para fazer frente aos problemas de decisão acima identificados, vários tipos de métodos foram sendo desenvolvidos e aprimorados por diferentes autores ao longo das últimas décadas. As principais diferenças entre esses métodos estão relacionadas ao nível de complexidade dos algoritmos, aos métodos de ponderação para critérios, à forma de representar critérios de avaliação de preferências, à possibilidade de dados incertos e, finalmente, ao tipo de agregação de dados (TAHERDOOST; MADANCHIAN, 2023). O Quadro 11 sintetiza alguns métodos multicritérios e suas aplicações por tipo de problema:

Quadro 11: Problemas de decisão multicritério e métodos aplicados

Seleção	Ranqueamento	Ordenação	Descrição
AHP	AHP	AHPSort	
ANP	ANP		

MAUT/UTA	MAUT/UTA	UTADIS	
MACBETH	MACBETH		GAIA, FS-Gaia
PROMETHEE	PROMETHEE	FlowSort	
ELECTRE I	ELECTRE III	ELECTRE-Tri	
TOPSIS	TOPSIS		
<i>Goal Programming</i>			
DEA	DEA		

Fonte: Adaptado de Ishizaka e Nemery (2013)

Dentre os métodos acima elencados, o mais conhecido é o de análise hierárquica (AHP – *Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido por Saaty (1977, 1980), por meio do qual o problema de decisão pode ser decomposto em diferentes níveis hierárquicos, baseado no conhecimento e na experiência, para facilitar a tomada de decisão (BELFIORE; FÁVARO, 2012).

Para tanto, a primeira etapa da análise diz respeito à estruturação do problema, por meio da qual é organizada uma hierarquia de decisão, em que o topo representa o objetivo da decisão, o nível intermediário representa os critérios e o nível inferior, as alternativas. Após a estruturação do problema, as pontuações ou prioridades são calculadas com base nas comparações parciais fornecidas pelo usuário, a partir da escala de Saaty. A determinação do peso relativo de cada critério relevante na análise permite a avaliação dentro da hierarquia definida. A pontuação não precisa representar, necessariamente, um julgamento numérico, podendo ser utilizada uma apreciação verbal mais amigável. Há duas etapas adicionais que podem ser realizadas: uma verificação de consistência e uma análise de sensibilidade (ISHIZAKA; NEMERY, 2013).

4.3 MODELAGEM CONCEITUAL PROPOSTA

Segundo o PMI (2013, p. 64), a definição de portfólio tem por objetivo “criar uma lista atualizada de projetos qualificados, a partir da identificação, categorização, pontuação e classificação dos diversos componentes do portfólio”.

Nesse sentido, como resultado da investigação acerca da aplicação das práticas de seleção e otimização de portfólio no planejamento de investimentos militares, verificou-se que, apesar das limitações existentes no modelo, o método de

programação linear binária e inteira, também conhecido como “problema da mochila”, seria o mais adequado para o atendimento dos objetivos da presente pesquisa pelos seguintes motivos:

- a) Harrison *et al.* (2020), em sua revisão sistemática de literatura sobre otimização de portfólio para aplicações em defesa, ressaltaram um caso em que um modelo de otimização sofisticado foi abandonado em favor de uma abordagem mais simples e amigável ao usuário (nesse caso, uma lista de priorização);
- b) Em função disso, Harrison *et al.* (2020) apontaram que qualquer modelo de otimização que venha a ser utilizado no contexto de defesa deve, primordialmente, levar em consideração os usuários finais. Uma abordagem complexa que não seja compreensível para os tomadores de decisão, dificilmente será utilizada;
- c) Por esses motivos, esses autores consideraram o nível de usabilidade como um fator crítico de sucesso para qualquer abordagem que venha a ser desenvolvida;
- d) Seguindo essa mesma linha de raciocínio, Brown, Dell e Newman (2004) consideraram a mochila binária como um dos modelos de otimização de portfólio mais simples para o planejamento de investimentos militares; e
- e) Apesar da variedade em relação às formas de aplicação e do nível de sofisticação empregado, o método de programação linear binária foi a abordagem mais comum presente na revisão da literatura, indicando um elevado nível de adesão ao modelo.

Dessa forma, chegou-se à conclusão de que, dentre os métodos e práticas analisados neste trabalho de pesquisa, tal abordagem seria a mais aderente à realidade do Exército e que, portanto, seria passível de ser aplicada na definição do Portfólio Estratégico do Exército.

O modelo matemático para o problema da mochila 0-1 é dado, conforme a Figura 8.

Figura 8: Modelo conceitual do problema da mochila

$$\begin{array}{ll}
 \max & \sum_{i=1}^m v_i x_i \\
 \text{s.a} & \sum_{i=1}^m p_i x_i \leq L \\
 & x_i \in \{0, 1\}, i = 1, \dots, m
 \end{array}$$

Fonte: adaptado de Harrison *et al.* (2020)

Neste modelo, v_i é o valor de utilidade do item i , x_i indica se o item é colocado na mochila ($x_i = 1$) ou não ($x_i = 0$) e p_i é o peso. As restrições dadas na segunda parte da representação gráfica do problema estipulam que o peso total dos itens deve ser menor do que a capacidade total L , e que a quantidade de item x_i é exatamente zero ou um, ou seja, há exatamente uma unidade de cada item que pode ser incluída ou excluída.

Ademais, associado ao problema da mochila, e com vistas ao estabelecimento do nível de utilidade das várias iniciativas estratégicas a serem consideradas no problema decisório, optou-se pela aplicação de um método de tomada de decisão multicritério, uma vez que, segundo Harrison *et al.* (2020, p. 60171), esses métodos “avaliam o desempenho de várias alternativas em relação a diferentes critérios e opiniões (subjetivas) sobre a importância relativa de cada critério”.

Neste contexto, a modelagem proposta requereu o levantamento de dados junto aos militares envolvidos na elaboração, na definição e no gerenciamento do Plano Estratégico do Exército (PEEx) acerca dos principais critérios a serem considerados na seleção e na priorização de uma determinada iniciativa estratégica, o que será discutido no item 4.4.

Por fim, cabe destacar, também, as limitações do modelo proposto. Conforme já ressaltado por Chang e Lee (2012), a principal desvantagem dessa abordagem é que a priorização dos projetos com base em seus valores objetivos nem sempre é levada em consideração na solução do problema. Como consequência, pode-se priorizar um conjunto de projetos de menor custo e utilidade média em vez de um único projeto de utilidade alta e custo elevado.

Outrossim, como já destacado por Fisher, Brimberg e Hurley (2015), deve-se buscar evitar a subutilização do portfólio, caracterizada por uma seleção aleatória de projetos de baixo a médio valor no final do ano para garantir a alocação total do orçamento anual.

4.4 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS A SEREM CONSIDERADOS NO MODELO DECISÓRIO

4.4.1 Análise dos dados qualitativos

No que se refere à percepção dos entrevistados sobre a importância de uma iniciativa estratégica, as principais menções foram no sentido de que as iniciativas estratégicas pavimentam o atingimento dos objetivos estratégicos, contribuindo com o processo de transformação da Força, ao viabilizar para o Exército, “*soluções não só no campo estratégico, mas no campo operacional e tático*” permitindo o incremento de capacidades militares já existentes ou a obtenção de novas capacidades militares (entrevistado A).

Em relação especificamente aos critérios a serem considerados no modelo decisório, o entrevistado A respondeu que os critérios para a definição do Portfólio Estratégico do Exército deveriam estar diretamente relacionados às novas capacidades militares que a Força pretende alcançar. Nesse processo de obtenção de uma determinada capacidade, deve-se buscar a sincronização das ações tendo por referência o acrônimo DOAMEPI, que corresponde a Doutrina, Organização, Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura. O entrevistado citou um exemplo que ilustra bem seu ponto de vista ao abordar o caso das viaturas Guarani. Segundo ele, o projeto Guarani não se resumiu à aquisição de viaturas, mas foi além, no sentido de transformar as brigadas de infantaria motorizadas, cujos conceitos remontavam à 2ª Guerra Mundial, em brigadas de infantaria mecanizadas com proteção blindada, o que implicaria a necessidade de desenvolvimento de todos os sistemas operacionais que integram as brigadas recém-transformadas.

Dessa forma, segundo o entrevistado A, a questão da priorização deveria considerar, primeiramente, o sincronismo entre as funções de combate (Manobra, Apoio de Fogo, Apoio Logístico, Mobilidade e Contramobilidade, Comando e Controle)

e, dentro de cada sistema operacional, os itens do DOAMEPI, a fim de permitir que cada uma das ações necessárias se desenvolva na mesma velocidade.

Para o entrevistado B, *“qualquer projeto de defesa deve buscar atender uma lacuna de capacidade que a gente tenha”*. Diante da necessidade de priorização das iniciativas, foram apontados os seguintes critérios: alinhamento estratégico, benefícios para o Exército e a sociedade e risco. O entrevistado apontou que houve uma tentativa de se propor uma abordagem de priorização a partir de tais critérios no ano de 2019, mas que não houve nenhum avanço no sentido de formalização da metodologia.

O entrevistado C, que chefiou o Escritório de Projetos do Exército entre os anos de 2018 e 2019, abordou as dificuldades encontradas na priorização dos programas à época em que esteve à frente do Escritório. Em razão disso, o entrevistado comentou que foi constatada a necessidade de se desenvolver um método mais estruturado para priorizar os investimentos nos programas estratégicos do Exército, afastando-se de decisões puramente subjetivas. O entrevistado também pontuou que a motivação para a construção de tal método surgiu da necessidade de se respaldar o processo decisório, especialmente diante dos questionamentos do Tribunal de Contas da União (TCU), quanto à eficiência e à eficácia na gestão daqueles programas.

Para tanto, o entrevistado afirmou que foi elaborada uma “matriz multicritério” a partir do método AHP, tendo sido levantadas três perspectivas de análise: alinhamento estratégico, benefícios para o Exército e a sociedade e risco. Segundo o entrevistado, a primeira perspectiva estaria relacionada à importância da capacidade gerada pelo programa, seu alinhamento com as políticas de governo e com as políticas do Exército. A segunda dizia respeito a aspectos como geração de emprego e renda, transbordamento tecnológico, capacidade de dualidade da tecnologia e produção de efeitos induzidos na economia. Esta vertente era vista como importante para a defesa do orçamento junto à classe política. Por fim, foi comentado que o risco, como perspectiva de priorização, estaria mais ligado à capacidade de gerir o projeto, sua complexidade e duração (que impacta o ciclo de vida) do que à urgência ou gravidade da necessidade operacional. Custos maiores e ciclos de vida mais longos aumentariam o risco de não se conseguir executar ou manter o projeto de uma forma eficaz.

