

Universidade Federal do Rio de Janeiro

ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE
PESSOAL NO PROGRAMA FRAGATAS CLASSE
TAMANDARÉ

Marcos Vinicius Passarini de Almeida

2024



ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PESSOAL NO PROGRAMA FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ

Marcos Vinicius Passarini de Almeida

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Lino Guimarães Marujo

Rio de Janeiro
Março de 2024

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PESSOAL NO PROGRAMA
FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ**

Marcos Vinícius Passarini de Almeida

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO
ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE
ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Orientador: Lino Guimarães Marujo

Aprovada por:

Prof. Lino Guimarães Marujo, D.Sc.

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Prof. Ana Carolina Maia Angelo, D.Sc.

Universidade Federal Fluminense - UFF

Prof. Carlos Eduardo Durange de Carvalho Infante, D.Sc.

Universidade Federal de São João del Rei - UFSJ

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2024

Almeida, Marcos Vinicius Passarini de
Análise Multicritério para Seleção de Pessoal no
Programa Fragatas Classe Tamandaré / Marcos Vinicius
Passarini de Almeida – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE,
2024.

XIII, 90 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Lino Guimarães Marujo
Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de
Engenharia de Produção, 2024.

Referências Bibliográficas: p. 77-85.

1. Apoio Multicritério à Decisão. 2. Seleção de Pessoal.
3. AHP. 4. PROMÉTHÉE II. I. Marujo, Lino Guimarães.
- II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE,
- Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Fernando Costa de Almeida (*in memorian*) e Angela Maria Passarini de Almeida (*in memorian*). Todo o amor e esforço para construírem a minha base de educação me conduziram a mais esta conquista. Agradeço por terem me ensinado desde cedo que não há outra opção que não a do conhecimento. Amo vocês para todo o sempre.

AGRADECIMENTOS

Às minhas irmãs Fernanda Passalini de Almeida e Tatiane Passalini de Almeida, por todo o cuidado, carinho e apoio. Amo muito vocês.

À minha tia e madrinha Eliane, por um amor maior que o mundo, por todo o cuidado ao longo de todos os meus passos e por sempre acreditar e incentivar os meus sonhos.

À Samara, por sempre acreditar em mim e por ser o meu porto seguro.

Ao Genilson, por ser esse amigo que se preocupa, que se dedica e sempre se faz presente.

À Carolina, que sempre está comigo, nos momentos bons e também nos mais difíceis, me incentivando e acreditando em mim.

Ao meu Orientador, Prof. Lino Guimarães Marujo, por todos os ensinamentos e suporte.

Ao Diretor da Diretoria Industrial da Marinha, por permitir a realização desta pesquisa na organização.

A todos os que colaboraram com a pesquisa, compartilhando os seus conhecimentos e demonstrando sempre boa vontade em ajudar.

A todos os professores e colaboradores do Mestrado do Programa de Engenharia de Produção, pela prontidão e pelo suporte realizados ao longo desta caminhada.

A todos os meus amigos e demais pessoas que ajudaram de alguma forma para a realização desta pesquisa.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção (M.Sc.)

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PESSOAL NO PROGRAMA
FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ**
Marcos Vinicius Passarini de Almeida
Março/2024

Orientador: Lino Guimarães Marujo

Programa: Engenharia de Produção

O Planejamento Estratégico da Marinha do Brasil (PEM 2040), alinhado à Estratégia Nacional de Defesa, prevê a modernização dos seus meios através de diversas iniciativas, sendo uma das mais importantes o que se convencionou chamar de Programa Fragatas Classe Tamandaré. O programa prevê a construção de quatro navios modernos e de alta complexidade tecnológica. Dentro desse contexto, a Marinha do Brasil deve decidir, dentre a sua força de trabalho, quais as pessoas que receberão os treinamentos e obterão os conhecimentos necessários para a manutenção das novas Fragatas, para que futuramente possam multiplicar estes conhecimentos aos demais envolvidos na sua manutenção. A seleção do pessoal a ser capacitado é um processo complexo, que envolve diversas alternativas e critérios e que, por isso, carece de ferramentas que sejam capazes de reduzir a sua subjetividade, aumentar a sua eficiência e transparência, auxiliando assim a tomada de decisão quanto a escolha adequada do pessoal a ser capacitado. Este trabalho tem o objetivo de propor um modelo de seleção de pessoal baseado nos métodos de Apoio Multicritério à Decisão, através de uma pesquisa com abordagem quali-quantitativa, por meio de um estudo de caso. O resultado obtido demonstrou que o modelo foi capaz de fornecer uma lista ordenada dos candidatos à capacitação, indo do candidato mais aderente ao menos aderente aos critérios estabelecidos. O estudo se mostra relevante pelo seu caráter inédito na Organização Militar em estudo e pela possibilidade de que possa ser replicado em outros futuros processos de seleção de pessoal na Marinha do Brasil e em outros órgãos públicos.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Production Engineering (M.Sc.)

MULTI-CRITERIA ANALYSIS FOR PERSONNEL SELECTION IN THE
TAMANDARÉ CLASS FRIGATES PROGRAM

Marcos Vinicius Passarini de Almeida

March/2024

Advisor: Lino Guimarães Marujo

Department: Production Engineering

The Brazilian Navy Strategic Planning (PEM 2040), aligned with the National Defense Strategy, foresees the modernization of its resources through several initiatives, one of the most important being what is conventionally called the Tamandaré Class Frigate Program. The program envisages the construction of four modern, highly technologically complex ships. Within this context, the Brazilian Navy must decide, among its workforce, which people will receive the training and obtain the necessary knowledge for the maintenance of the new Frigates, so that in the future they can multiply this knowledge to others involved in their maintenance. The personnel selection to be trained is a complex process, which involves several alternatives and criteria and, therefore, lacks tools that are capable of reducing their subjectivity, increasing their efficiency and transparency, thus helping decision-making regarding the appropriate choice of personnel to be trained. This work aims to propose a personnel selection model based on Multi-Criteria Decision Support methods, through research with a qualitative-quantitative approach, through a case study. The result obtained demonstrated that the model was able to provide an ordered list of candidates for training, ranging from the candidate most compliant to the least compliant with the established criteria. The study is relevant due to its unprecedented nature in the Military Organization under study and the possibility that it can be replicated in other future personnel selection processes in the Brazilian Navy and other public companies.

Sumário

Listas de Figuras	x
Listas de Quadros	xi
Listas de Tabelas	xii
Listas de Abreviaturas	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Objetivos da pesquisa	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Justificativa do tema	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Apoio multicritério para a tomada de decisão	5
2.1.1 Classificação dos métodos AMD	9
2.2 Método compensatório: AHP	11
2.3 Método não-compensatório: PROMÉTHÉE	17
2.4 AMD aplicado em problemas militares.....	23
2.5 AMD aplicado em problemas de seleção de pessoal.....	27
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 Classificação científica da pesquisa	30
3.2 Etapa 1 - Revisão da literatura.....	31
3.3 Etapa 2 – Estruturação do modelo de seleção de pessoal.....	32
3.4 Etapa 3 – Análise e apresentação dos resultados.....	35
4 RESULTADOS	36
4.1 Revisão da literatura	36

4.1.1 Métodos de AMD utilizados em problema militares	36
4.1.2 Métodos de AMD utilizados para seleção de pessoal	42
4.1.3 Considerações sobre a revisão da literatura.....	51
4.2 Estruturação do modelo de seleção de pessoal - Estudo de caso.....	52
4.2.1 Definição dos decisores e outros atores.....	53
4.2.2 Identificação dos objetivos	54
4.2.3 Definição dos critérios.....	54
4.2.4 Determinação do espaço de ações e da problemática.....	56
4.2.5 Identificação de fatores não controlados	57
4.2.6 Modelagem de preferências.....	57
4.2.7 Avaliação intracritério	59
4.2.8 Avaliação intercritério	60
4.2.9 Avaliação das alternativas	62
4.2.10 Análise de sensibilidade	64
4.2.11 Elaboração da recomendação e implementação da decisão	68
4.3 Análise e apresentação dos resultados.....	68
4.3.1 Modelagem de preferências.....	68
4.3.2 Ordenação das alternativas	69
4.3.3 Modelo para a seleção de pessoal.....	71
5 CONCLUSÃO.....	73
5.1 Sugestão de trabalhos futuros	76
REFERÊNCIAS	77
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA OBTENÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DO PESSOAL DO PROGRAMA FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ.....	86

Lista de Figuras

Figura 1: Representação hierárquica do método AHP.	12
Figura 2: Fluxo de sobreclassificação.	20
Figura 3: Fluxo de saída da alternativa.....	21
Figura 4: Fluxo de entrada da alternativa.	22
Figura 5: Etapas da pesquisa.	31
Figura 6: Etapas da estruturação do modelo de seleção de pessoal.....	33
Figura 7: Procedimentos para resolução de um problema de decisão.....	34
Figura 8: Quantidade de artigos publicados por ano.	37
Figura 9: Relacionamento entre as palavras-chave.	41
Figura 10: Quantidade de artigos publicados por ano.	44
Figura 11: Relacionamento entre as palavras-chave.	48
Figura 12: Etapas do processo de seleção de pessoal a ser capacitado	52
Figura 13: Atividades realizadas na modelagem de preferências.....	58
Figura 14: Estrutura hierarquizada do problema de seleção de pessoal.	60
Figura 15: Parâmetros e notas atribuídas no método PROMÉTHÉE.....	62
Figura 16: Fluxos gerados pelo método PROMÉTHÉE	63
Figura 17: Comparação entre o cenário real e o cenário 1.	65
Figura 18: Comparação entre o cenário real e o cenário 2.	66
Figura 19: Comparação entre o cenário real e o cenário 3.	66
Figura 20: Comparação entre o cenário real e o cenário 4.	67
Figura 21: Fluxos de preferência por critério.	69
Figura 22 – Modelo em planilha eletrônica para obtenção dos pesos dos critérios pelo método AHP.	71
Figura 23: Modelo em planilha eletrônica para a seleção de pessoal utilizando o método PROMÉTHÉE II.	71
Figura 24: Formato do resultado em planilha eletrônica do modelo de seleção de pessoal.	
.....	72

Lista de Quadros

Quadro 1 - Família de métodos PROMÉTHÉE	18
Quadro 2 - Palavras-chave sobre o tema de pesquisa.....	36
Quadro 3 - Algoritmo de busca.	36
Quadro 4 - Palavras-chave sobre o tema de pesquisa.....	43
Quadro 5 - Algoritmo de busca.	43

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Matriz de decisão.....	8
Tabela 2 - Escala fundamental de Saaty.....	13
Tabela 3 - Matriz de prioridades dos critérios.....	14
Tabela 4 - Índice Randômico.....	16
Tabela 5 - Matriz de comparações paritárias de alternativas.....	16
Tabela 6 - Matriz decisão.	17
Tabela 7 - Tipos de critérios gerais utilizados no método PROMÉTHÉE.....	20
Tabela 8 - Quantidade de autores por artigo.....	37
Tabela 9 - Autores que publicaram 3 ou mais artigos.	38
Tabela 10 - Instituições que mais produziram artigos.....	38
Tabela 11 - Os países com produção de 4 ou mais artigos.....	39
Tabela 12 - Publicações mais citadas nas referências da amostra considerada.....	39
Tabela 13 - Os 10 artigos mais citados.....	40
Tabela 14 - Métodos de AMD utilizados nos artigos.....	42
Tabela 15 - Quantidade de autores por artigo.....	44
Tabela 16 - Autores que publicaram 2 artigos como autor principal.	45
Tabela 17 - Autores que publicaram 3 artigos ou mais, incluindo coautoria.	45
Tabela 18 - Universidades que mais produziram artigos.	45
Tabela 19 - Os cinco países que mais produziram artigos.	46
Tabela 20 - Artigos mais citados nas referências da amostra considerada.....	46
Tabela 21 - Os 10 artigos mais citados.....	47
Tabela 22 – Critérios mais utilizados em problemas de seleção de pessoal.....	49
Tabela 23 - Métodos de AMD utilizados nos artigos.....	50
Tabela 24 – Critérios para o modelo de seleção de pessoal.	55
Tabela 25 – Funções de preferência definidas para os critérios de seleção.	59
Tabela 26 – Matriz de comparações de critérios.	61
Tabela 27 – Pesos dos critérios de seleção de pessoal.	61
Tabela 28 – Recomendação da classificação dos militares de acordo com os critérios estabelecidos.....	70

Lista de Abreviaturas

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
AMD	Apoio Multicritério à Decisão
ANP	<i>Analytical Network Process</i>
ELECTRE	<i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i>
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique</i>
MAUT	<i>Multi-Attribute Utility Theory</i>
MB	Marinha do Brasil
MCDM	<i>Multiple-Criteria Decision Method</i>
OM	Organização Militar
PROMÉTHÉE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i>
TCPL	Teste de Certificação de Proficiência Linguística
TNA	<i>Training Needs Analysis</i>
ZEE	Zona Econômica Exclusiva

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Nos últimos anos o Brasil observou o crescimento da importância do mar, traduzida na descoberta e utilização de recursos minerais e energéticos de grande importância para a sua economia e a de outros países. A sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE), faixa litorânea onde somente o Brasil pode realizar exploração econômica e que corresponde a cerca de 3,5 milhões quilômetros quadrados (PEREIRA, 2019), foi responsável por 77,4% em valor do comércio exterior em 2019, de acordo com os dados de comércio exterior do Ministério da Economia (BRASIL, 2020). Além disso, essa mesma região foi responsável, até setembro de 2020, por cerca de 97% do volume de produção nacional de petróleo e 85% do volume de produção nacional de gás natural foi *offshore* (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2020).

Portanto, a ZEE é uma região de grande relevância econômica para o Brasil devido a todo o seu potencial para atividades como a navegação, pesca, turismo, além da já mencionada importância sobre a extração de petróleo e gás. De acordo com Pereira (2019), essa relevância fez com que o Brasil pleiteasse à Organização das Nações Unidas a ampliação dessa área, que passaria a ter cerca de 4,5 milhões de quilômetros quadrados. Com isso, a Marinha do Brasil (MB) passou a denominar essa região de Amazônia Azul, cuja área é um pouco menor, mas comparável à “Amazônia Verde”, numa tentativa de tentar chamar a atenção da sociedade sobre sua biodiversidade, seus imensuráveis bens naturais e também a sua vulnerabilidade. Dada a importância da Amazônia Azul para o desenvolvimento econômico do Brasil, é mandatória a intensificação da capacidade do governo de prover segurança marítima (OLIVEIRA; HENRIQUE; PORTO, 2021), traduzida pela capacidade de dissuasão do poder naval brasileiro.

Com o objetivo de reforçar seu poder naval para a proteção e garantia da soberania brasileira no mar e considerando-se a Estratégia Nacional de Defesa, o Planejamento Estratégico da Marinha do Brasil (PEM 2040) prevê a modernização dos seus meios através da ação estratégica “Obter navios de superfície para compor o poder naval” (BRASIL, 2020). Essa ação inclui, entre outras iniciativas, dar continuidade ao Programa de Obtenção de Meios de Superfície (PROSUPER), responsável pelo projeto de construção de Navios Escolta, representados pelas novas Fragatas Classe Tamandaré.

A MB conduz o Programa Fragatas Classe Tamandaré desde 2017, com o objetivo de proporcionar a renovação da sua Esquadra através da construção de quatro navios

modernos, de alta complexidade tecnológica, construídos no Brasil, com previsão de entrega para o período entre 2025 e 2028. As quatro Fragatas serão escoltas versáteis e de grande poder combatente, capazes de responder a múltiplas ameaças e com o objetivo de proteger o tráfego marítimo, em especial da Amazônia Azul, mas também sendo empregadas na realização de missões de defesa do litoral brasileiro, na patrulha das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), com priorização na fiscalização e proteção de atividades econômicas petrolíferas e pesqueiras (BRASIL, 2022).

O Programa Fragatas Classe Tamandaré possui como alguns de seus principais pilares: a produção de navios com elevados índices de produção nacional, incluindo a gestão do conhecimento e a consequente transferência de tecnologia. (BRASIL, 2022). Considerando-se esse contexto, a MB deve selecionar, dentre a sua força de trabalho, as pessoas que receberão os treinamentos e obterão os conhecimentos necessários à manutenção das novas fragatas, para que futuramente possam multiplicar estes conhecimentos aos demais envolvidos na manutenção das novas fragatas.

A seleção do pessoal da MB a ser capacitado deve levar em consideração diversos critérios, que serão definidos levando-se em consideração as especificidades do planejamento de capacitação definidos no contrato firmado com o consórcio responsável pela construção das novas fragatas. Portanto, essa seleção de pessoal configura um problema de decisão envolvendo diversos critérios, cujo produto final será uma lista ordenada das pessoas com a maior aptidão a receber as capacitações necessárias, de forma a preencher o número de vagas disponíveis para cada turma prevista de capacitação.

Considerando-se os custos envolvidos para o envio do militar até o local onde será realizada a capacitação, em que mais da metade das turmas serão realizadas em diversos países europeus, torna-se desejável a utilização de métodos que auxiliem a seleção do pessoal a ser capacitado, de forma a otimizar a utilização de recursos públicos pela MB e reduzir a subjetividade do processo decisório, garantindo a escolha dos candidatos com o perfil mais aderentes aos critérios de seleção definidos. Dentro desse contexto, é viável a utilização de métodos de apoio multicritério para a tomada de decisão.

De acordo com Gomes e Gomes (2019), os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) são utilizados frequentemente para auxiliar na resolução de diferentes categorias de problemas de decisão que podem surgir em vários campos. Nas últimas décadas, estes métodos têm sido utilizados para auxiliar os tomadores de decisão a organizar e sintetizar informações, de uma maneira que os levem a se sentir seguros para

tomar decisões, examinando diversos critérios e avaliando a importância de cada um deles em consonância com os seus objetivos.

A literatura sobre o tema mostra que os métodos de AMD podem ser utilizados em uma gama diversa de áreas, como por exemplo para escolha de fornecedores (ALAKAŞ; BUCAK; KIZILTAŞ, 2019), máquinas (ILGIN, 2019), rotas (SOLTANINEJAD; NOORZAI; FARAJI, 2023) entre outros assuntos. Além desses temas, também é possível encontrar diversos trabalhos realizados utilizando-se o AMD em problemas militares (GIRARDI *et al.*, 2023; KURNAZ; MOREIRA *et al.*, 2023; OZDAGOGLU; KELES, 2023) e também em problemas de avaliação e seleção de pessoal (ASAN; SOYER, 2022; CAKIR; TAS; DEMIRCIOGLU, 2023; NGUYEN *et al.*, 2022).

Nesse contexto, uma vez que a seleção do pessoal que receberá o treinamento para o Programa Fragatas Classe Tamandaré configura um processo de tomada de decisão multicritério, essa pesquisa tem o objetivo de propor um modelo de seleção de pessoal utilizando um método de AMD, que seja capaz de fornecer subsídios para a tomada de decisão quanto a escolha dos militares que comporão as turmas previstas de capacitação.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Criar um modelo de seleção de pessoal baseado em um método AMD, que seja capaz de apoiar a escolha dos militares a serem capacitados no Programa Fragatas Classe Tamandaré da MB.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais métodos de AMD utilizados em problemas de seleção de pessoal;
- Definir o método de AMD que será utilizado para criação do modelo de seleção de pessoal;
- Criar o modelo de seleção de pessoal utilizando o método de AMD escolhido e realizar a avaliação e classificação dos candidatos à capacitação; e
- Validar o modelo de seleção de pessoal criado.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TEMA

Uma seleção eficiente do pessoal a ser capacitado otimizará a utilização dos recursos da MB que custearão essa capacitação, como por exemplo os custos de deslocamento até os países em que ocorrerão as turmas, acréscimo do salário dos militares devido ao deslocamento dos mesmos para fora da base em que servem regularmente, entre outros custos. Além disso, uma seleção baseada em critérios, proporcionará a escolha dos militares mais bem preparados para absorção dos conhecimentos de cada treinamento e transmissão dos mesmos os demais integrantes da MB que estarão à frente da manutenção das novas Fragatas, contribuindo assim para atingir os objetivos do Programa Fragatas Classe Tamandaré.

Por fim, a definição de um modelo de seleção de pessoal baseado em um método de AMD, através da descrição detalhada das etapas realizadas na OM objeto deste estudo, permitirá a sua replicação em outras OMs da MB, que também executam periodicamente diversos processos de seleção de pessoal, contribuindo assim para o aumento da transparência desses processos e redução da subjetividade inerente ao tema de seleção de pessoal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APOIO MULTICRITÉRIO PARA A TOMADA DE DECISÃO

Diariamente o ser humano se depara com a necessidade de tomar decisões, podendo estas serem triviais ou que demandem uma necessidade de processamento de diversas informações. O processo de decisão encontra-se atrelado às atividades do cotidiano das pessoas e é definido como o procedimento de se analisar um conjunto de informações, com o objetivo de se obter uma resposta favorável a um dado problema (MUNIER; HONTORIA; JIMÉNEZ-SÁEZ, 2019).

De acordo com Santos *et al.* (2020) uma boa decisão deve estar capacitada a alcançar os objetivos desejados, atendendo aos anseios das partes envolvidas, considerando diversos critérios atrelados a conjuntura na qual o problema se desenha. De acordo com Maghrabie, Beauregard e Schiffauerova (2019), um aumento da quantidade de variáveis e também de decisores, eleva o grau de complexidade da decisão a ser tomada, fazendo com que se torne desejável a utilização de ferramentas que apoiem o processo decisório.

As técnicas de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) viabilizam uma abordagem sistemática para apoiar os envolvidos em uma tomada de decisão, os quais irão deliberar com base nas avaliações dadas para cada alternativa, levando em consideração um conjunto de critérios predeterminados em conformidade com as preferências estabelecidas por cada decisor envolvido (KRISHANKUMAR *et al.*, 2022).

O AMD pode ser definido como uma metodologia formal e científicamente fundamentada, que visa uma decisão precisa baseada em uma explicação matemática e em uma avaliação simultânea de diversos aspectos do problema. Utilizando-se de um conjunto de métodos e técnicas, determina uma relação de preferências entre diversos fatores, ajudando assim, pessoas e organizações a tomarem decisões (SILVA *et al.*, 2020).

De acordo com Silva, Gomes e Costa Junior (2018), os métodos de AMD oferecem a estruturação e a compreensão de problemas não triviais que ocorrem em ambientes complexos. Entretanto, é importante ressaltar que o AMD não tem o objetivo de dar uma resposta final a estes problemas, mas sim de oferecer informações que apoiem os decisores para a tomada de decisão, através de recomendações para a realização de ações e os possíveis desdobramentos das mesmas (MACHARIS; BERNARDINI, 2015).