O entrevistado enfatizou que havia uma preocupação em se evitar a subjetividade na avaliação dos programas dentro da matriz multicritério. Para minimizar os efeitos da subjetividade, foram criadas tabelas de classificação e baremas de notas para cada critério e programa, buscando dados objetivos para pontuar. Outro desafio destacado pelo entrevistado foi a falta de comunicação e alinhamento que havia entre o orçamento, o portfólio de programas estratégicos e o Plano Estratégico do Exército (PEEx):

“o orçamento, a peça de orçamento, o PEEx, ele não falava com o portfólio dos programas estratégicos, que, por sua vez, não falava com o orçamento. Eram três peças que não se conversavam... eram três dimensões diferentes, e os três não se conversavam” (Entrevistado C).

Outro ponto relevante levantado diz respeito à necessidade de se considerar o custo total do ciclo de vida de um projeto ou material, e não apenas o custo de aquisição inicial. A projeção desses custos ao longo do tempo poderia revelar a real demanda financeira e indicar a insustentabilidade de certas capacidades dentro do orçamento disponível:

“a gente raciocinar em custo de ciclo de vida... você quantificar todo o ciclo de vida dele, desde o processo de aquisição... o custo de aquisição, o custo, o custeio advindo dessa aquisição, quanto a gente vai começar a gastar em manutenção, quanto a gente vai começar a gastar em formação de pessoal, em infraestrutura, manutenção de infraestrutura” (Entrevistado C).

Por fim, o entrevistado C salientou que a importância relativa entre eventuais critérios estabelecidos pode variar, a depender do contexto e do momento em que se encontra:

“O que vai definir prioridade é a política. A política militar-terrestre, a política nacional de defesa. Isso vai definir. Se a política disser, não, nós temos urgência em definir capacidades, porque nós estamos perdendo as capacidades de dissuasão, o primeiro deles ganha de importância na hora, o elemento estratégico ganha de importância na hora. Se a política disser: não, nós temos que usar o desenvolvimento dos programas da força para desenvolver a base industrial de defesa e uma logística nacional, os benefícios ganham na hora” (Entrevistado C).

A participação do entrevistado D na pesquisa foi de fundamental importância para o atingimento dos objetivos desta, na medida em que o entrevistado vivenciou ativamente o processo de definição do Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2024-2027, tendo sido o responsável pela relatoria do Plano em questão, avaliando, ordenando e priorizando as cerca de 300 iniciativas estratégicas propostas para a posterior ratificação pelo Alto Comando do Exército. Foi abordado pelo entrevistado que, após a priorização técnica, ainda havia o trabalho de distribuir as iniciativas

estratégicas dentro das restrições orçamentárias planejadas para as Ações Orçamentárias que iriam custear aquelas iniciativas.

Além disso, o entrevistado D pontuou que a idealização e a proposição de iniciativas estratégicas se originam de necessidades identificadas pelos Comandantes Militares de Área, ao considerarem o grau de urgência e os problemas atuais com os quais estão lidando em suas respectivas áreas de responsabilidade. Em paralelo, o Estado-Maior do Exército, atuando na indução do processo de transformação do Exército, identifica e estabelece estados futuros para a Força Terrestre, propondo o estabelecimento das iniciativas necessárias ao atingimento de tais condições.

Segundo o entrevistado D, no processo de definição do Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2024-2027, apesar da inexistência de uma abordagem formalmente constituída, foram considerados os seguintes critérios na priorização das iniciativas: a importância, entendida como a percepção de prioridade estabelecida pelas autoridades integrantes do Conselho Superior de Racionalização e Transformação do Exército; a abrangência, entendida como o nível de alcance de determinada iniciativa; e o custo-benefício, que buscava associar os custos aos benefícios proporcionados. Ao ser questionado se haveria a necessidade de aplicação de algum outro critério, o entrevistado respondeu que o estabelecimento de muitos critérios poderia tornar o problema ainda mais complexo, impactando negativamente a priorização.

O entrevistado E contava com uma experiência profissional prévia de ter comandado um Grupo de Lançamento de Mísseis e Foguetes, um dos grandes clientes do Projeto Estratégico ASTROS, podendo, desta forma, contribuir com a percepção de um usuário final do projeto. Por esse motivo, um dos critérios por ele apontados foi a necessidade de autonomia em relação a determinadas tecnologias críticas por meio do desenvolvimento da Base Industrial de Defesa (BID). Foi citado o exemplo da empresa AVIBRAS, que é a fabricante do ASTROS. Apesar de ser montado no Brasil, boa parte dos componentes são importados, a exemplo do chassi que, inicialmente, era produzido pela Mercedes-Benz. Em dado momento, a venda desse chassi para o Brasil foi vetada, ocasionando a necessidade de se encontrar outro fornecedor desse material, evidenciando a importância de se obter a autonomia da cadeia produtiva. Além desse critério, o entrevistado também listou em ordem de importância: a urgência, a existência de lacunas de capacidades, a restrição

orçamentária (referente aos custos), a necessidade de atualização tecnológica e a necessidade de desenvolvimento da BID.

O entrevistado F apontou que o principal critério a ser considerado na tomada de decisão de investimento em um projeto de defesa seria o incremento de capacidades, tendo destacado o seguinte:

“capacidade entendida como a aptidão para atingir um efeito desejado, sob condições específicas, por intermédio de um conjunto de tarefas. [...] A partir do momento em que eu tenho um projeto de aquisição de uma nova família de blindados, esses blindados irão colaborar nas diversas capacidades que nós temos. Primeira é a mobilidade, a manobra de se deslocar a tropa de um local para o outro, a capacidade de manobrar [...] a própria confrontação ou engajamento de fogos que estão naquele blindado, a própria capacidade de proteção dos militares embarcados, cada vez que eu coloco uma blindagem com melhor situação, ela vai proteger mais com relação a isso. Um blindado em si, ele vai colaborar com várias capacidades ali, capacidade de proteção, capacidade de mobilidade, capacidade de manobra e capacidade de enfrentamento” (Entrevistado F).

Nesse ponto, o entrevistado F também detalhou os fatores determinantes da capacidade como sendo os itens do DOAMEPI. De acordo com o entrevistado, para o saneamento de uma lacuna de capacidade, costuma-se raciocinar em soluções não materiais antes das soluções materiais. O entrevistado ressaltou que os projetos costumam focar, primordialmente, na aquisição do material; porém, em determinadas situações, para sanar possíveis lacunas, bastaria atuar tão somente na capacitação do pessoal ou, até mesmo, na alteração do quadro de organização.

Além do critério citado anteriormente, o entrevistado F apontou, ainda, os seguintes critérios: o emprego dual (projeto que pode fornecer mais de uma capacidade), a urgência associada ao risco e as prioridades de defesa estabelecidas no nível político-estratégico, nessa ordem de importância.

O entrevistado G, por sua vez, destacou a complexidade do processo de priorização de investimentos em defesa, que vai além da simples análise de custo-benefício, envolvendo um alinhamento profundo com a missão institucional, a consideração do portfólio atual de projetos, aspectos estratégicos como o desenvolvimento nacional e a abrangência do projeto, e, criticamente, a mitigação de vieses e interferências por meio da seleção e avaliação criteriosa dos participantes do processo decisório. Para o entrevistado, a percepção do Comandante, com sua visão holística, é vista como um fator de peso para garantir decisões alinhadas aos objetivos institucionais. Em síntese, foram identificados os seguintes critérios, em ordem de importância: foco na missão, transversalidade/nível de abrangência (extensão dos

benefícios – nível interno), custo-benefício, emprego dual (extensão dos benefícios – nível externo), intenção do comandante, conclusão das iniciativas em curso, priorização do produto nacional e prazo de conclusão.

O entrevistado H apontou a falta de previsibilidade orçamentária como o problema principal no gerenciamento do Portfólio Estratégico do Exército. Para o entrevistado, a falta de clareza sobre os recursos disponíveis para os anos seguintes impede a realização de um planejamento eficaz e a avaliação da viabilidade econômica dos projetos, especialmente aqueles de longa duração, tendo pontuado o seguinte:

“Existe o planejamento, obviamente, das tranches do programa, e a partir desse planejamento das tranches, a gente tem o planejamento dos projetos, mas, mais uma vez, a gente cai na questão da falta de previsibilidade. Então, para conseguir obter essa mínima visão do que existirá de recurso para os anos seguintes, exemplo, um projeto de nove, dez anos de implantação, eu tenho dois PEEEx e meio. Para que eu possa dizer, ainda mesmo no início do projeto, se esse projeto é viável ou não, eu preciso, minimamente, dessa previsibilidade [...] os riscos que a gente corre são muito grandes para não chegar ao atingimento do objetivo. As premissas que a gente tem que estabelecer são muitas, porque a quantidade de incertezas é muito grande. E um dos fatores principais, que é justamente que a gente não tem o controle sobre ele, é a questão orçamentária” (Entrevistado H).

Além disso, o entrevistado enfatizou a necessidade de o Exército definir suas capacidades prioritárias com clareza e considerar uma abordagem mais sistêmica, possivelmente priorizando módulos de combate ao invés de meios isolados, para otimizar o uso dos escassos recursos e aumentar a probabilidade de atingimento dos objetivos estratégicos, tendo ressaltado o seguinte:

“[...] não adianta dizer assim, a minha prioridade é comprar o blindado. Se o blindado, ele em si, dentro de todo o ecossistema onde ele trabalha, ele estiver integrado. Porque senão ele não vai conseguir ser suprido, por exemplo, com a munição. Porque eu dei atenção ao blindado, mas eu não dei atenção à logística [...] então, talvez a prioridade tivesse que ser, não o atendimento de uma capacidade relacionada a um meio, mas uma capacidade relacionada a um módulo de combate [...] os programas têm que estar alinhados, todos na mesma direção [...] Por exemplo, em vez de ter um SISFRON que está pensando em fronteira, um Forças Blindadas que está pensando em tropa mecanizada e blindada, um Aviação do Exército que só está pensando em aviação, um Astros ou Fogos, como parece que vai evoluir, que só está pensando em artilharia, eu teria, por exemplo, o programa ou projeto de reestruturação da Brigada Paraquedista” (Entrevistado H).

Foram identificados os seguintes critérios para a priorização das iniciativas estratégicas, em ordem de importância: alinhamento aos objetivos estratégicos, priorização de capacidades pretendidas, sincronismo dos sistemas operacionais e ciclo de vida do material.

Em resumo, a análise dos dados qualitativos ofereceu uma perspectiva valiosa sobre os desafios e a evolução da gestão estratégica e orçamentária no Exército Brasileiro, particularmente no que diz respeito à gestão do Portfólio de Projetos. Também foi possível constatar que, apesar do desenvolvimento de ferramentas e métodos para auxiliar o processo decisório, a influência do fator político na priorização final é uma realidade inerente ao processo.

Os dados foram codificados e categorizados conforme detalhamento constante do Quadro 12.