De acordo com Longaray *et al.* (2016), em seu estudo bibliométrico sobre periódicos brasileiros que empregaram os métodos de AMD entre os anos de 2004 a 2016,

houve um crescimento de aproximadamente 100% na quantidade anual de artigos sobre o assunto. Ainda nessa pesquisa, foi constatado que as áreas que tiveram destaque na utilização de métodos de AMD foram: tecnologia da informação, gestão pública, gestão estratégica, qualidade, gestão de riscos, sustentabilidade, gestão organizacional entre outras.

Para a realização do processo de modelagem de um problema de decisão multicritério é necessária a identificação dos seus elementos. São eles: decisor, analista, especialista, alternativas, critérios e pesos (ROY, 1996):

- a) Decisor: pode ser um único indivíduo ou um grupo, que possuem o principal papel no desenvolvimento do processo decisório e são beneficiados pela utilização de métodos de AMD. O decisor realiza a avaliação do que é viável e os objetivos pretendidos com a decisão, expressa suas preferências e é a principal parte interessada no desenrolar do processo (ROY, 1996);
- b) Analista: realiza a definição do método e modelagem matemática do problema, para posterior divulgação dos resultados obtidos. Tem o propósito de fomentar o decisor com informações que esclareçam as consequências de um dado comportamento, traduzindo para termos comprehensíveis podendo sugerir ações ou metodologias (ROY, 1996);
- c) Especialista: são pessoas com notório conhecimento sobre assuntos pertinentes ao problema em foco (GOMES; GOMES, 2014).
- d) Alternativas: São as escolhas possíveis a serem realizadas, constituindo-se de opções que podem possuir várias características e opiniões. Um problema de decisão multicritério possui diversas alternativas as quais o decisor pode escolher. (GOMES; GOMES, 2014).
- e) Critérios ou Atributos: São premissas que conduzirão a avaliação e que levará à escolha de uma alternativa, estabelecendo suas relações de preferência. Em uma outra leitura, o critério também pode ser entendido como a ferramenta que propicia a comparação das alternativas, levando-se em consideração um ponto de vista (GOMES; GOMES, 2014).
- f) Pesos: os pesos estabelecem o nível de importância relativa que são dados a cada um dos critérios definidos. Consequentemente, os pesos são atribuídos de forma que se possa realizar a comparação dos critérios em termos de escala de importância (ROY, 1996).

Em seguida, deve-se saber qual é o tipo de problema a ser resolvido. No AMD, o tipo de problemática quer dizer o modo como se espera obter apoio para um problema de decisão com múltiplos critérios. Ou seja, de acordo com um dado problema de decisão, uma das quatro problemáticas descritas por Roy (2016) e Gomes e Gomes (2019) será utilizada:

- Problemática tipo $P\alpha$ (Problemática de escolha): esclarece a decisão através da seleção de um subconjunto de alternativas o mais restrito possível, considerando-se a escolha final de somente uma ação. O resultado deste gênero de problemática é um processo de escolha ou seleção da melhor ou das melhores alternativas;
- Problemática tipo $P\beta$ (Problemática de classificação): apoia o decisor em uma classificação, que resulta em uma atribuição de cada ação a uma categoria, de forma que as categorias são definidas a priori em função normas aplicáveis ao conjunto de ações. O resultado deste gênero é um procedimento de classificação;
- Problemática tipo $P\gamma$ (Problemática de ordenação): apoia o decisor utilizando um ranking obtido pela junção de todas as ações, em classes de equivalência que estão parcial ou totalmente ordenadas de acordo com as preferências do decisor. O resultado deste gênero é um ranking ou ordenação das alternativas;
- Problemática tipo $P\delta$ (Problemática de descrição): objetiva apoiar o decisor criando uma descrição, numa linguagem apropriada, das ações e suas consequências. O resultado deste gênero é uma descrição ou um procedimento cognitivo.

Os autores Gomes, Araya e Carignano (2011) fazem menção ao fato de que essas problemáticas não são independentes entre si, utilizando o exemplo em que uma problemática de seleção da melhor alternativa ($P\alpha$) pode utilizar como base a de ordenação das alternativas ($P\gamma$).

Uma vez definido o tipo de problemática a ser tratada, inicia-se a estruturação do problema de decisão. Um problema de AMD deve apresentar as seguintes propriedades: *a)* Múltiplas alternativas; *b)* N diferentes pontos de vista; e *c)* Descrição detalhada de cada alternativa, de acordo com os diferentes pontos de vista (CLIVILLÉ; BERRAH; MAURIS, 2013).

Considerando-se esse cenário, deve-se observar pelo menos duas alternativas ou ações para que os decisores possam escolher (FIGUEIRA *et al.*, 2013). Sejam a_1 e a_2 duas alternativas que pertencem a um conjunto discreto A , com m alternativas:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_m\}$$

E c_j um critério em uma família de critérios F , com n critérios:

$$F = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\}$$

Considerando $g_j(a_i)$ o valor obtido pela alternativa a_i no critério g_j e $a_i \in A$, $g_j \in F$, uma matriz de desempenho $m \times n$ pode ser obtida, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz de decisão.

Alternativas	Critérios			
	C ₁	C ₂	...	C _m
a ₁	g ₁ (a ₁)	g ₂ (a ₁)	...	g _m (a ₁)
a ₂	g ₁ (a ₂)	g ₂ (a ₂)	...	g _m (a ₂)
...
a _n	g ₁ (a _n)	g ₂ (a _n)	...	g _m (a _n)

Fonte: Almeida (2013).

Após a determinação da matriz o problema está pronto para o tratamento pelo método de AMD. Antes de iniciar o processo, entretanto, é necessária a normalização das funções de valores, para que tenham a mesma base independente do critério que está sendo avaliado. Isso possibilita relacionar coisas distintas, como por exemplo o preço de um carro e o quanto vale o consumo de combustível, necessário em métodos AMD que trabalham com comparações entre critérios (PELISSARI, 2019).

As preferências do decisor são de primordial importância para a estruturação do modelo de AMD. O estudo realizado por Figueira *et al.* (2013) diz que a modelagem utilizada para resolver o problema multicritério deve expressar claramente as preferências do decisor e demonstrar rigorosamente a sua compreensão das consequências das suas decisões. A modelagem de preferência descreve a comparação e as preferências do decisor em relação a um grupo de alternativas (GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011).

De acordo com Roy (1996) e Almeida (2013), quando um decisor escolhe entre duas alternativas, sabendo as consequências possíveis para cada escolha, pode revelar sua preferência entre elas através de quatro formas fundamentais descritas a seguir:

- Indiferença (*I*): é observada quando, de maneira clara e positiva, há igualdade entre as duas ações (ROY, 1996; GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011; ALMEIDA, 2013).
- Preferência estrita (*P*): é observada quando existem razões que justificam ser a favor de uma ação, considerando-se as duas avaliadas (ROY, 1996; GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011; ALMEIDA, 2013).
- Preferência fraca (*Q*): é observada quando existem razões que nulificam a preferência estrita ou indiferença, em favor de uma ação, mas não existem razões suficientes para escolha de outra ação, invalidando, desta forma, ambas as ações (ROY, 1996; GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011; ALMEIDA, 2013).
- Incomparabilidade (*R* ou *NC*): é observada quando há a ausência de razões claras e positivas que corroborem qualquer das três relações anteriores (ROY, 1996; GOMES; ARAYA; CARIGNANO, 2011; ALMEIDA, 2013).
- Superação (*S*): é observada quando há a conjunção de três situações: a de preferência estrita, preferência fraca e indiferença, em que não é possível distingui-las.

Após a modelagem das preferências do decisor, são realizadas duas avaliações, chamadas de avaliação intracritério e intercritério. Primeiramente é realizada a avaliação intracritério, que se realiza uma aferição de cada alternativa a_i para cada critério g_j , gerando-se assim a função valor $g_j(a_i)$. Essa avaliação possibilita que o problema seja representado por uma matriz de consequências, em que é possível se observar o valor a ser adotado para cada consequência. Em seguida é realizada a avaliação intercritério, combinando-se diferentes critérios, através da seleção do método de agregação para esses critérios, ou seja, selecionando-se um método de AMD. A avaliação intercritério se baseia no resultado de $g_j(a_i)$ que agregam os critérios considerados para análise, o que permite a comparação entre as alternativas gerando uma pontuação para as mesmas (ALMEIDA, 2013).

2.1.1 Classificação dos métodos AMD

De acordo Roy (1996) a escolha do método é um passo crucial para a solução de um problema de AMD e está diretamente ligada a compensação presente ou não entre os

critérios considerados. De acordo com Watróbski e Jankowski (2016), os métodos multicritérios podem ser classificados em compensatórios e não compensatórios:

- Compensatórios: também referenciados na literatura como métodos da Escola Americana de AMD (WATRÓBSKI; JANKOWSKI, 2016), consistem nos métodos nos quais há um grupo de alternativas em que uma delas apresenta uma alta performance em um ou mais critérios e um baixo desempenho nos demais critérios, equilibrando os valores a serem apresentados (DOUMPOS; ZOPOUNIDIS, 2014). São aplicados os conceitos de *trade-offs*, em que a desvantagem de um critério é compensada pela vantagem de outro critério (ALMEIDA, 2013).
- Não compensatórios: também referenciados na literatura como métodos da Escola Europeia de AMD (WATRÓBSKI; JANKOWSKI, 2016), consistem nos métodos em que não há a compensação entre as variáveis consideradas, ou seja, as variáveis de baixo desempenho não influenciarão nos resultados (ALMEIDA, 2013), podendo até mesmo ser excluídas, conforme o método escolhido (ROY, 1996).

Uma vez definidas as relações entre os critérios, Roy (1996) realiza a classificação dos métodos AMD de acordo com as seguintes abordagens:

- Critério único de síntese: são os métodos utilizados quando os critérios do problema são de natureza compensatória (ROY, 1996). Estes métodos combinam todos os critérios para produzir uma avaliação global ou uma nota para cada alternativa (ALMEIDA *et al.*, 2015). De acordo com Gomes, Araya e Carignano (2011), estes métodos utilizam-se unicamente as relações de Preferência Estrita (P) e Indiferença (I), o que demanda assim um maior grau de certeza do decisor. Os seus principais representantes são:
 - MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*);
 - AHP (*Analytic Hierarchy Process*);
 - ANP (*Analytical Network Process*); e
 - MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique*).
- Métodos de sobreclassificação ou outranking: são os métodos utilizados quando os critérios são não compensatórios (ROY, 1996). Estes métodos podem ser utilizados nas situações em que as preferências do decisor não se

adequam unicamente às relações de Preferência Estrita (P) e Indiferença (I). Sendo assim, caso o decisor não esteja apto para comparar todas as consequências e ordená-las, pode utilizar as relações de Preferência Fraca (Q) e Incomparabilidade (R), realizando a comparação par a par das alternativas, aplicando a relação de Superação (S) entre os pares de alternativas (ALMEIDA *et al.*, 2015). Os seus principais representantes são:

- ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*); e
- PROMÉTHÉE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*).
- Métodos interativos: são os métodos que utilizam ferramentas computacionais, sendo representados pelos seguintes métodos:
 - STEM (*Step Method*);
 - ICW (*Interval Criterion Weight*);
 - Pareto Race.

2.2 MÉTODO COMPENSATÓRIO: AHP

O método AHP foi desenvolvido por Thomas Saaty na década de 1970 e a sua popularidade é crescente entre aqueles que buscam métodos para problemas de apoio à decisão, podendo ser utilizado como método único ou em conjunto com outros métodos (DANIŞAN; ÖZCAN; EREN, 2022). De acordo com Darko *et al.* (2019), trata-se do método de AMD mais utilizado em problemas com múltiplos critérios, incluindo aqueles com natureza conflitante, de maneira quantitativa, para a avaliação e escolha entre alternativas.

É possível encontrar publicações sobre trabalhos realizados tanto na administração pública, quanto na privada, com aplicações na área industrial, de saúde, de educação, de energia, entre outras (ÖZCAN; DANISAN; EREN, 2019), além de diversas publicações sobre a aplicação do método em problemas de seleção de pessoal (DANIŞAN; ÖZCAN; EREN, 2022; DWIVEDI; CHATURVEDI; VASHIST, 2020; KHAN *et al.*, 2019; ÖZCAN; İNAN; KORKUSUZ, 2020; YALÇIN; YAPICI PEHLIVAN, 2019).

Considerado um método flexível, simples e intuitivo, o AHP possibilita estruturar problemas que possuem múltiplos critérios e tomadores de decisão de forma hierárquica, fazendo com que a tomada de decisão seja realizada de forma racional, reduzindo assim

efeitos de intuições ou subjetivismos inerentes ao processo (SAATY, 1980). De acordo com o autor, no topo da hierarquia deve ser descrito o problema a ser tratado e abaixo devem ser especificados os critérios, podendo estes serem divididos em subcritérios, tantas vezes quantas forem necessárias. Finalmente, no último nível, devem estar representadas as alternativas consideradas. A Figura 1 ilustra uma representação do modelo de hierarquização proposto pelo método AHP.

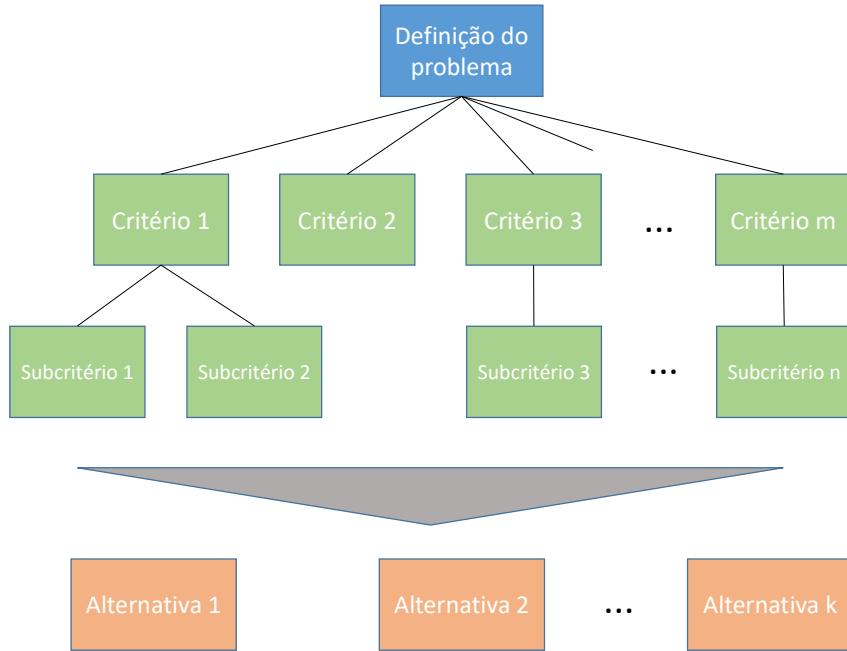


Figura 1: Representação hierárquica do método AHP.

Fonte: O autor.

De acordo com Nalmpantis *et al.* (2019), a criação da hierarquia do problema proposta pelo método AHP objetiva a incorporação e reflexão dos conhecimentos, experiências e anseios dos decisores. Para cada um dos critérios são atribuídos pesos necessários para a avaliação das alternativas definidas. Após a construção da hierarquia do problema de decisão, as alternativas são comparadas par a par, de acordo com os critérios estabelecidos (SAATY, 2012).

De acordo com Danisan, Özcan e Eren (2022), o método AHP pode ser implementado de acordo com cinco passos, descritos a seguir:

- Passo 1 – Criação da estrutura hierarquizada do problema. Devem ser descritos os objetivos da tomada de decisão, os critérios e subcritérios a serem considerados e alternativas existentes.
- Passo 2 – Criação da matriz para a realização das comparações par a par entre critérios e alternativas para cada critério.

- Passo 3 – Normalização da matriz e cálculo da importância relativa dos pesos de cada critério.
- Passo 4 - Realização do controle de consistência dos valores obtidos.
- Passo 5 – Análise dos valores obtidos.

No primeiro passo deve ser definido o problema de decisão. Devem ser feitas suposições a respeito do problema, identificar as partes envolvidas e definir qual o resultado que se procura saber. Em seguida deve ser criada a estrutura hierárquica do problema, conforme exemplo da Figura 4. Deve-se realizar a verificação se os níveis da hierarquia possuem coesão e se os relacionamentos entre eles estão claros e corretos.

No segundo passo é realizada a definição dos pesos para os critérios, construindo-se a matriz de comparação de critérios. Para isso, os mesmos são comparados par a par, adotando-se a escala de comparação Saaty descrita na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala fundamental de Saaty.

Valor	Definição	Explicação	Recíproco
1	Igual importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.	1
3	Importância moderada de um sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.	1/3
5	Importância forte ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.	1/5
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida em relação à outra e sua dominância é demonstrada na prática.	1/7
9	Importância extrema	A evidência que favorece uma atividade em detrimento de outra é da maior ordem possível de afirmação.	1/9

2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se precisa de uma condição de compromisso entre duas atividades.	1/2, 1/4, 1/6, 1/8
Recíprocos	Se uma atividade i tiver um dos números acima atribuídos a ela quando comparada com a atividade j , então para j teremos um valor recíproco quando comparado com i .		

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

O resultado da comparação é a matriz quadrada de prioridades dos critérios $A = (a_{ij})$, de ordem n . Cada valor de a é definido utilizando-se a escala fundamental de Saaty, através da comparação entre critérios, como por exemplo, entre os critérios C_2 e C_1 . A matriz resultante está representada na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Matriz de prioridades dos critérios.

	C_1	C_2	...	C_n
C_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
C_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
C_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Alves (2017).

Para o preenchimento das células dessa matriz com o valor a , deve ser realizada a seguinte pergunta: “quanto o critério da coluna j é mais importante que o da linha i ?”. O valor de a varia de 1 a 9, conforme os valores estabelecidos na escala fundamental de Saaty (Tabela 2). Quando um critério for menos importante que o outro, utiliza-se o seu valor recíproco, ou seja, $1/a$. Cabe destacar que, sempre que um critério for comparado a ele mesmo, representado pelos valores a_{11} , a_{22} até a_{nn} na Tabela 3, deverá ser atribuído o valor 1.

O passo três consiste na normalização da matriz de prioridades dos critérios, para que se possa obter os pesos relativos de cada critério. Para isso, deve-se calcular a soma de cada coluna da matriz e dividir cada fator de importância da matriz pela soma da coluna em que ele está, conforme a Equação 2-1.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^n a_{ij}\right)} \quad (2 - 1)$$

Após normalizar a matriz, obtém-se o peso de cada critério w_i realizando a média aritmética de cada linha da matriz, o que também é chamado de vetor de prioridade, representado pela Equação 2-2. Este vetor indica a preferência relativa das alternativas para o decisor em relação a um critério específico e o somatório dos valores do vetor sempre totalizará 1.

$$w_i = \frac{\left(\sum_{i=1}^n b_{ij}\right)}{n} \quad (2 - 2)$$

Em que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2 - 3)$$

O passo quatro consiste no cálculo da Razão de Consistência (RC). De acordo com Darko *et al.* (2019), considerando-se que os julgamentos são realizados pelos decisores ou especialistas no assunto foco da tomada de decisão, é possível constatar que o método AHP permite avaliações subjetivas. Portanto, é necessário verificar a consistência dessas avaliações, com o objetivo de garantir que estes julgamentos sejam refeitos, caso necessário, de forma a certificar que informações mais consistentes serão obtidas e assim o resultado final será o mais otimizado possível. Para o cálculo dessa consistência é necessário, inicialmente, realizar o cálculo do autovalor máximo, λ_{max} , conforme as Equações 2-4 e 2-5.

$$\lambda_{max} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}\right)}{n} \quad (2 - 4)$$

$$[a_{ij}]_{nxm} * [w_i]_{mx} = [d_i]_{nx1} \quad (2 - 5)$$

Em seguida é possível calcular a Razão de Consistência (RC) através das Equações 2-6 e 2-7. Ela é obtida através da divisão do Índice de Consistência (IC) pelo Índice Randômico (IR), obtido com base no tamanho da matriz considerada, de acordo com a Tabela 4.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (2 - 6)$$

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2 - 7)$$

Em que:

n = número de linhas e colunas da matriz

Tabela 4 - Índice Randômico.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,0 0	0,0 0	0,5 8	0,9 0	1,1 2	1,2 4	1,3 2	1,4 1	1,4 5	1,4 9	1,5 1	1,4 8	1,5 6	1,5 7	1,5 9

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

De acordo com Saaty (1990), se o valor obtido pela Razão de Consistência for inferior a 0,1, os julgamentos foram consistentes. Caso o valor obtido seja superior a 0,1, os decisores precisarão realizar novas avaliações e todos os passos do método AHP deverão ser realizados novamente.

Após a verificação da consistência é realizado o cálculo da importância relativa de cada alternativa considerando-se um dado critério, executando-se novamente os passos 2, 3 e 4 do método AHP. Obter-se-á uma matriz com as características da Tabela 5.

Tabela 5 - Matriz de comparações paritárias de alternativas.

	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	1	a ₁₂	...	a _{1n}
A ₂	a ₂₁	1	...	a _{2n}
...
A _n	a _{n1}	a _{n2}	...	1

Fonte: O autor.

Por fim, deve ser elaborada a matriz de decisão com os autovetores calculados na etapa 4 e realizar o cálculo do vetor decisão, conforme disposto na Tabela 6. Este vetor pode ser obtido através da soma do produto da linha de cada alternativa e o produto da linha dos valores dos pesos dos critérios. O vetor decisão possibilita avaliar o quanto uma

alternativa é melhor quando comparada a outra, considerando-se a importância de cada critério definido.

Tabela 6 - Matriz decisão.

	C₁	C₂	...	C_m
Pesos dos critérios	p ₁	p ₂		p _m
A₁				
A₂				
...				
A_n				

Fonte: O autor.

O passo 5 consiste na análise dos valores contidos na matriz de decisão. A melhor alternativa será aquela com a maior pontuação.

2.3 MÉTODO NÃO-COMPENSATÓRIO: PROMÉTHÉE

A família de métodos de sobreclassificação PROMÉTHÉE foi desenvolvida por Jean-Pierre Brans e apresentada pela primeira vez em 1982 como umas das extensões do método ELECTRE (BRANS; SMET, 2016). Trata-se de um método de AMD que pode realizar a avaliação e seleção de uma série de alternativas, considerando-se diversos critérios e fatores, com o objetivo de criar uma lista ordenada das melhores alternativas (ISHAK *et al.*, 2019), sendo conhecido pela sua simplicidade de aplicação e de obtenção de resultados extremamente confiáveis (WATRIANTHOS *et al.*, 2021).