Quadro 12: Mapa de agrupamento temático

Categoria temática	Ideias relacionadas	Frequência de citação
Alinhamento Estratégico	Alinhamento aos objetivos estratégicos, missão institucional, prioridades de defesa e intenção do comandante	Alta
Impacto Estratégico	Incremento de capacidades, DOAMEPI, priorização de capacidades pretendidas, sincronismo dos sistemas operacionais, lacunas de capacidade, emprego dual e atualização tecnológica	Alta
Custo-benefício	Benefícios para a sociedade, custos de aquisição, custos de ciclo de vida, abrangência e desenvolvimento da Base Industrial de Defesa	Média
Riscos	Urgência, duração dos projetos, viabilidade de execução, conclusão das iniciativas em curso, prazo de conclusão, incertezas e imprevisibilidade orçamentária	Média alta

Fonte: elaborado pelo autor, com base na análise de conteúdo

4.4.2 Modelagem dos critérios

Para a modelagem dos critérios, adotou-se como premissa o que foi pontuado pelo entrevistado D, responsável pela relatoria do último PEEEx, no sentido de que o estabelecimento de muitos critérios poderia impactar negativamente o processo de priorização. Além disso, considerou-se como ponto de partida o trabalho conduzido pelo entrevistado C quando chefiou o Escritório de Projetos do Exército, uma vez que,

conforme relatado, foram obtidos bons resultados a partir da aplicação daquela abordagem experimental.

Considerando as orientações de boas práticas fornecidas pelos guias *Management of Portfolios*, *Project*, *Programme and Portfolio Management* e *The Standard for Portfolio Management* no sentido de que devem ser priorizadas as iniciativas que oferecem a maior contribuição para o atingimento dos objetivos estratégicos, o primeiro critério proposto trata-se do **Alinhamento Estratégico**. Tal critério foi citado em três ocasiões e também abrange outras ideias apontadas pelos entrevistados, tais como: “foco nas missões” e “prioridades de defesa”. As ideias levantadas acerca de “incremento de capacidade”, “priorização de capacidades pretendidas”, “sincronismo dos sistemas operacionais”, “importância” e “lacuna de capacidade” foram consolidadas no segundo critério, **Impacto Estratégico**. Assim, estes critérios estariam intimamente ligados aos Objetivos Estratégicos do Exército, aos Objetivos Setoriais de Defesa e, em última instância, à Estratégia Nacional de Defesa.

Em duas ocasiões foi citado um possível critério como sendo o “custo-benefício”. Indo além, a ideia de benefício, de forma isolada, também foi apontada duas vezes em “benefícios para o Exército e a sociedade”. Podem-se destacar, também, as ideias de “emprego dual” em sentido estrito e “emprego dual” em sentido amplo, apontadas por dois especialistas. Outras ideias inseridas nesse contexto também foram levantadas: “abrangência”, citada duas vezes, “priorização do produto nacional” e “desenvolvimento da Base Industrial de Defesa”. Todos estes conceitos foram sintetizados no critério **Custo-benefício**.

Por fim, o último critério a ser proposto é o **Risco**. Esta definição abarcaria as ideias de “ciclo de vida”, “urgência”, “prazo de conclusão” e “conclusão das iniciativas em curso”. O Quadro 12 traz uma síntese dos critérios e dos principais aspectos a serem considerados por ocasião das avaliações:

Quadro 13: Modelagem dos critérios

Crítérios	Aspectos a serem considerados
Alinhamento Estratégico	Nível de contribuição para o atingimento dos objetivos estratégicos.
Impacto Estratégico	Priorização de capacidades pretendidas; Incremento de capacidades;

	Solução de lacunas de capacidade (Problema Militar Operacional); e Gestão sistêmica das Funções de Combate.
Custo-benefício	Custos de implantação; Abrangência (extensão dos benefícios); Benefícios político-militares; Benefícios socioeconômicos; Benefícios tecnológicos; Desenvolvimento da Base Industrial de Defesa.
Riscos	Urgência; Prazos; Ciclo de Vida; Restrição orçamentária; e Complexidade.

Fonte: elaborado pelo autor, com base na análise de conteúdo

4.5 DEFINIÇÃO DA RESTRIÇÃO ORÇAMENTÁRIA

4.5.1 Análise dos dados quantitativos

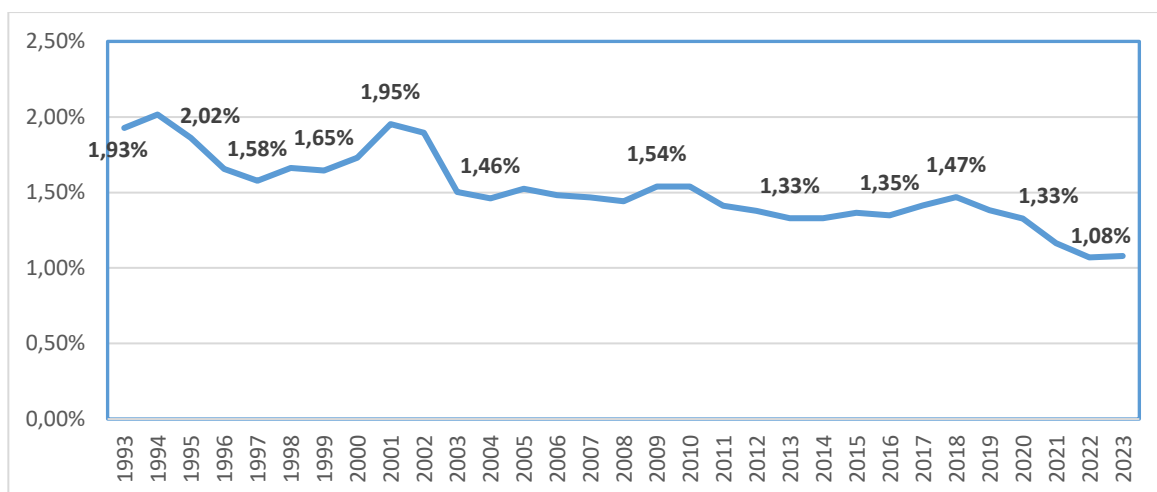
Conforme demonstrado na subseção 4.1.2, foi identificada na metodologia de planejamento a ausência de abordagens do tipo “como fazer” para a fixação/previsão dos valores orçamentários a serem considerados no planejamento. Além disso, a solução para o modelo conceitual proposto na seção 4.3 passa pela definição da disponibilidade orçamentária, dado que esta corresponde à capacidade da mochila. Ante a inexistência de valores referenciais para a realização desse planejamento, esta subseção tem por objetivo analisar indicadores econômicos e séries históricas de gastos a partir de modelos estatísticos, a fim de realizar análises preditivas dos referenciais a serem considerados na definição do portfólio.

Para tanto, foram consideradas na análise as seguintes variáveis: gastos com defesa, orçamento do governo federal, Produto Interno Bruto (PIB), taxa de crescimento do PIB e taxa de inflação (IPCA).

Em se tratando de gastos com defesa, o Brasil tem mantido estáveis seus gastos militares nas últimas décadas, sendo que, historicamente, esses gastos são muito concentrados em despesas com pessoal, restando pouca margem para

investimentos. Em 2019, do orçamento total de defesa, cerca de 79,7% corresponderam a pagamento de pessoal, 5,5% a custeio e apenas 13,1% foram destinados aos investimentos (SILVA; TEIXEIRA JÚNIOR, 2021).

Gráfico 2: Gastos militares em relação ao PIB no Brasil (1993 – 2023)



Fonte: SIPRI

Com base na análise do Gráfico 2, pode-se observar que os gastos militares realizados pelo Brasil, no recorte temporal considerado, apresentam uma tendência de queda com sinais de estabilização nos últimos três anos da série, em cerca de 1,1% do PIB.

No intuito de permitir a escolha e a aplicação do modelo estatístico mais adequado, foram analisadas as possíveis variáveis que poderiam impactar o nível de investimentos em defesa, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Variáveis que podem impactar os gastos com defesa (2005 – 2024) (em R\$ bilhões)

Ano	Gastos com defesa	Orçamento do governo federal	PIB	Taxa de crescimento do PIB	Taxa de inflação
2005	33,01	1.106,79	2.170,58	3,2%	5,69%
2006	35,57	1.183,71	2.409,45	4,0%	3,14%
2007	39,76	1.223,80	2.720,26	6,1%	4,46%
2008	44,61	1.258,85	3.109,80	5,1%	5,90%
2009	50,98	1.416,37	3.333,04	-0,1%	4,31%
2010	59,52	1.504,95	3.885,85	7,5%	5,91%
2011	61,82	1.676,83	4.376,38	4,0%	6,50%

2012	66,55	1.839,80	4.814,76	1,9%	5,84%
2013	71,06	1.930,40	5.331,62	3,0%	5,91%
2014	77,06	2.308,34	5.778,95	0,5%	6,41%
2015	82,06	2.382,04	5.995,79	-3,5%	10,67%
2016	84,75	2.661,47	6.269,33	-3,3%	6,29%
2017	93,36	2.583,73	6.585,48	1,3%	2,95%
2018	103,17	2.757,37	7.004,14	1,8%	3,75%
2019	112,28	2.846,79	7.389,13	1,2%	4,31%
2020	111,37	3.718,14	7.609,60	-3,3%	4,52%
2021	114,72	4.047,01	9.012,14	4,8%	10,06%
2022	120,73	4.256,63	10.079,68	3,0%	5,79%
2023	121,36	4.593,77	10.943,34	3,2%	4,62%
2024	125,55	4.898,39	11.744,71	3,4%	4,83%

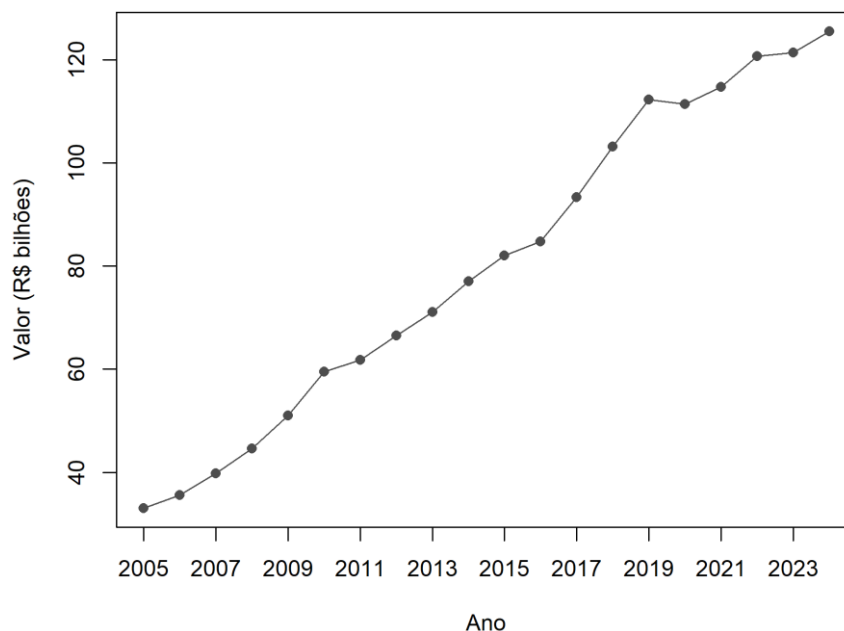
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Painel do Orçamento Federal

Da análise das variáveis constantes da Tabela 3, verificou-se que existe uma forte correlação entre a evolução dos gastos com defesa e o orçamento do governo federal (coeficiente de correlação de Pearson = 0,9504) e entre a evolução dos gastos com defesa e o valor nominal do PIB (coeficiente de correlação de Pearson = 0,9655). Por outro lado, verificou-se que as variações da taxa de crescimento do PIB e da taxa de inflação não guardam relação evidente com a evolução dos gastos com defesa (coeficiente de correlação de Pearson = -0,2832 e 0,0817, respectivamente). Além disso, foi possível constatar que as variáveis PIB e orçamento do governo federal possuem um elevado nível de correlação (coeficiente de correlação de Pearson = 0,9865), indicando uma relação quase perfeitamente linear entre essas duas variáveis.