Um estudo bibliométrico sobre a utilização do método PROMÉTHÉE em problemas de AMD foi realizado por Almeida e Rangel (2021) e revelou que, de 1985 até 2019, foram publicados 981 trabalhos, com uma notória tendência de aumento de publicações a partir de 2010, indicando a popularidade do método. O estudo revelou ainda que diversas áreas de atuação utilizam o método para tomadas de decisão, como a área de engenharia, ciências da computação, economia, ciências do meio ambiente, entre outras. Adicionalmente, a revisão bibliográfica realizada por esta pesquisa identificou algumas publicações que utilizaram o método em problemas de seleção de pessoal (AFSHARI *et al.*, 2016; CHEN; HWANG; HUNG, 2009).

O método PROMÉTHÉE é executado em duas fases: Fase 1: Ocorre a elaboração de uma relação de sobreclassificação. Fase 2: É realizada uma investigação desta relação para apoiar a tomada de decisão.

De acordo com Brans e Smet (2016) este método possui as seguintes características:

- Considera a diferença entre a performance de duas alternativas;
- As escalas dos critérios não geram efeitos na comparação par a par;
- Fácil entendimento para os decisores;
- Não possui parâmetros técnicos que não possuem significado para os decisores;
- Fornece informações sobre possíveis conflitos entre os critérios considerados; e
- Flexibilidade para a atribuição de pesos.

Os principais métodos da família PROMÉTHÉE estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Família de métodos PROMÉTHÉE.

Variações	Situação
PROMÉTHÉE I	Pré-ordem parcial das alternativas – Problemática de escolha.
PROMÉTHÉE II	Pré-ordem completa das alternativas. Problemática de ordenação.
PROMÉTHÉE III	Ampliação da noção de indiferença – tratamento probabilístico dos fluxos.
PROMÉTHÉE IV	Pré-ordem completa ou parcial – problemas de escolha ou ordenação em situações com conjunto de soluções viáveis contínuo.
PROMÉTHÉE V	Ordem completa das alternativas. Priorização das alternativas através de uma lógica de programação.
PROMÉTHÉE VI	Pré-ordem completa ou parcial, utilizado para problemática de escolha e ordenação. Usado em situações em que não se pode ter um peso fixo para cada critério.
PROMÉTHÉE GAIA	Extensão dos resultados do PROMÉTHÉE utilizando um procedimento visual e interativo.

Fonte: Baseado em Brans e Vincke (1985), Brans e Mareshal (2005) e Almeida (2013).

Considerando-se que o modelo a ser escolhido será utilizado na Organização Militar (OM) objeto desta pesquisa em caráter experimental, é desejável que o mesmo seja de fácil implementação e compreensão por parte dos decisores. Sendo assim, os métodos PROMÉTHÉE I e II atendem aos requisitos para modelar o problema de seleção de militares, sendo capazes de emitir uma lista ordenada dos candidatos a determinado curso do Programa Fragatas Classe Tamandaré da MB.

De acordo com Almeida (2013) os métodos PROMÉTHÉE I e II processam informações de maneira similar até o momento em que são criadas duas pré-ordens, uma decrescente Φ^+ e outra crescente Φ^- . É neste momento que ocorre a diferenciação entre os métodos. No PROMÉTHÉE I ocorre a interseção das pré-ordens, originando as relações de Preferência (P), Indiferença (I) e Incomparabilidade (R). No PROMÉTHÉE II é realizado o fluxo líquido, que origina uma pré-ordem completa, com as relações de Preferência (P) e Indiferença (I) apenas.

O PROMÉTHÉE realiza comparações par a par, nas quais o valor do desempenho de cada alternativa em cada critério é comparado com outro, de forma a se calcular um índice de preferência ao se agregar as comparações, conforme as seguintes etapas (BRANS; SMET, 2016):

Etapa 1 – Verificação das relações de sobreclassificação, de forma a se obter o índice de preferência através da Equação 2-8.

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^k P_j(b, a)w_j \end{cases} \quad (2 - 8)$$

Em que w_j é o peso do critério j , o qual deve ser normalizado de tal forma que $\sum w_j = 1$. O valor $\pi(a, b)$ expressa em que grau a é preferível a b em todos os critérios e $\pi(b, a)$ expressa em que grau b é preferível a a , conforme ilustrado na Figura 2. As seguintes propriedades valem para todo $(a, b) \in A$, em que A representa um conjunto finito de alternativas:

- $\pi(a, a) = 0$
- $0 \leq \pi(a, b) \leq 1$
- $0 \leq \pi(b, a) \leq 1$
- $0 \leq \pi(a, b) + \pi(b, a) \leq 1$

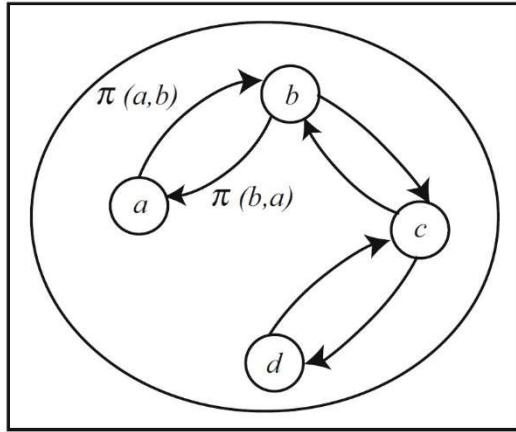


Figura 2: Fluxo de sobreclassificação.

Fonte: Brans e Smet (2016).

O método PROMÉTHÉE utiliza seis formas basilares para tratar a função de preferência $P_j(a, b)$, em que é escolhida a mais adequada para cada critério, fazendo com que o decisor possa expressar suas preferências de maneira mais eficiente. Ou seja, realizando-se a comparação par a par $d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$ obtém-se valores distintos para a função $P_j(a, b)$, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Tipos de critérios gerais utilizados no método PROMÉTHÉE.

Critérios gerais	Forma gráfica	Definição	Parâmetro
1 – Critério usual	<p><i>Tipo 1:</i> Critério Usual</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	-
2 – Quase-critério	<p><i>Tipo 2:</i> Critério U-shape</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	q
3 – Limiar de preferência V-shape	<p><i>Tipo 3:</i> Critério V-shape</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \leq d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p
4 – Pseudocritério Level	<p><i>Tipo 4:</i> Critério Level</p>	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p,q

5 – Área de indiferença V-shape com indeiferença	<i>Tipo 5:</i> Critério V-shape com indiferença 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p,q
6 – Critério gaussiano	<i>Tipo 6:</i> Critério Gaussiano 	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}} & d > q \end{cases}$	s

Fonte: Adaptado de Brans e Smet (2016) e Almeida (2013).

Etapa 2 – Cálculo dos fluxos de sobreclassificação, de forma a se obter os fluxos de entrada e saída, de acordo com as equações a seguir:

- Etapa 2.1 – Fluxo de saída, partindo-se de $\pi(a, x)$, o qual representa o quanto a alternativa a sobreclassifica as demais. Quanto maior $\phi^+(a)$, melhor é a alternativa (WATRIANTHOS *et al.*, 2021).

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (2-9)$$

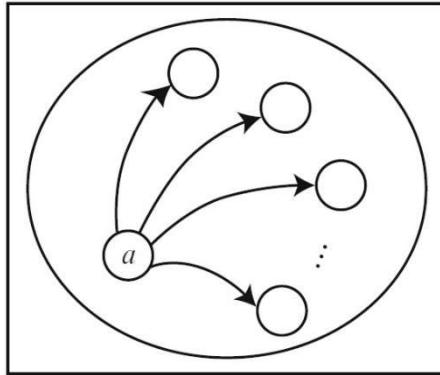


Figura 3: Fluxo de saída da alternativa.

Fonte: Brans e Smet (2016).

- Etapa 2.2 – Fluxo de entrada, partindo-se de $\pi(x, a)$, o qual representa o quanto a alternativa a é sobreclassificada pelas demais. Quanto menor $\phi^-(a)$, melhor é a alternativa (WATRIANTHOS *et al.*, 2021).

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (2-10)$$

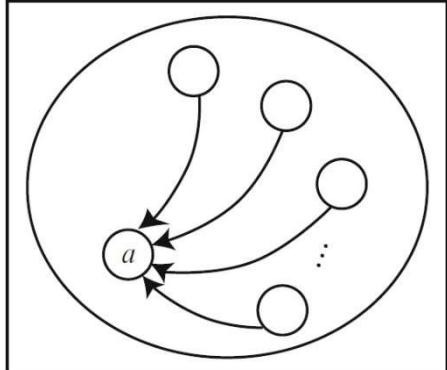


Figura 4: Fluxo de entrada da alternativa.

Fonte: Brans e Smet (2016).

Almeida (2013) chama atenção para o fato de que os arcos de saída ou de entrada são divididos pelo número ($n-1$) de alternativas comparadas com a . Dessa forma o indicador fica normalizado e independente do número de alternativas do conjunto A , fazendo com que o índice fique na escala (0,1).

Etapa 3 – Nesta etapa é realizada a ordenação das alternativas, na qual os métodos PROMÉTHÉE I e PROMÉTHÉE II se diferenciam. No PROMÉTHÉE I são elaboradas duas pré-ordens com os índices ϕ^+ e ϕ^- , baseando-se nas relações de sobreclassificação e indiferença, o que origina um pré-ordem parcial das três relações P, I e R:

- aPb se $\begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b) \text{ ou} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b) \text{ ou} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{cases}$
- aIb se $\phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) = \phi^-(b)$
- aRb se $\begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) > \phi^-(b) \text{ ou} \\ \phi^+(a) < \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) < \phi^-(b) \end{cases}$

O método PROMÉTHÉE II fornece uma ordem completa das alternativas através da identificação de um fluxo líquido, que pode ser obtido de acordo com a Equação 2-11:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (2-11)$$

Esta equação representa o equilíbrio entre os fluxos de saída e de entrada. Quanto maior o fluxo líquido, melhor será a alternativa, de forma que:

- aPb se $\phi(a) > \phi(b)$
- aIb se $\phi(a) = \phi(b)$

Quando o método PROMÉTHÉE II é utilizado, todas as alternativas são comparadas. As relações de Incomparabilidade (R) são retiradas e as seguintes propriedades são observadas:

$$\begin{cases} -1 \leq \phi(a) \leq 1 \\ \sum_{x \in A} \phi(a) = 0 \end{cases}$$

Desta forma, se $\phi(a) > 0$, a sobreclassifica todas as alternativas em todos os critérios e quando $\phi(a) < 0$ a é mais sobreclassificada.

De acordo com Almeida (2013), o método PROMÉTHÉE II tem sido mais escolhido que o PROMÉTHÉE I pelos decisores, devido a sua configuração e utilização na solução de problemas de AMD ser mais amigável. Isto ocorre porque o método possibilita que as preferências do decisor, traduzidas na função preferência e pesos do critério, seja implementada de forma simples e clara (BRANS; SMET, 2016).

2.4 AMD APLICADO EM PROBLEMAS MILITARES

A literatura apresenta diversos trabalhos sobre aplicações de métodos de AMD para tratar problemas na área militar. Entre os métodos mais utilizados, encontra-se o método AHP, o qual foi empregado na pesquisa realizada por Sennaroglu e Celebi (2018), para a seleção da localização de um aeroporto militar. No trabalho em questão, o método foi utilizado para a obtenção dos pesos de nove critérios principais e trinta e três subcritérios, os quais eram requisitos para a instalação do aeroporto militar. Foram considerados critérios como o clima, geografia, infraestrutura, segurança, transporte e também seus efeitos ambientais e sociais. Para se obter o ordenamento das alternativas de localização, foram utilizados os métodos PROMÉTHÉE e VIKOR, em que ambos apresentaram a mesma alternativa como sendo a melhor e mostraram-se consistentes nas análises de sensibilidade realizadas para verificar a robustez do modelo.

No estudo realizado por Moreira *et al.* (2021) sobre a aquisição de helicópteros de ataque pela Marinha do Brasil, optou-se pela utilização do método PROMÉTHÉE em conjunto com o método SAPEVO-M1. A junção dos métodos permitiu a avaliação da decisão a ser tomada, através de um algoritmo não compensatório para problemas de ranqueamento, considerando critérios qualitativos e quantitativos, por meio de entradas cardinais e ordinais. Foram avaliadas dez alternativas de aeronaves, considerando-se quatorze critérios. O estudo de caso realizado na Marinha do Brasil executou a avaliação das alternativas em cada critério e posteriormente utilizando três diferentes modelos de

análise de preferência, juntamente com a análise intracritério. Como resultado da aplicação do modelo proposto, foram apresentadas duas listas com o ordenamento dos modelos de aeronaves, uma considerando-se apenas os critérios quantitativos e utilizando apenas os critérios qualitativos.

O método TOPSIS foi escolhido pelos autores Wang e Chang (2007) para apoiar a Força Aérea de Taiwan na escolha entre sete modelos de aeronaves movidas a hélices, para treinamento dos seus militares. De acordo com os autores, a escolha do método foi devido a lógica empregada pelo TOPSIS ser racional e compreensível e o conceito utilizado pelo método permitir a busca das melhores alternativas para cada critério. Através de cálculos matemáticos simples, a importância dos pesos pode ser incorporada aos procedimentos de comparação, permitindo a avaliação de diversas alternativas. O processo de atribuição dos pesos aos 17 critérios considerados ajudou a identificar os critérios mais relevantes, melhorando a compreensão das agências de compras governamentais sobre os critérios críticos de desempenho que devem ser considerados ao comprar aeronaves de treinamento para a Força Aérea de Taiwan.

Com o objetivo de dar subsídios para a escolha de aquisição de uma aeronave pela Força Aérea da Espanha, os autores Sánchez-Lozano e Rodríguez (2020) utilizaram a combinação de lógica *fuzzy* com o método AHP. De acordo com os autores, alguns critérios envolvidos na avaliação das aeronaves são muitas vezes imprecisos ou vagos e o uso de termos linguísticos caracterizados por lógica *fuzzy* se torna necessário. O problema pesquisado identificou critérios quantitativos ou técnicos, como altura máxima de combate, velocidade operacional, distância para decolagem, entre outros e também critérios qualitativos, como a manobrabilidade, ergonomia, entre outros. Os critérios foram definidos com base na experiência de um conjunto de instrutores de voo da Força Aérea Espanhola. O método AHP foi utilizado para a obtenção dos pesos dos critérios, enquanto a lógica *fuzzy* foi utilizada para avaliar as alternativas com base em uma alternativa ideal de referência definida pelos instrutores de voo. Como resultado, a aeronave italiana Alenia Aermacchi M-346 Master foi identificada como a melhor alternativa.

O método VIKOR foi utilizado pelos autores Singh e Kumar (2019) para a seleção de absorvedores de ondas eletromagnéticas, utilizados para camuflar ogivas militares dos sistemas de rastreamento de radar inimigos. De acordo com os autores, o desenvolvimento destes absorvedores requer recursos consideráveis, como tempo, energia, matérias-primas e custo. Portanto, torna-se desejável a utilização de um método

capaz de apoiar a seleção de um melhor absorvedor dentre os existentes, em vez do desenvolvimento de um novo, objetivando economizar recursos valiosos. Foi utilizado o método AHP para a obtenção dos pesos dos critérios selecionados e em seguida o método VIKOR para se obter a lista ordenada dos modelos de absorvedores considerados.

Os autores Hobbs *et al.* (1992), do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA, realizaram a comparação dos resultados obtidos com a aplicação do método ELECTRE com o método AHP, para a seleção de projetos de plantas de fornecimento de água para a abastecer a área metropolitana da cidade de Washington. Foram considerados dez critérios para a avaliação de dez alternativas de projetos de plantas de abastecimento de água. O resultado do estudo demonstrou que a escolha do método é crucial para a obtenção de resultados consistentes, tanto quanto a escolha das pessoas que irão operar o método. Portanto, é primordial que os envolvidos na tomada de decisão entendam os processos necessários para a execução de cada método e entendam o porquê de cada método oferecer resultados que podem levar a escolhas distintas.

Um modelo híbrido contendo a associação do método DEMATEL com Sistemas de Informação Geográficas (SIG), foi utilizado pelos autores Gigovic *et al.* (2016) para auxiliar o Exército Sérvio a selecionar a melhor localização para a criação de um depósito de munições na região de Carpathian, ao leste da Sérvia. Foram considerados seis critérios: Distância de estradas e ferrovias; Distância de áreas urbanas; Área disponível (que não está sob proteção ambiental); Nível de declive (áreas mais planas são preferíveis a áreas com desníveis); Distância das linhas de alimentação de energia elétrica e Distância de bases militares. O modelo utilizado identificou oito locais em que o depósito poderia ser instalado, totalizando 44,5 km² de área apropriada para a sua localização.

Para apoiar o Exército americano na escolha entre três alternativas de carros para a movimentação de cargas delicadas em terrenos acidentados, o autor Bard (1992) realizou uma comparação entre dos resultados obtidos com o emprego dos métodos MAUT e AHP. O objetivo principal do estudo foi determinar os pontos fortes e fracos de cada método e caracterizar as condições sob as quais um método seria desejável ao outro. Foram definidos quatro critérios para a seleção dos carros: performance, risco, custo e atendimento dos objetivos, em que cada critério continha até quatro subcritérios, totalizando doze subcritérios. Ambos os métodos apresentaram a mesma solução para o problema. Entretanto, os autores chegaram à conclusão que o nível de abstração em torno do uso do método MAUT indicou que o método AHP é preferível para os decisores, que não eram familiarizados com nenhum dos métodos. Para problemas caracterizados por

um grande número de critérios, em que a maioria deles os resultados só podem ser medidos numa escala subjetiva, o método AHP foi considerado melhor. Quando os dados são mais quantificáveis, com poucos critérios e as alternativas são bem compreendidas, chegou-se à conclusão de que o método MAUT poderá ser a melhor escolha.

Um estudo realizado por Yatsalo *et al.* (2007) objetivou avaliar quatro alternativas propostas pelo Corpo de Engenheiros do Exército americano para a disposição dos sedimentos retirados pela dragagem do rio Cocheco, no trecho após a barragem do Centro da Cidade Dover, em Delaware nos EUA. Aproximadamente 34.000–46.000 m³ de sedimentos precisavam ser dragados e parte desse volume estava contaminado com hidrocarbonetos poliaromáticos e metais pesados. Restrições regulatórias exigem o descarte seguro de materiais contaminados, ou seja, proibindo o seu despejo no oceano. Outras opções comumente usadas (descarte aquático contido, aterro sanitário, entre outras) não foram consideradas aplicáveis para o local. Depois de longas negociações, fabricação de cimento, enchimento fluido, restauração de áreas úmidas e uma célula de eliminação de terras altas foram identificadas como alternativas viáveis para consideração. Para avaliar as alternativas, foram considerados quatro critérios: Custo, Qualidade ambiental, Mudança do habitat ecológico e Mudança do habitat humano e foi utilizado o método SMART. O resultado obtido foi comparado com os resultados obtidos pelos métodos PROMÉTHÉE e AHP. A avaliação desses resultados obteve consenso, uma vez que os métodos escolheram a mesma alternativa como a melhor e a mesma alternativa como a pior, diferindo apenas no ranking obtido para as 2^a e 3^a posições.

Os autores Costa *et al.* (2020) utilizaram o método THOR para selecionar o navio de assistência hospitalar (NAsH) da Marinha do Brasil mais indicado para apoiar o combate à pandemia de covid-19. Um NAsH é um tipo de navio operado pela Marinha brasileira que pode ser especialmente projetado, construído ou eventualmente adaptado para as funções de hospital flutuante, com passagem periódica por polos de saúde. O navio selecionado terá a função de atendimentos a pacientes com doenças não contagiosas, visando desonerar os leitos dos hospitais e possibilitar que os esforços dessas unidades hospitalares se concentrem no combate à covid-19. Foram considerados quatro navios como alternativas e seis critérios: Velocidade máxima; Raio de atuação; Tamanho da tripulação; Manobrabilidade; Capacidade de evacuação de pacientes e Capacidade hospitalar. Após a aplicação do método, foi possível analisar três cenários distintos de ordenação das alternativas, o que permitiu uma análise de sensibilidade robusta,

conferindo maior transparência e confiabilidade ao processo decisório. O NAsH “Oswaldo Cruz” foi selecionado para ser empregado no combate à pandemia.

2.5 AMD APLICADO EM PROBLEMAS DE SELEÇÃO DE PESSOAL

Existe uma vasta literatura disponível sobre a utilização de métodos de AMD por gestores de recursos humanos na realização de processos de seleção de pessoal. Os autores Kelemenis e Askounis (2010) utilizaram o método *fuzzy Technique for Order Preferences by Similarity To Ideal Solution* (TOPSIS) para realizar a seleção externa de um *Chief Information Officer* (CIO) entre quatro candidatos, em uma empresa multinacional. Para isso, foram definidos 11 critérios, a saber: a) capacidade para formulação e tomada de decisões estratégicas; b) gestão de mudanças/ adaptabilidade à mudança; c) habilidade para comunicação interpessoal; d) liderança; e) gestão de riscos/crises; f) conhecimento em redes de computadores; g) conhecimentos em software/ferramentas de software; h) conhecimentos em bancos de dados; i) experiência profissional; j) formação acadêmica; k) conhecimentos em novas tecnologias. A classificação final obtida pela abordagem proposta foi totalmente aderente com a preferência inicial do decisor, o *Chief Executive Officer* (CEO), indicando assim a aplicabilidade da pesquisa realizada.

De acordo com Kersuliene e Turskis (2011), muitos critérios considerados para a seleção de pessoal, como capacidade de organização, criatividade, personalidade e liderança, são imprecisos. Considerando-se esse contexto, os autores afirmam que a teoria de conjuntos *fuzzy* constitui-se como uma ferramenta fundamental para fornecer uma estrutura de decisão que incorpore julgamentos imprecisos, inerentes ao processo de seleção de pessoal. Para lidar com o problema identificado, os autores propõem uma junção do método *Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis* (SWARA), para a definição dos pesos dos critérios de seleção de pessoal com o *Additive Ratio Assessment* (ARAS) com números *Fuzzy*, para a seleção de um arquiteto.

Nabeeh *et al.* (2019) propuseram a utilização de um ambiente neutrosófico integrado aos métodos AHP e TOPSIS. De acordo com os autores, os grupos neutrosóficos são uma expansão dos *Intuitionistic Fuzzy Sets* (IFS), sendo utilizados para superar as condições de incerteza e inconsistência que circundam o ambiente de tomada de decisão para a seleção de pessoal, possibilitando demonstrar explicitamente o conhecimento e os julgamentos do decisor. A aplicação dos métodos foi realizada em um

estudo de caso para a seleção de um gerente da área de atendimento ao consumidor da empresa Smart Village Cairo Egypt. O método AHP foi utilizado para a definição dos objetivos, dos critérios e seus respectivos pesos. O ambiente neutrosófico foi utilizado para a definição das escalas para os critérios e alternativas e para a checagem da consistência do modelo. Por fim, o método TOPSIS foi utilizado para a seleção da melhor alternativa para ocupar o cargo de gerente.