Ressalta-se, no entanto, que tais magnitudes de correlação sugerem a presença de multicolinearidade severa entre os indicadores, o que implica que essas variáveis compartilham, em grande medida, a mesma informação explicativa. Em contextos de modelagem preditiva ou regressão multivariada, esse nível de colinearidade compromete a estimativa estável dos coeficientes, podendo inflar erros padrão e dificultar a identificação dos efeitos individuais de cada variável. Diante desse cenário, optou-se por utilizar uma única variável – no caso, os gastos com

defesa –, a fim de prevenir possíveis distorções associadas à sobreposição informacional.

Gráfico 3 : Série temporal de gastos com defesa



Fonte: Painel do Orçamento Federal

Da análise do Gráfico 3, constata-se que, entre os anos de 2005 e 2014, é possível identificar uma expansão progressiva e relativamente estável do nível de gastos com defesa. A partir de 2015, nota-se uma ligeira desaceleração, seguida por uma retomada mais expressiva entre 2017 e 2019. O biênio 2020-2021 evidencia uma estagnação momentânea. A partir de 2022, a curva volta a apresentar crescimento.

A série não evidencia comportamentos sazonais ou rupturas estruturais abruptas, apresentando um padrão compatível com modelagens de tendência, como o modelo ARIMA (0,1,0). A estabilidade do comportamento observado e a ausência de oscilações irregulares indicam que a projeção futura poderá ser conduzida com razoável grau de confiança.

Para fins de delimitação do tipo de gasto em defesa e no intuito de permitir uma análise mais adequada ao momento atual, foram extraídos os dados referentes aos gastos alocados em ações orçamentárias do tipo projeto nos últimos dois ciclos do Plano Plurianual (2016-2019/2020-2023) e no primeiro ano do ciclo do Plano Plurianual vigente (2024-2027). Para tanto, consideraram-se os gastos executados

por todas as Unidades Orçamentárias integrantes da estrutura do Ministério da Defesa, compilados de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 - Evolução dos gastos em ações do tipo projeto no âmbito do Ministério da Defesa (em R\$ bilhões)

Ano	Valores empenhados
2016	5,88
2017	6,94
2018	7,66
2019	6,71
2020	6,07
2021	6,31
2022	8,18
2023	6,05
2024	7,18

Fonte: Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento (SIOP)

A Tabela 5 apresenta a distribuição desses gastos no âmbito do Ministério da Defesa:

Tabela 5 - Distribuição dos gastos no âmbito do MD (valores empenhados em R\$ milhões)

Ano	Administração Central MD	Marinha do Brasil	Exército Brasileiro	Força Aérea Brasileira
2016	1.338,80	1.604,95	839,60	2.097,34
2017	771,10	2.562,74	1.259,61	2.342,77
2018	1.045,47	3.011,78	1.226,74	2.376,38
2019	853,03	2.047,41	1.349,39	2.460,59
2020	841,71	1.979,39	1.326,38	1.921,66
2021	1.142,93	1.635,56	1.381,90	2.146,79
2022	1.677,52	2.049,24	1.522,34	2.915,96
2023	1.037,21	1.747,33	1.387,19	1.873,22
2024	1.081,23	2.040,22	1.605,36	2.438,22

Fonte: Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento (SIOP)

Já a Tabela 6, traz a distribuição percentual destes gastos:

Tabela 6 - Percentual de distribuição dos gastos

Ano	Administração Central MD	Marinha do Brasil	Exército Brasileiro	Força Aérea Brasileira
2016	23%	27%	14%	36%
2017	11%	37%	18%	34%
2018	14%	39%	16%	31%
2019	13%	31%	20%	37%
2020	14%	33%	22%	32%
2021	18%	26%	22%	34%
2022	21%	25%	19%	36%
2023	17%	29%	23%	31%
2024	15%	28%	22%	34%

Fonte: Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento (SIOP)

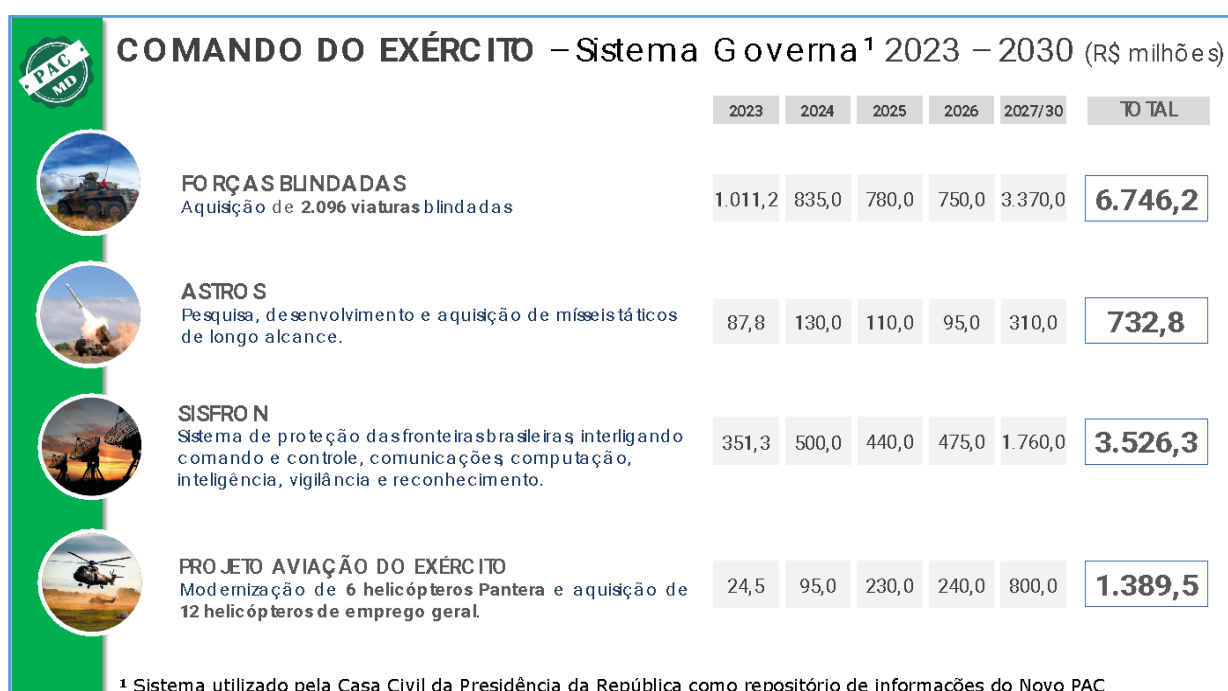
Com base nessa dinâmica, a próxima etapa do trabalho consistiu na projeção dos gastos com defesa para os anos de 2025 a 2039. A partir dos valores estimados, foi possível aplicar percentuais históricos para estimar os valores a serem aplicados nas ações orçamentárias do tipo projeto e aqueles a serem disponibilizados ao Exército Brasileiro.

A partir da análise dos dados coletados, pode-se concluir que, para a construção do modelo preditivo pretendido, os modelos de séries temporais são apropriados. Segundo Hyndman e Athanasopoulos (2018), a análise de séries temporais permite oferecer previsões com elevada capacidade explanatória, mesmo diante da inexistência de variáveis independentes externas. Isso se deve ao fato de esses modelos possibilitarem a identificação de padrões estruturais ao longo do tempo, tais como tendências, sazonalidades e ciclos. Sendo assim, a projeção será realizada por meio de modelos de séries temporais, de modo a garantir estimativas coerentes com a evolução observada ao longo dos últimos anos.

No presente estudo, a opção pelo modelo autorregressivo integrado de médias móveis com tendência (ARIMA com *drift*) fundamenta-se em sua ampla aplicação em contextos nos quais a série apresenta comportamento não estacionário com crescimento sistemático. Conforme discutido por Box *et al.* (2015), os modelos ARIMA são particularmente eficazes quando a série não exibe periodicidade sazonal clara, mas requer diferenciação para a estabilização da média.

Por outro lado, havendo dados mais precisos que sinalizem a disponibilidade orçamentária para os próximos anos, essas informações também devem ser consideradas para fins de planejamento. Por exemplo, com o lançamento do novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), foi prevista a destinação de R\$ 53 bilhões para a aplicação em projetos estratégicos de defesa. Segundo dados fornecidos pelo Ministério da Defesa, quatro projetos estratégicos do Exército foram incluídos no eixo Defesa do novo PAC, com previsão de investimentos para o período compreendido entre 2023 e 2030, conforme a Figura 9.

Figura 9: Eixo Defesa novo PAC – Comando do Exército



Fonte: Do Vale, André Guimarães R. M. Apresentação do Diretor do Departamento de Planejamento, Orçamento e Finanças (DEORF) – SEORI/SG/MD. Secretaria de Economia e Finanças, 19 de outubro de 2023.

4.5.2 Modelagem da série temporal

Para a modelagem da série temporal dos gastos com defesa, ajustou-se um modelo do tipo ARIMA (0,1,0) com componente de tendência (*drift*). Esse termo constante é somado a cada novo valor da série, representando um crescimento médio fixo ao longo do tempo. A estrutura é equivalente a um processo de passeio aleatório com crescimento constante, no qual cada valor depende apenas do valor anterior, acrescido de algum erro aleatório (ruído). O modelo revelou-se estatisticamente adequado para representar a dinâmica da série no período de 2005 a 2024,

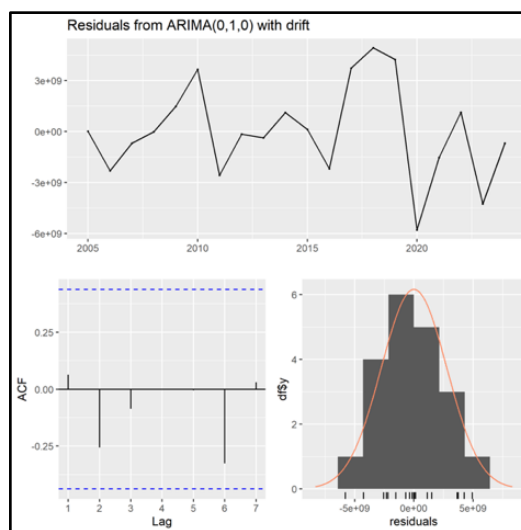
considerando o comportamento monotônico crescente e a ausência de padrões sazonais.

O parâmetro de tendência (*drift*) estimado foi de aproximadamente R\$ 4,87 bilhões por ano, com erro padrão de cerca de R\$ 622 milhões, indicando uma tendência de crescimento consistente da série.

Além disso, os indicadores de erro do modelo demonstram bom desempenho preditivo. O erro absoluto médio (MAE) foi de aproximadamente R\$ 2,05 bilhões, o que significa que, em média, as previsões feitas pelo modelo apresentam desvio de cerca de R\$ 2,05 bilhões para mais ou para menos em relação ao valor real dos gastos com defesa de cada ano. O erro percentual absoluto médio (MAPE) foi de 2,53%, indicando que, proporcionalmente, o modelo apresenta erro de cerca de 2,5% do valor dos gastos com defesa. Esses resultados sugerem que as previsões obtidas por meio do modelo são suficientemente precisas para os fins propostos.

Antes da utilização definitiva do modelo ARIMA (0,1,0) com *drift* para projeções, torna-se necessária a verificação do atendimento aos pressupostos fundamentais que asseguram a validade estatística do modelo. Dentre os principais critérios a serem avaliados estão a análise dos resíduos, com foco na ausência de autocorrelação serial, a normalidade da distribuição dos erros e a constância da variância ao longo do tempo (homocedasticidade). Essas verificações são essenciais para confirmar que o modelo ajustado é adequado e que as estimativas obtidas são confiáveis para fins preditivos.

Figura 10 : Diagnóstico dos resíduos do modelo ARIMA (0, 1, 0) com *drift*



Fonte: elaborado pelo autor

A avaliação da adequação estatística do modelo ARIMA (0,1,0) com *drift* foi conduzida por meio da análise gráfica dos resíduos (Figura 10) e da aplicação de testes formais, com o objetivo de verificar os pressupostos de ausência de autocorrelação, normalidade e homocedasticidade.

Graficamente, o comportamento dos resíduos ao longo do tempo não revelou padrões sistemáticos, oscilando aleatoriamente em torno de zero, o que sugere a inexistência de estrutura não modelada. O gráfico de autocorrelação dos resíduos (ACF) apresentou todas as defasagens dentro dos limites de confiança, reforçando a ausência de autocorrelação significativa. O histograma dos resíduos, por sua vez, mostrou uma distribuição aproximadamente simétrica e compatível com a curva da distribuição normal teórica, indicando uma boa aproximação à normalidade.

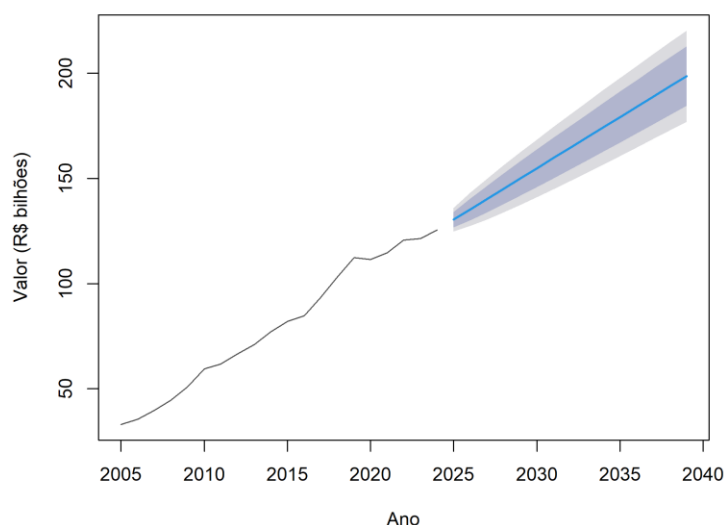
Essas evidências gráficas foram confirmadas pelos testes estatísticos aplicados. O teste de Ljung-Box, com p -valor igual a 0,6423, não rejeitou a hipótese nula de ausência de autocorrelação, indicando que os resíduos se comportam como ruído branco. O teste de Shapiro-Wilk, utilizado para verificar a normalidade dos resíduos, resultou em um p -valor de 0,7224, não evidenciando violação do pressuposto de normalidade. Por fim, o teste de Breusch-Pagan, empregado para avaliar a homocedasticidade, produziu p -valor igual a 0,0969, o que também indica ausência de heterocedasticidade significativa no nível de 5%.

Dessa forma, os resultados gráficos e estatísticos indicam que o modelo ajustado atende aos pressupostos necessários para gerar previsões estatisticamente confiáveis e, portanto, é apropriado para ser utilizado nas projeções da série de gastos brasileiros com defesa.

4.5.3 Projeção dos gastos com defesa (2025-2039)

A Figura 11 apresenta a projeção dos gastos com defesa para o período de 2025-2039, expressa em bilhões de reais, com base na série histórica de 2005-2024. O modelo utilizado para a previsão foi o ARIMA (0,1,0) com componente de tendência (*drift*), que representa um processo de crescimento linear com ruído aleatório.

Figura 11 : Projeção dos gastos com defesa de 2025-2039



Fonte: elaborado pelo autor

A linha azul indica os valores médios previstos, enquanto as faixas sombreadas em torno da projeção representam os intervalos de confiança de 80% e 95%. Nota-se uma trajetória de crescimento sustentado, com expansão progressiva dos limites de incerteza à medida que se avança no horizonte temporal, comportamento típico em modelos de séries temporais. Essa projeção será utilizada como base para a estimativa de despesas públicas futuras, com foco especial nas Ações Orçamentárias do Tipo Projeto do Exército Brasileiro.

A partir dos valores projetados dos gastos com defesa, procedeu-se à estimativa dos montantes destinados às Ações Orçamentárias do Tipo Projeto, aplicando-se a média dos percentuais historicamente observados entre 2016 e 2024. Esse percentual médio foi de 6,26%, resultando em valores futuros compatíveis com a proporção que tal tipo de ação vem assumindo no orçamento da defesa nacional. Posteriormente, sobre os valores estimados para essas ações, foi aplicada a média de 19,58%, correspondente à participação média do Exército Brasileiro na execução das Ações Orçamentárias do Tipo Projeto no âmbito do Ministério da Defesa ao longo do mesmo período de referência. Essa metodologia permitiu estimar, de forma encadeada, os valores plausivelmente atribuíveis ao Exército Brasileiro dentro do escopo das ações projetadas, com base em proporções consistentes com o padrão de execução orçamentária verificado historicamente, obtendo-se as projeções, conforme a Tabela 7.

Tabela 7: Projeção dos gastos com Defesa Nacional (2025-2039), com estimativas para os projetos e a distribuição ao Exército Brasileiro (em R\$ bilhões)

Ano	Previsão	LI (80%)	LS (80%)	LI (95%)	LS (95%)	Projeção Ações do Tipo Projeto	Projeção de valores distribuídos ao Exército
2025	R\$ 130,42	R\$ 126,76	R\$ 134,07	R\$ 124,83	R\$ 136,00	R\$ 8,16	R\$ 1,60
2026	R\$ 135,29	R\$ 130,12	R\$ 140,45	R\$ 127,39	R\$ 143,18	R\$ 8,47	R\$ 1,66
2027	R\$ 140,16	R\$ 133,83	R\$ 146,48	R\$ 130,48	R\$ 149,83	R\$ 8,77	R\$ 1,72
2028	R\$ 145,03	R\$ 137,72	R\$ 152,33	R\$ 133,86	R\$ 156,19	R\$ 9,08	R\$ 1,78
2029	R\$ 149,90	R\$ 141,73	R\$ 158,06	R\$ 137,41	R\$ 162,38	R\$ 9,38	R\$ 1,84
2030	R\$ 154,77	R\$ 145,82	R\$ 163,71	R\$ 141,09	R\$ 168,44	R\$ 9,69	R\$ 1,90
2031	R\$ 159,64	R\$ 149,98	R\$ 169,30	R\$ 144,86	R\$ 174,41	R\$ 9,99	R\$ 1,96
2032	R\$ 164,51	R\$ 154,18	R\$ 174,83	R\$ 148,71	R\$ 180,30	R\$ 10,30	R\$ 2,02
2033	R\$ 169,38	R\$ 158,42	R\$ 180,33	R\$ 152,62	R\$ 186,13	R\$ 10,60	R\$ 2,08
2034	R\$ 174,25	R\$ 162,70	R\$ 185,79	R\$ 156,59	R\$ 191,91	R\$ 10,91	R\$ 2,14
2035	R\$ 179,12	R\$ 167,01	R\$ 191,23	R\$ 160,60	R\$ 197,64	R\$ 11,21	R\$ 2,20
2036	R\$ 183,99	R\$ 171,34	R\$ 196,64	R\$ 164,64	R\$ 203,33	R\$ 11,52	R\$ 2,26
2037	R\$ 188,86	R\$ 175,69	R\$ 202,02	R\$ 168,72	R\$ 208,99	R\$ 11,82	R\$ 2,31
2038	R\$ 193,73	R\$ 180,06	R\$ 207,39	R\$ 172,83	R\$ 214,62	R\$ 12,13	R\$ 2,37
2039	R\$ 198,60	R\$ 184,46	R\$ 212,74	R\$ 176,97	R\$ 220,23	R\$ 12,43	R\$ 2,43

Fonte: elaborado pelo autor, com base no modelo preditivo

A adoção de percentuais médios como fatores multiplicativos sobre os valores projetados se justifica não apenas pela estabilidade relativa dos padrões observados, mas também pela adequação estatística das distribuições de ambos os conjuntos de percentuais. Os testes de normalidade de Shapiro-Wilk aplicados aos dados históricos indicaram ausência de desvio significativo em relação à distribuição normal, tanto para os percentuais destinados às Ações do Orçamentárias do Tipo Projeto (valor de $p = 0,3169$) quanto para a parcela correspondente ao Exército Brasileiro (valor de $p = 0,3419$). Tais resultados conferem suporte adicional ao uso da média aritmética como estimador representativo, permitindo a construção de uma projeção metodologicamente robusta e coerente com os diferentes níveis da estimativa, da dotação agregada da função Defesa à alocação institucional específica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo geral desenvolver o processo de tomada de decisão de investimentos da Força Terrestre para permitir a aplicação de práticas de seleção e otimização de portfólio. Com esse intuito, realizou-se uma análise sumária do setor de defesa e de aspectos econômicos ligados ao setor, buscando-se evidenciar a natureza *sui generis* desse processo. Em seguida, investigaram-se os métodos e práticas adotados por Forças Armadas ao redor do mundo para fornecer suporte à tomada de decisão de investimentos. Para elucidar e esclarecer os conceitos identificados na investigação, realizou-se uma pesquisa documental acerca dos seguintes tópicos: planejamento estratégico, gestão de portfólio e modelos para análise de decisões. Por fim, analisou-se o processo de definição do Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2024-2027, culminando com a proposição de um modelo estruturado e baseado em critérios para a definição e otimização do Portfólio Estratégico do Exército.