Dagdeviren (2010) realizou um estudo em que utilizou um modelo híbrido, com os métodos ANP e TOPSIS, para tratar o problema de seleção de um Engenheiro Eletrônico para uma fábrica de peças para a indústria automotiva. O método ANP foi usado para analisar a estrutura do problema de seleção de pessoal e para determinar os pesos dos critérios. O método TOPSIS foi empregado para obter a classificação final das alternativas. Os resultados obtidos com a aplicação modelo proposto demonstrou ser viável e eficaz, e os gestores da empresa consideraram os resultados satisfatórios e implementáveis ao seu processo de seleção de pessoal.

Para lidar com problemas de AMD em que existem critérios inconsistentes (diferentes) para as alternativas e que as informações disponíveis para a tomada de decisão são incertas, os autores Wu *et al.* (2022) propõem um modelo híbrido utilizando linguagem probabilística e o método *Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* (VIKOR). A combinação dos métodos foi aplicada com êxito em um estudo de caso para seleção de pessoal que possuía informações incertas, como hesitação individual dos decisores e critérios inconsistentes.

Os autores Senel, Senel e Aydemir (2018) realizaram um estudo com o objetivo de selecionar, de forma eficiente, com custo mínimo e em pouco tempo, um funcionário para um cargo em uma das empresas líderes do setor automotivo da Turquia. Para isso foram utilizados, de forma separada, os métodos TOPSIS e ELECTRE, para selecionar um candidato, entre 65 disponíveis. Após a aplicação dos métodos, ambos chegaram na mesma alternativa como sendo a melhor, embora as demais alternativas tenham ocupado posições diferentes nos resultados, devido a forma de cálculo distinta para cada método.

Huang, Wan e Tzeng (2011) realizaram uma pesquisa para avaliar a aplicabilidade de métodos de AMD na seleção de um gerente para uma empresa multinacional de tecnologia de ponta. Para isso, foram utilizados em conjunto os métodos *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL), para a estruturação do problema de

seleção do gerente, o método ANP, para a obtenção dos pesos dos critérios e do método VIKOR, para realizar o ranqueamento dos candidatos.

A autora Gündoğdu (2020) propõe um modelo híbrido, composto por conjuntos *fuzzy* esféricos e o método *Multi-objective optimization based on ratio analysis plus full multiplicative form* (MULTIMOORA), para o tratamento de problemas de seleção de pessoal e de gestão de pessoas, de um modo geral. De acordo com a pesquisa realizada, o modelo proposto permite que os tomadores de decisão reflitam, de forma independente, suas hesitações no processo de escolha e avaliação de pessoal, usando uma escala de avaliação linguística baseada em conjuntos *fuzzy* esféricos. Para validar o modelo proposto, é realizado um estudo de caso para um processo de seleção de pessoal com quatro critérios e quatro alternativas. O resultado obtido é comparado com os resultados obtidos pelos métodos TOPSIS e Neutrosophic MULTIMOORA e em todos os métodos a mesma alternativa se apresenta como a melhor, indicando que o modelo proposto é válido.

Afshari *et al.* (2016) utilizaram o método PROMÉTHÉE para estruturação do problema de decisão, determinação dos pesos dos critérios e o ranqueamento dos candidatos de um processo de seleção para uma vaga de gerente, em uma empresa iraniana de transporte de óleo e gás. De acordo com os autores, o método PROMÉTHÉE é completamente adequado para o tratamento de problemas de seleção de pessoal, porque seus processos permitem a modelagem de preferências dos decisores de maneira simples e flexível. Além disso, é perfeitamente inteligível para os tomadores de decisão, pois representa uma das soluções mais intuitivas entre os métodos de decisão multicritério disponíveis.

Ji, Zhang e Wang (2018) propõem a combinação de grupos neutrosóficos com o método Tomada de Decisão Interativa Multicritério (TODIM) para realizar o processo de seleção de um supervisor de vendas de uma empresa de manufatura. O processo constitui-se de quatro candidatos e três critérios: a) comunicação oral; b) experiência profissional e c) aptidão ao cargo. De acordo com os autores, ao se levar em consideração a imprecisão e hesitação inerentes aos processos de seleção, o modelo proposto com ambientes neutrosóficos trata melhor esses aspectos que os modelos que utilizam os grupos *fuzzy* padrão. Além disso, o método TODIM apresenta papel crucial nos problemas de seleção de pessoal, por ser capaz de considerar o risco envolvido nas preferências dos decisores.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO CIENTÍFICA DA PESQUISA

Esta pesquisa é classificada quanto a sua natureza como aplicada, pois o seu resultado, o modelo para a seleção de militares, pode ser utilizado para a realização de seleção de pessoal em diversos processos da Marinha do Brasil. De acordo com Turrioni e Mello (2012), as pesquisas de natureza aplicada são caracterizadas pelo seu interesse prático, ou seja, seus resultados são plicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Com relação aos objetivos da pesquisa, podemos classificá-la como exploratória. Este tipo de estudo proporciona maior familiaridade com determinado problema, com o objetivo de torná-lo mais claro, tornando possível o surgimento de novas ideias sobre o tema pesquisado (GIL, 2010).

Quanto à abordagem, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa e quantitativa. A abordagem qualitativa será realizada com os dados que serão obtidos com o estudo de caso, em que serão definidos os critérios a serem utilizados para a seleção dos candidatos aos cursos para o Programa Fragatas Classe Tamandaré. A abordagem quantitativa se dará quando os métodos AHP e PROMÉTHÉE forem utilizados para a criação do modelo de seleção de pessoal.

Por fim, como estratégia de investigação para se elaborar modelo de seleção baseado em apoio multicritério, será utilizado um estudo de caso. De acordo com Yin (2015), um estudo de caso consegue tratar uma grande variedade de evidências como entrevistas, observações, registros documentais, entre outros. Gray (2012) complementa que este tipo de investigação pode ser usado para analisar ou descrever uma variedade de temas e assuntos, restringindo-se a uma faixa específica de pessoas, organizações ou contextos.

A Figura 5 ilustra as etapas realizadas para atingir o objetivo da pesquisa. Os próximos tópicos descreverão os procedimentos realizados em cada uma das etapas.



Figura 5: Etapas da pesquisa.

Fonte: O autor.

3.2 ETAPA 1 - REVISÃO DA LITERATURA

O volume de publicações científicas tem crescido de forma acelerada, fazendo com que cada vez mais fique difícil manter-se atualizado e acompanhar o estado da arte de um determinado tema. Sendo assim, a revisão de literatura é uma ferramenta primordial para que se possa acompanhar a evolução de variados temas (ARIA; CUCCURULLO, 2017).

De acordo com Wang *et al.* (2020), a revisão bibliográfica é uma forma tradicional de se analisar e revisar artigos científicos disponíveis na literatura. Este tipo de análise permite uma avaliação mais profunda acerca dos temas pesquisados. Trata-se de um procedimento de coleta, conhecimento, compreensão, síntese, análise e avaliação de uma seleção de artigos científicos com o objetivo de fomentar um arcabouço teórico e científico sobre um tópico específico ou um assunto em pauta (JUNIOR; PIRATELLI; PACHECO, 2022).

Considerando-se que o objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo de seleção de pessoal utilizando métodos de apoio multicritério para a tomada de decisão, que seja capaz de apoiar os decisores na seleção do pessoal que será capacitado no Programa Fragatas Classe Tamandaré da MB, torna-se relevante realizar uma verificação do que a literatura apresenta sobre a utilização de métodos AMD em problemas militares e também sobre a sua utilização em problemas de seleção de pessoal.

Os procedimentos metodológicos utilizados para coleta e análise de dados do estudo bibliométrico seguiram a recomendação de modelo proposto por Donthu *et al.* (2021). A base de dados escolhida foi a *Web Of Science*, uma vez que a mesma é tida como uma plataforma científica líder mundial (LI; ROLLINS; YAN, 2018), sendo uma base de dados multidisciplinar e que indexa os periódicos mais citados de cada campo de pesquisa e fornece diversas ferramentas para a realização de análise de dados bibliométricos (SZABÓ-SZENTGRÓTI; VÉGVÁRI; VARGA, 2021).

3.3 ETAPA 2 – ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE SELEÇÃO DE PESSOAL

Após a conclusão da revisão de literatura, foi possível identificar os principais métodos de AMD existentes, assim como os conceitos propostos para o tratamento de problemas de decisão com múltiplos critérios.

Para realizar a escolha e estruturação do modelo de seleção de pessoal, foi realizado um estudo de caso em uma OM da MB. Inicialmente, foi realizada uma reunião com o decisor, na qual foi feita uma contextualização do problema e foram apresentados os principais conceitos sobre os métodos de AMD e identificado o tipo de apoio esperado para o modelo, ou seja, que tipo de problemática o modelo deveria ser capaz de tratar. Com base nas informações obtidas na reunião, foi possível iniciar a estruturação do modelo de seleção e a definição do método AMD a ser utilizado. A Figura 6 ilustra as etapas realizadas para a estruturação do modelo de seleção de pessoal.