A partir da análise do contexto econômico em que o problema de pesquisa está inserido, constatou-se que o setor de defesa apresenta características únicas, distintas dos setores privados e de outros setores públicos, e que, por esse motivo, apesar de enfrentar os mesmos problemas padrão de seleção de portfólios, as particularidades do setor devem ser consideradas no processo de definição do portfólio de projetos. No que diz respeito às fontes de financiamento, o financiamento da defesa provém direta e exclusivamente do governo federal. Ao contrário de outros bens públicos, em que se admite algum grau de substituição por bens privados, assegurar a defesa nacional compete, privativamente, à União. Em função disso, o mercado de defesa se estrutura como um monopsonio, com o Estado como principal, e muitas vezes, único comprador. Dessa forma, verificou-se que a perenidade do investimento estatal é condição imprescindível para a sobrevivência e a expansão da indústria de defesa nacional. Nesse ponto, Guilhoto, Morceiro e Tessarin (2020) indicaram que os projetos de investimento das Forças Armadas no Brasil tiveram impactos econômicos positivos no produto nacional, especialmente em indústrias de alta tecnologia e serviços. Dessa forma, constatou-se que a continuidade dos projetos de investimentos das Forças Armadas teria potencial para impulsionar o complexo industrial de defesa, garantindo a geração de emprego e renda, as possibilidades de transbordamentos tecnológicos e o fortalecimento da autonomia da Base Industrial de

Defesa, um dos aspectos a serem considerados na avaliação dos critérios constantes do modelo decisório proposto.

Da análise dos principais estudos que buscam lidar com os problemas de otimização e decisão de investimentos aplicados à defesa, verificou-se que a literatura existente oferece uma visão abrangente das abordagens e desafios envolvidos na seleção e na otimização de portfólios de projetos de defesa. A complexidade intrínseca desse domínio, caracterizada por múltiplos objetivos, restrições de recursos variáveis ao longo do tempo e incerteza, exige o uso de modelos matemáticos sofisticados e de algoritmos de otimização avançados. Os métodos de tomada de decisão multicritério e as técnicas para lidar com a incerteza, como cenários e lógica difusa, mostraram-se ferramentas úteis para apoiar decisões complexas e robustas. Ademais, foi possível identificar que as aplicações práticas dos modelos demonstraram a relevância dessas metodologias para o planejamento e para a aquisição de capacidades de defesa.

Em linhas gerais, pôde-se perceber que o método de programação linear e inteira, mais conhecido como problema da mochila (*knapsack problem*) foi frequentemente citado e adaptado. Também se pôde constatar que vários métodos de decisão multicritério foram empregados na priorização e seleção de projetos. Outro ponto importante discutido foi a necessidade de se considerar a usabilidade da ferramenta, levando-se sempre em consideração os usuários finais.

A partir da análise da Metodologia do Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx), verificou-se a inexistência de qualquer prática, método específico ou ferramenta para auxiliar o processo de priorização das iniciativas. Contudo, foi possível verificar que, apesar da inexistência de uma abordagem de priorização formal, buscou-se adotar a análise multicritério para a definição do Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2024-2027. Além disso, pôde-se constatar o surgimento, ainda que experimental, de práticas voltadas para a tomada de decisão multicritério nos anos de 2018 e 2019.

Em se tratando da análise *ex post facto* do processo de seleção e priorização dos projetos na elaboração do PEEx 2024-2027, chegou-se à conclusão de que tal processo carece de alguns aperfeiçoamentos, a fim de permitir a aplicação da modelagem conceitual proposta na presente pesquisa. Por esse motivo e, principalmente, pela forma como os dados estão estruturados, tornou-se inviável a

aplicação do modelo de otimização proposto. Para tanto, faz-se necessário ajustes nos seguintes aspectos:

1. A necessidade de fixação do teto orçamentário para permitir a aplicação do modelo de otimização e a realização de planejamentos realistas. Sugere-se a revisão da previsão de que o Planejamento Orçamentário Plurianual do Exército não deve limitar ou frustrar o PEEEx;
2. A premissa fundamental para a proposição de qualquer tipo de iniciativa estratégica é que esta iniciativa tenha todos os seus custos estimados. Identificou-se que 31 iniciativas estratégicas ou não tiveram os seus custos estimados ou não tinham custo algum envolvido. O algoritmo de otimização leva em consideração o custo e o nível de utilidade de cada iniciativa. Se o custo for zero, ela nem necessita ser considerada no cálculo matemático; e
3. A orçamentação das iniciativas estratégicas deve ser apresentada para o período de planejamento considerado, ou seja, seu cronograma financeiro deve corresponder ao ciclo em questão. Por exemplo: uma iniciativa foi programada para ser executada ao longo de três ciclos de planejamento, estendendo-se de 2028 a 2039. Para sua proposição no PEEEx 2028-2031, o custo estimado corresponderá apenas àquele período.

Sendo assim, o fato de existirem iniciativas estratégicas não orçamentadas poderia falsear ou inutilizar a aplicação do modelo de otimização, uma vez que a simulação se tornaria inócua. Havendo margem orçamentária, ou seja, situação na qual a disponibilidade orçamentária supera o custo total de todas as iniciativas, não faz sentido falar em otimização, visto que todas as iniciativas seriam selecionadas. Nesse cenário, não há o que se falar em priorização, pois todas as iniciativas propostas passariam a compor o portfólio.

Dessa forma, a incompletude dos dados foi a principal limitação encontrada na pesquisa, pois inviabilizou a análise e a validação do método de otimização proposto.

Apesar disso, foi possível constatar que o modelo da mochila binária associado ao método de análise multicritério poderia ser aplicável à realidade do Exército Brasileiro, no desenvolvimento do processo de tomada de decisão de investimentos e, por tal motivo, a pesquisa propõe a utilização de tal abordagem para a solução do problema de pesquisa.

De uma maneira sucinta, o problema da mochila pode ser compreendido por meio do exemplo de um mochileiro que procura uma combinação de objetos para colocar em sua mochila, de forma a maximizar o número total de objetos escolhidos, dada a restrição de capacidade existente (restrição orçamentária). Cada objeto possui um determinado custo e nível de utilidade. A intenção do modelo é propor uma combinação ótima, considerando as demais restrições impostas, a ser retificada ou ratificada pelo Conselho Superior de Racionalização e Transformação.

Para permitir a execução do modelo, fez-se necessário realizar a projeção da restrição orçamentária (capacidade total da mochila) e a definição dos critérios a serem considerados na priorização das iniciativas estratégicas, a fim de se obter um valor de utilidade daquela iniciativa. Assim sendo, cada iniciativa estratégica deve possuir um custo e um determinado nível de utilidade (pontuação final obtida na priorização) associados. Nesse sentido, a pesquisa identificou os critérios que poderiam subsidiar a tomada de decisão em um cenário de decisão multicritério e também propôs uma metodologia para a projeção de referenciais orçamentários, baseada em modelos de séries temporais (ARIMA com *drift*), conforme Tabela 7.

Outras limitações decorrentes da abordagem proposta dizem respeito ao nível de subjetividade existente no momento da pontuação dos critérios por parte dos especialistas e à influência do fator político na priorização final. Um ponto importante a ser destacado perante os tomadores de decisão é que o modelo de otimização não tem a pretensão de usurpar a competência do Conselho Superior de Racionalização e Transformação na tomada de decisão, mas sim oferecer um ponto de partida para a definição do Plano Estratégico do Exército, sendo perfeitamente cabível e recomendável a intervenção dos decisores nesse processo, a partir da definição de restrições a serem consideradas pelo modelo.

Não obstante, pode-se concluir pela aplicabilidade das práticas e métodos de seleção e otimização de portfólio de projetos na definição do Plano Estratégico do Exército. A adoção de tais ferramentas permitiria a transição de um modelo *ad hoc* para um processo mais estruturado e baseado em critérios, impulsionado pela necessidade de otimizar a alocação de recursos, justificar decisões e, fundamentalmente, garantir que os investimentos resultem na geração de capacidade militar efetiva.

Diante da inviabilidade das simulações, sugere-se que novas pesquisas validem a aderência do modelo proposto à realidade do Exército Brasileiro e confirmem qual método de decisão multicritério seria o mais indicado para a solução do problema em questão. Foi possível verificar que o Processo de Análise Hierárquica se mostrou eficaz. A seu favor, ressalta-se a facilidade de compreensão e utilização. Por outro lado, avaliações subjetivas podem contaminar o processo. Tal como foi apontado na pesquisa, o método ARAS (*Additive Ratio Assessment*) – classificação das alternativas – e FUCOM (*Full Consistency Method*) – determinação dos pesos dos critérios – também poderiam ser objeto de análise.

REFERÊNCIAS

- BELFARES, L.; KLIBI, W.; LO, N.; GUITOUNI, A. Multi-objectives Tabu Search based algorithm for progressive resource allocation. **European Journal of Operational Research**, vol. 177, p. 1779-1799, 2007.
- BELFIORE, Patrícia; FÁVARO, Luiz Paulo. **Pesquisa operacional: para cursos de administração, contabilidade e economia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- BOX, George E. P.; JENKINS, Gwilym M.; REINSEL, Gregory C.; LJUNG, Greta M. **Time series analysis: forecasting and control**. 5. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015.
- BRASIL. Decreto nº 9.628, de 26 de dezembro de 2018. **Dispõe sobre o Conselho Superior de Governança no âmbito do Ministério da Defesa**. Brasília, DF, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9628.htm. Acesso em: 19 fev 2025.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa. Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 02 fev 2024.
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS ISO 21504:2015 – Project, Programme and Portfolio Management – Guidance on Portfolio Management**, ISO, Geneva, Switzerland, 2015.
- BROWN, G. G.; DELL, R. F.; NEWMAN, A. M. Optimizing Military Capital Planning. **Interfaces**, vol. 34, p. 415-425, nov-dez 2004.
- BURCK, R. C.; PARNELL, G. S. Portfolio Decision Analysis – Lessons from Military Applications. **International Series in Operations Research & Management Science**, New York, vol. 162, p. 333–357, 2011.
- CHANG, P. T.; LEE, J. H.; A fuzzy DEA and knapsack formulation integrated model for project selection. **Computers and Operations Research**, vol. 39, n. 1, p. 112-125, 2012.
- CHAPARRO, X. A. F.; GOMES, L. A. V.; NASCIMENTO, P. T. S. The evolution of project portfolio selection methods: from incremental to radical innovation. **REGE Revista De Gestão**, vol. 26, n. 3, p. 212-236, 2019.
- CHEN, Z.; DOU, Y.; XU, X.; TAN, Y. Service-oriented weapon systems of system portfolio selection method. **Journal of Systems Engineering and Electronics**, vol. 31, n. 3, p. 551-566, jun 2020.
- DAVIS, S. J.; EDWARDS, S. B.; TEPPER, G. E.; BASSETT, D. G.; MCCARTHY, M. J.; JOHNSON, S. C. Maximizing the U.S. Army's Future Contribution to Global Security

Using the Capability Portfolio Analysis Tool (CPAT). **Interfaces**, vol. 46, n. 1, p. 91-108, jan-fev 2016.

DOU, Y.; ZHOU, Z.; ZHAO, D. WEI, Y. Weapons system portfolio selection based on the contribution rate evaluation of system of systems. **Journal of Systems Engineering and Electronics**, vol. 30, n. 5, p. 905-919, out. 2019.

DUNNE, J.P.; SMITH, R.; WILLENBOCKEL, D. Models of Military Expenditure and Growth: A Critical Review. **Defence and Peace Economics**, vol. 16, n. 6, p. 449-461, 2005.

DUNNE, J. P.; SMITH, R. P. Military Expenditure, Investment and Growth. **Defence and Peace Economics**, vol. 31, n. 6, p. 601-614, 2020.

EDA. European Defense Agency. **The Economic Case for Investing in Europe's Defence Industry**. 2015. Disponível em: <https://eda.europa.eu/docs/default-source/eda-factsheets/2015-01-20-factsheet_economic-case_high>. Acesso em: 22 fev 2024.

EILON, S. Application of the knapsack model for budgeting. **Omega**, vol. 15, n. 6, 1987, p. 489-494, 1987.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Portaria do Comandante do Exército nº 913, de 24 de junho de 2019. **Aprova o Regulamento do Conselho Superior de Racionalização e Transformação (CONSURT) - (EB10-R-01.011) e dá outras providências**, Brasília, 2019. Disponível em: https://www.sgex.eb.mil.br/sg8/001_estatuto_regulamentos_regimentos/02_regulamentos/port_n_913_cmdo_eb_24jun2019.html. Acesso em: 15 jan 2025.

_____. Portaria do Comandante do Exército nº 2.132, de 06 de dezembro de 2023. **Aprova as Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento do Portfólio e dos Programas Estratégicos do Exército Brasileiro (EB10-N-01.004)**, Brasília, 2ª edição, 2023. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sistemas/boletim_do_exercito/copiar.php?codarquivo=181261670&act=sep. Acesso em 15 jan 2025.

_____. Portaria nº 621-EME, de 16 de dezembro de 2021. **Aprova a Metodologia do Sistema de Planejamento do Exército (EB20-N-03.002)**, Brasília, 1ª ed., 2021. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/05_politicas/port_n_2147_cm_do_eb_20dez2023.html. Acesso em 17 jan 24.

FAUSKE, M. F.; VESTLI, M.; GLÆRUM, S. Optimization Model for Robust Acquisition Decisions in the Norwegian Armed Forces. **Interfaces**, vol. 43, n. 4, p. 352-359, 2013.

FISHER, B.; BRIMBERG, J.; HURLEY, W. J. An Approximate Dynamic Programming heuristic to support non-strategic project selection for the Royal Canadian Navy. **Jornal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology**, vol. 12, n. 2, p. 83-90, 2015.

FRANKO, Patrice. The Defense Acquisition Trilemma: The Case of Brazil. **Institute for National Strategic Studies**, n. 284, jan. 2014.

GAVIÃO, L. O.; KOSTIN, S. O apoio à decisão em aquisição de defesa: estruturando problemas multicritérios com o Processo de Análise Hierárquica (AHP). **Coleção Meira Mattos**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 60, p. 401-417, set-dez 2023.

GHASEMZADEH, F; ARCHER, N. P. Project portfolio selection through decision support. **Decision Support Systems**, vol. 29, p.73-88, 2000.

GIESTEIRA, Luís Felipe; MATOS, Patrícia de Oliveira; FERREIRA, Thiago Borne. A Defesa Nacional no Plano Plurianual 2016-2019: uma avaliação a partir dos projetos estratégicos. **Boletim de Análise Político-Institucional**, n. 28, 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª edição. São Paulo: Atlas, 2019.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades: Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p.57-63, mar./abr. 1995.

GREENWOOD, D.J.; LEVIN, M. **Introduction to Action Research**. 2ª edição. London: Sage, 2007.

HARTLEY, K.; SANDLER, T. **The economics of defense**. Cambridge University Press, Economic Literature, 1995.

HARRISON, K. R.; ELSAYED, S; GARANOVICH, I.; WEIR, T.; GALISTER, M.; BOSWELL, S.; TAYLOR, R.; SARKER, R. A Hybrid Multi-Population Approach to the Project Portfolio Selection and Scheduling Problem for Future Force Design. **IEEE Access**, vol. 9, p. 83410-83430, 2021.

HARRISON, K. R.; ELSAYED, S; GARANOVICH, I.; WEIR, T.; GALISTER, M.; BOSWELL, S.; TAYLOR, R.; SARKER, R. Portfolio Optimization for Defence Applications. **IEEE Access**, vol. 8, p. 60152-60178, 2020.

HOAN, P. V.; HA, Y. ARAS-FUCOM approach for VPAF fighter aircraft selection. **Decision Science Letters**, vol. 10, p. 53-62, 2021.

HYNDMAN, Rob J.; ATHANASOPOULOS, George. **Forecasting: principles and practice**. 2ª edição. Melbourne: OTexts, 2018.

IAMRATANAKUL, S.; PATANAKUL, P.; MILOSEVIC, D. Project Portfolio Selection: From Past to Present. In: 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology. **IEEE**, Bangkok, Thailand, p. 287-292, set. 2008.

ISHIZAKA, Alessio; NEMERY, Philippe. Multi-criteria decision analysis: methods and software. Chichester: 1ª edição: John Wiley & Sons, Ltd, 2013.

JURADO-SÁNCHEZ, J.; JIMENEZ-MARTÍN, J.A. Guns, Economic Growth and Education during the second half of the Twentieth Century: Was Spain different? **Instituto Complutense de Análisis Económico**, Madrid, jun. 2014.

KANGASPUNTA, J.; LIESIÖ, J; SALO, A. Cost-efficiency analysis of weapon system portfolios. **European Journal of Operational Research**, vol. 223, p. 264-275, nov. 2012.

LI, J.; Ge, B.; JIANG, J.; Yang, K.; Chen, Y. High-end weapon equipment portfolio selection based on a heterogeneous network model. **Journal of Global Optimization**, vol. 78, p. 743-761, 2020.

MEDEIROS, S. E.; MOREIRA, W. S. Economia de Defesa e Reputação em Perspectiva Institucionalista. **Forças Armadas e Sociedade Civil: Atores e Agendas na Defesa Nacional no Século XXI**, Aracaju, 1ª ed., vol. 1, p. 493-516.

MEZEY, G. A practical prioritization by multi-level group decision support. **Central European Journal of Operations Research**, vol. 16, p. 1-15, 2008.

MORCEIRO, P. C.; TESSARIN, M.; GUILHOTO; J. J. M. Impactos socioeconômicos e setoriais dos projetos de investimento das Forças Armadas do Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, vol. 50, n. 2, ago. 2020.

THE STATIONERY OFFICE. **Management of Portfolios**, Axelos, Norwich, 2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **The Standard for Portfolio Management**, Newtown Square, 3rd ed., 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **The Standard for Portfolio Management**, Newtown Square, 4rd ed., 2017.

RAMALHO, T. S.; TARRACO, E. L.; YOKOMIZO, C. A.; BERNARDES, R. C. Analysis of the innovation value chain in strategic projects of the Brazilian Army. **Revista de Gestão**, vol. 26, n. 4, p. 409-428, 2019.

ROY, B. The optimisation problem formulation: Criticism and overstepping. **Journal of the Operational Research Society**, vol. 32, n.6, p. 427–436, 1981.

SANTOS, T. Economia de Defesa como uma Categoria Geral de Análise nas Ciências Econômicas. **Revista Escola de Guerra Naval**, vol. 24, n. 3, p. 542-564. set/dez, 2018.

SAUNDERS, Mark N. K; LEWIS, Philip; THORNHILL, Adrian. **Research methods for business students**. 9ª edição. Harlow: Pearson, 2023.

SHAFI, K; ELSAYED, S; SARKER, R; RYAN, M. Scenario-based multi-period program optimization for capability-based planning using evolutionary algorithms. **Applied Soft Computing**, vol. 56, p. 717-729, 2017.

SILVA, P. F.; TEIXEIRA JÚNIOR, A. W. M. The relationship between defence policy, the defence Budget and force structure in contemporary Brazil. **BRASILIANA: Journal for Brazilian Studies**, vol. 10, n. 2, 2021.

SIPRI, Stockholm International Peace Research Institute. Disponível em: <<https://www.sipri.org/databases>>.

SKÖNS, E.; DUNNE, J. P. Economics of Arms Production. **Encyclopedia of Violence, Peace & Conflict**, SIPRI, p.112-124, 2008.

SMITH, P.; FERRINGER, M; KELLY, R.; MIN, I. **Systems Engineering**, vol. 15, n. 4, p. 461-470, 2012.

SUN, C. An Intuitionistic Linguistic DEMATEL-Based Network Model for Effective National Defense and Force Innovative Project Planning. **IEEE Access**, vol. 9, p. 130141-130153, 2021.

TAHERDOOST, H.; MADANCHIAN, M. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. **Encyclopedia**, vol. 3, p. 77–87, 2023.

TATE, D. M.; THOMPSON, P. M. Portfolio Selection Challenges in Defense Applications. **Institute for Defense Analysis**. Alexandria, ago. 2017. Disponível em: <https://www.ida.org/research-and-publications/publications/all/p/po/portfolio-selection-challenges-in-defense-applications>. Acesso em 17 jan. 24.

THIOLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18ª edição. São Paulo: Cortez, 2011.

TORRES, J. L. The production of national defense and the macroeconomy. **PLoS ONE**, vol. 15, n. 10, 2020.

VARGAS, W.; GODOY, E. Impacto del gasto de la defensa en el crecimiento económico de Colombia en los últimos veinte años. **Revista Científica General José María Córdova**, vol. 11, n. 11, p. 227-257, 2013.

XIONG, J.; YANG, K; LIU, J.; ZHAO, Q.; CHEN, Y. A two-stage preference-based evolutionary multi-objective approach for capability planning problems. **Knowledge-Based Systems**, vol. 31, p. 128-139, 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2015.

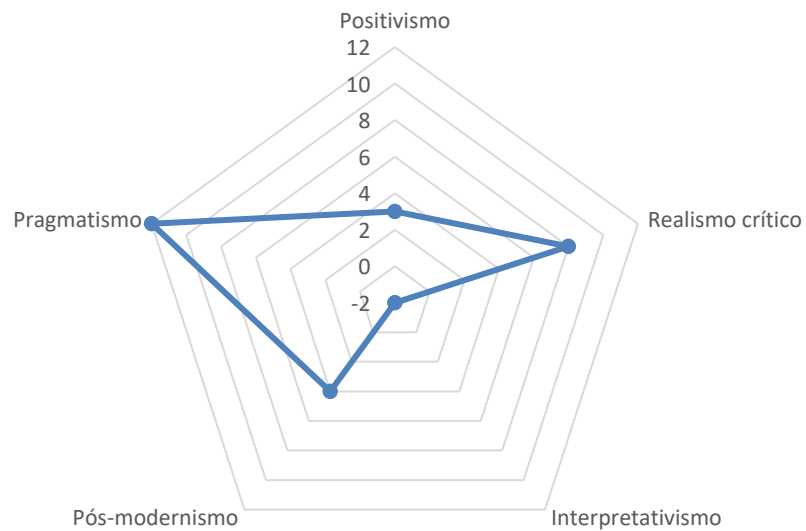
ZHANG, P.; YANG, K.; DOU, Y; JIANG, J. Scenario-based approach for project portfolio selection in army engineering and manufacturing development. **Journal of Systems Engineering and Electronics**, vol. 27, n. 1, p. 166-176, fev. 2016.

ZHOU, Y.; LI, Y.; SHI, Z.; LI, Z.; ZHANG, L. A Variables Clustering based Differential Evolution Algorithm to Solve Multistage Goal Programming Model in Defense Projects Portfolio. **Advanced Materials Research**, vol. 1046, p. 367-370, 2014.

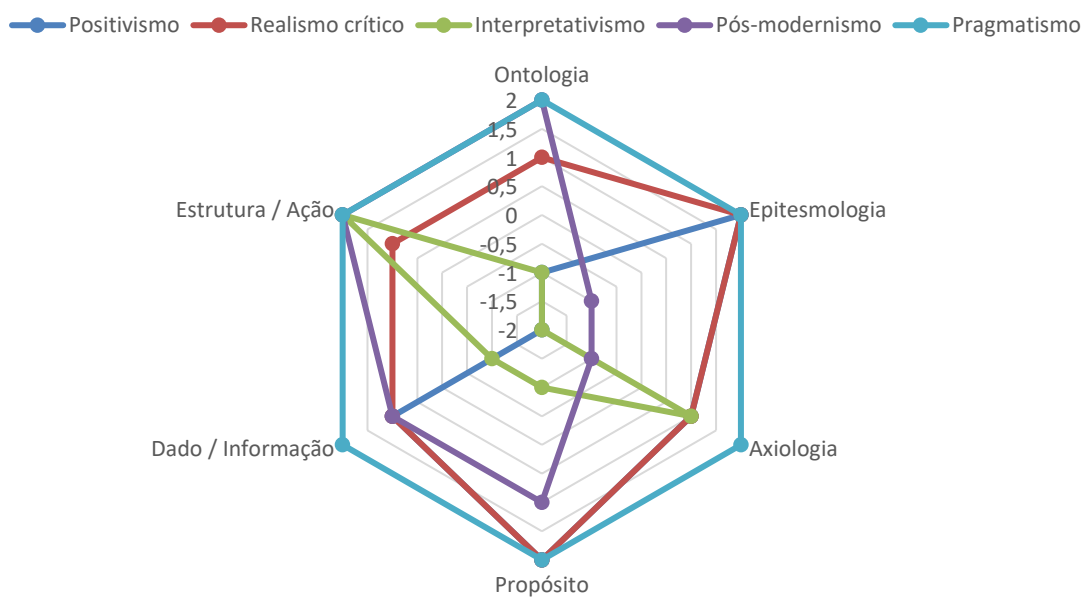
Apêndice A: Ferramenta HARP

HARP - Heightening your Awareness of your Research Philosophy						
Considerando a sua pesquisa e seus valores e visões de mundo, por favor indique se concorda ou não com as declarações abaixo. Não existem respostas erradas. Marque "x" na sua resposta.		Concordo totalmente	Concordo	Concordo um pouco	Discordo um pouco	Discordo totalmente
Suas visões quanto a natureza da realidade (ontologia)						
1	Organizações são reais assim como objetos físicos				x	
2	Eventos em organizações são causadas por mecanismos subjacentes e profundos			x		
3	O mundo social que habitamos é um mundo de múltiplos significados, interpretações e realidades				x	
4	"Organização" não é uma coisa sólida ou estática, mas um fluxo de processos e práticas coletivas		x			
5	Aspectos "reais" das organizações são aqueles que impactam nas práticas organizacionais		x			
Suas visões sobre o conhecimento e o que se constitui como conhecimento aceitável (epistemologia)						
6	Pesquisa organizacional deve prover explicações científicas, objetivas, precisas e válidas sobre como o mundo da organização realmente funciona		x			
7	Teorias e conceitos nunca fornecem conhecimento completamente correto, mas pesquisadores podem utilizar o pensamento racional para decidir quais teorias and conceitos são melhores que outros		x			
8	Conceitos e teorias são muito simplistas para capturar a completa riqueza do mundo					x
9	O que geralmente conta como "real", "verdadeiro" e "válido" é determinado por pontos de vistas politicamente dominantes				x	
10	Conhecimento aceitável é aquele que permite que as coisas sejam feitas com sucesso		x			
Suas visões sobre o papel dos valores dos pesquisadores na pesquisa (axiologia)						
11	As crenças e valores dos pesquisadores devem ser excluídas da pesquisa			x		
12	Pesquisadores devem tentar ser o mais objetivos e realistas possível			x		
13	As crenças e valores dos pesquisadores são chave para a interpretação dele do mundo social			x		
14	Pesquisadores devem discutir aberta e criticamente seus próprios valores e crenças				x	
15	Pesquisa molda e é moldada por aquilo que o pesquisador acredita e duvida		x			
Suas visões sobre o propósito da pesquisa						
16	O propósito da pesquisa é descobrir fatos e regularidades e prever eventos futuros		x			
17	O propósito da pesquisa organizacional é oferecer explicação sobre como e por que organizações e sociedades são estruturadas		x			
18	O propósito da pesquisa é criar um entendimento novo que permite as pessoas verem o mundo de novas formas				x	
19	O propósito da pesquisa é examinar e questionar as relações de poder que sustentam as formas convencionais de pensar e agir			x		
20	O propósito da pesquisa é resolver problemas e melhorar práticas futuras		x			
Suas visões sobre o que constitui dado (informação) significativo						
21	Coisas que não podem ser mensuradas não tem significado para o propósito da pesquisa			x		
22	Teorias e achados organizacionais devem ser avaliados em razão de seu poder explanatório das causas do comportamento organizacional			x		
23	Para ser significativo, a pesquisa deve incluir as interpretações das experiências dos próprios participantes e dos pesquisadores				x	
24	Ausências e silêncios no mundo que nos cerca são tão importantes quanto o que é proeminente e óbvio			x		
25	Significado emerge do engajamento prático, experimental e crítico com o mundo		x			
Suas visões sobre a natureza da estrutura e ação						
26	O comportamento humano é determinado por forças naturais					x
27	As escolhas e ações das pessoas são sempre limitadas pelas normas, regras e tradições sociais em que estão inseridas			x		
28	A construção de significado dos indivíduos são sempre específicas em razão de suas experiências, cultura e história		x			
29	Estrutura, ordem e forma são construções humanas		x			
30	Pessoas podem utilizar rotinas e adaptações criativas para instigar inovação e mudança		x			

Resultado geral por filosofia de pesquisa



Visões por filosofias de pesquisa



Apêndice B: Protocolo de Entrevista

Título do projeto de pesquisa: Definição do Plano Estratégico do Exército: um estudo de caso da aplicação de práticas de seleção e otimização de portfólio de projetos

Pesquisador: Rodney Rodrigues da Cunha

Problema de pesquisa: como aplicar as práticas de seleção e otimização de portfólio de projetos na definição do Plano Estratégico do Exército?

Introdução

Como o(a) senhor(a) sabe, hoje, a ferramenta de planejamento de mais alto nível da Força é a Metodologia do Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx), cujo produto final é a formulação do Plano Estratégico do Exército de curto prazo (4 anos), referente ao próximo Plano Plurianual (PPA) do governo federal. Segundo o SIPLEx, após a análise do ambiente estratégico, da formulação dos objetivos estratégicos e do estabelecimento das estratégias, as ações estratégicas são desdobradas em iniciativas estratégicas, resultando no relacionamento de todas as iniciativas necessárias à implementação das capacidades previstas. Nesse momento, deverá ser realizada a priorização destas iniciativas. A metodologia prevê que, inicialmente, tal priorização será realizada pelos ODS, ODOp, OADI e C Mil Área. Em seguida, as prioridades serão consolidadas pelo ODG e ratificadas ou retificadas pelo Alto Comando do Exército.

No entanto, verificou-se que tanto a metodologia do Sistema de Planejamento do Exército quanto o Regulamento do Conselho Superior de Racionalização e Transformação (CONSURT) não dispõem de alguma prática, método específico ou ferramenta para auxiliar o processo de priorização das iniciativas, já no âmbito do ODG.

A fim de preencher esta lacuna, estamos realizando um trabalho de pesquisa científica, que tem por objetivo propor um método de otimização de portfólio de projetos a ser incorporado no Sistema Integrado de Orçamento e Planejamento Estratégico do Exército (SIOPLEEx).

A partir da análise das práticas de seleção e otimização de portfólios de projetos de defesa adotados por Forças Armadas de outros países, verificou-se que o modelo da mochila associado às decisões de investimento multicritério poderia ser aplicável à realidade do Exército Brasileiro.

De forma sucinta, o problema da mochila pode ser compreendido através do exemplo de um mochileiro que procura uma combinação de objetos para colocar em sua mochila, de forma a maximizar o número total de objetos escolhidos, dada a restrição de capacidade existente. Cada objeto possui um determinado custo e nível de utilidade. A intenção do modelo é propor uma combinação ótima, considerando as demais restrições impostas, a ser retificada ou ratificada pelo CONSURT.

Isto posto, o foco principal da nossa entrevista é, em um contexto de decisão de investimento multicritério, entender mais sobre quais seriam os principais critérios a serem considerados no nosso modelo decisório.

Nós o(a) consideramos um(a) profissional com experiência relevante nesses tópicos, então nós gostaríamos de lhe fazer algumas perguntas acerca de sua experiência profissional.

As informações que o(a) senhor(a) vier a fornecer nesta entrevista serão usadas para desenvolver um relatório final na forma de uma dissertação de mestrado e de uma funcionalidade no SIOPLEEx, caso o modelo se prove adequado às necessidades do Exército. A entrevista está planejada para levar cerca de vinte minutos. As informações que forem gravadas serão transcritas e enviadas para o(a) senhor(a) por e-mail para que o(a) senhor(a) possa adicionar, remover ou esclarecer quaisquer comentários específicos.

1. Alguma questão ou dúvida antes de começarmos?

Pergunta de aquecimento

2. O(A) senhor(a) poderia nos dizer mais sobre sua experiência profissional, sua carreira?

Perguntas gerais

3. Como o(a) senhor(a) avalia a importância de uma iniciativa estratégica?
4. Na opinião do senhor, quais critérios deveriam ser considerados no processo de tomada de decisão de investimento em um projeto de defesa?
5. Quais os critérios que o(a) senhor(a) julga importantes?

Pergunta de encerramento

Nós estamos chegando ao fim da entrevista.

6. Qual seria a importância relativa entre esses critérios?

Eu gostaria de agradecer por seu tempo e atenção.