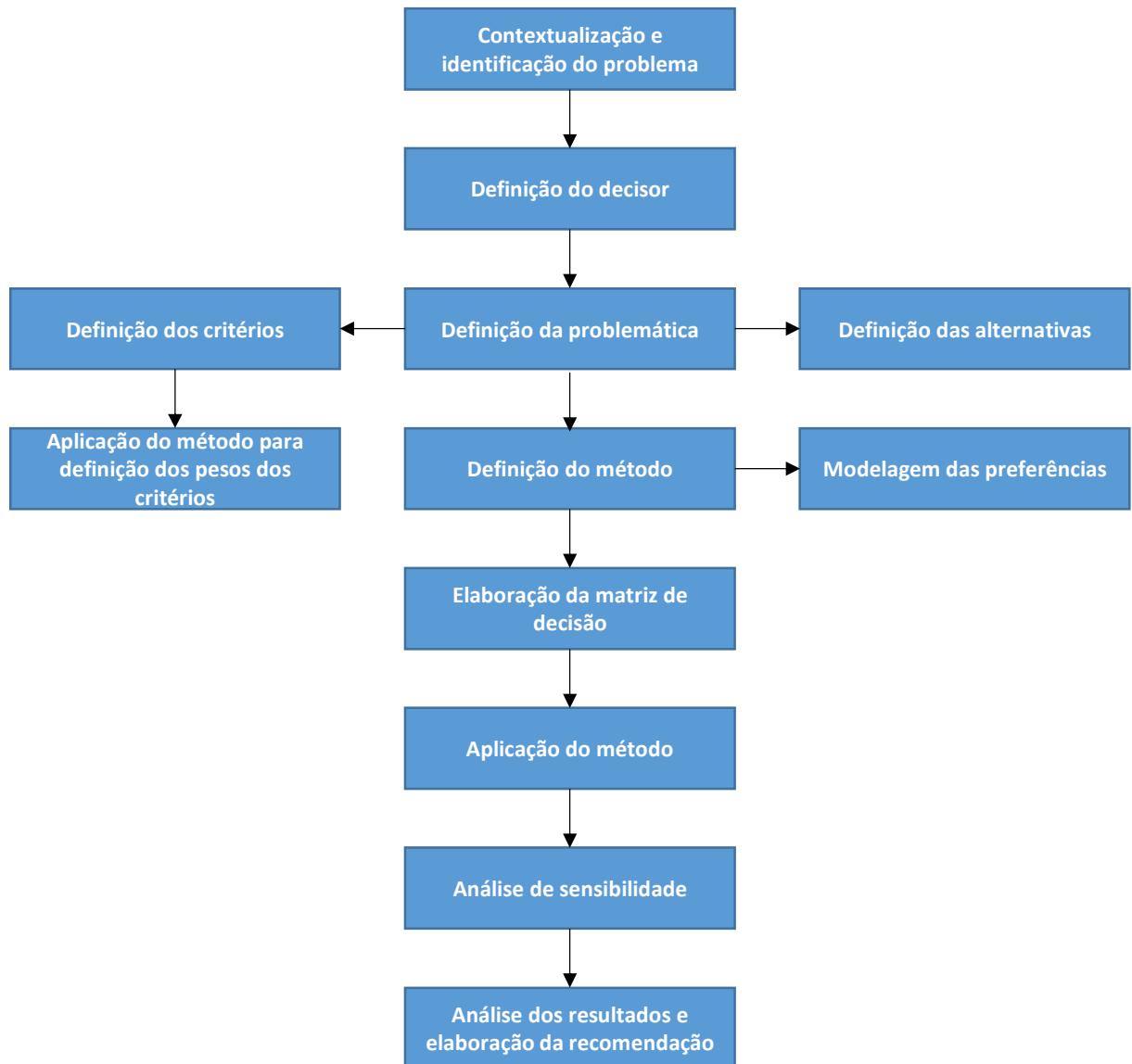


Figura 6: Etapas da estruturação do modelo de seleção de pessoal.

Fonte: O autor.

As etapas realizadas nesta pesquisa para a estruturação do processo de seleção foram baseadas no modelo proposto por Almeida (2013), o qual afirma que a resolução de um problema de decisão possui algumas fases e etapas distintas, conforme o procedimento descrito na Figura 7.

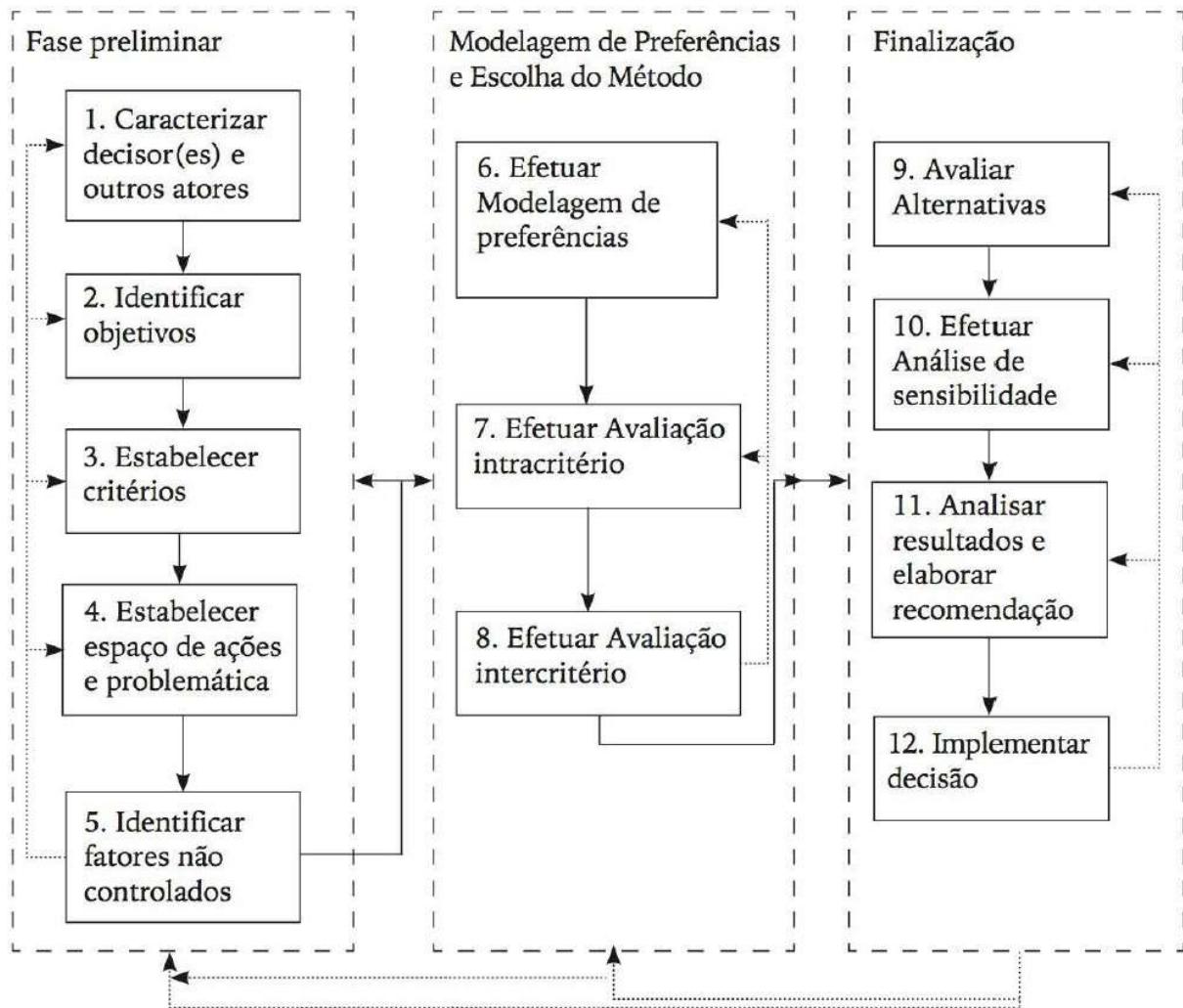


Figura 7: Procedimentos para resolução de um problema de decisão.

Fonte: Almeida (2013).

De acordo com Almeida (2013), há uma fase preliminar na qual devem ser definidos os decisores e outros atores do processo. Ainda na fase preliminar, devem ser identificados os critérios que serão utilizados no modelo.

Na segunda fase do método são realizadas as etapas relativas à modelagem de preferências e de avaliação intra e intercritério. De acordo com Almeida (2013), as etapas dessa fase devem ter um sequenciamento mais flexível e são as etapas que possuem significativa influência sobre a escolha do método. Ao final desta etapa, o modelo de decisão está construído, embora revisões ainda sejam possíveis, de acordo com os resultados das próximas etapas (ALMEIDA, 2013).

Na fase final do modelo proposto por Almeida (2013), as alternativas são avaliadas utilizando-se o modelo de AMD escolhido. O resultado obtido passa por uma análise de sensibilidade com o objetivo de verificar a consistência do resultado obtido.

Por fim, é elaborada a recomendação a respeito das melhores opções, cabendo ao decisor implementar a decisão que ele optar.

As etapas dos procedimentos descritos por Almeida (2013) serão detalhadas no capítulo 4, que mostrará os resultados obtidos através do estudo de caso realizado em uma OM da MB.

3.4 ETAPA 3 – ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta etapa, de finalização do estudo, serão avaliados os resultados obtidos e apresentada uma recomendação de ação para o decisor. Adicionalmente, será apresentado como será a interface do modelo de seleção a ser utilizado pelo decisor.

4 RESULTADOS

4.1 REVISÃO DA LITERATURA

4.1.1 Métodos de AMD utilizados em problema militares

Foi realizada uma revisão bibliográfica entre os dias 22 e 26 de janeiro de 2024, utilizando-se a base de dados *Web of Science*, através do portal CAPES. Considerou-se para a revisão apenas artigos científicos publicados em periódicos, descartando-se da busca artigos de conferências, revisões e capítulos de livros. Não houve restrição quanto ao período de início das publicações, sendo o período de corte a data do fim do levantamento bibliográfico, 26 de janeiro de 2024.

A próxima etapa constituiu-se da escolha das palavras chaves a serem buscadas na língua inglesa, de acordo com os temas a serem pesquisados. O Quadro 2 faz um resumo dos termos de busca que foram selecionados.

Quadro 2 - Palavras-chave sobre o tema de pesquisa.

Tema	Palavras-chave
Métodos de apoio multicritério à decisão	<i>“multiple criteria”, decision, method</i>
Forças Armadas	<i>Navy, Army, “Air Force”, “Armed Forces”, Military</i>

Fonte: O autor.

As palavras-chave devem aparecer, todas, nos resultados da busca e também seus possíveis sinônimos, resultando o algoritmo de busca do Quadro 3.

Quadro 3 - Algoritmo de busca.

Eixo	Algoritmo de busca
1	<i>“Multiple Criteria” OR “Multi criteria” OR Multicriteria</i>
	<i>AND</i>
2	<i>Decision</i>
	<i>AND</i>
3	<i>Method OR Analysis OR Aiding OR Making OR System OR Support</i>
	<i>AND</i>
4	<i>Navy OR Army OR “Air Force” OR Military OR “Armed Forces”</i>

Fonte: O autor.

A busca retornou um total de 143 registros. Após a leitura dos resumos dos documentos, 99 se mostraram aderentes ao objetivo da pesquisa e foram considerados para a amostra. Para a realização do estudo bibliométrico, foram utilizados os softwares Excel e VOSviewer.

a) Estudo da produção e autoria

A Figura 8 mostra a distribuição de artigos publicados no período entre 1992 e 2023. Ao se analisar o gráfico, é verificada tendência de aumento da quantidade de publicações sobre o tema, com pico de publicações nos anos 2020 e 2022, com um total de 16 e 14 publicações, respectivamente, em cada um desses anos.

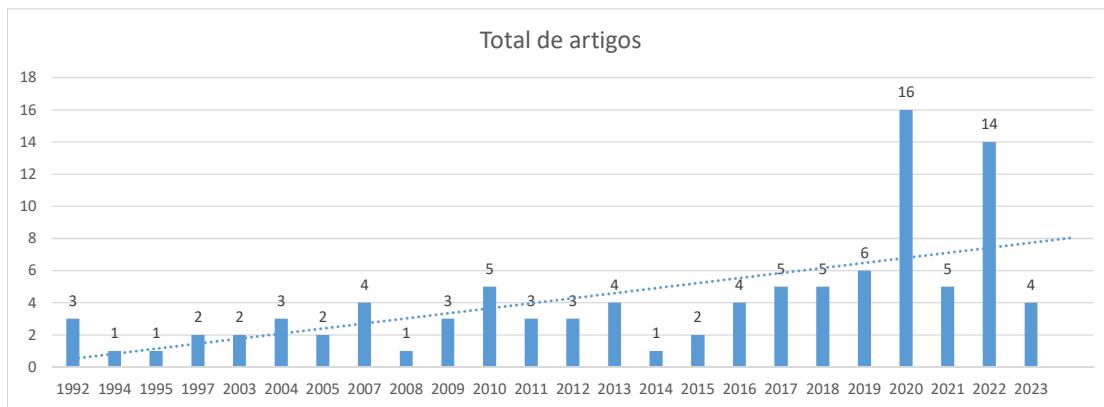


Figura 8: Quantidade de artigos publicados por ano.

Fonte: O autor.

Ao analisar a amostra quanto ao número de autores por documento, é possível verificar que a maioria deles possui de 2 a 5 autores, representando aproximadamente 77,7 % dos artigos e que 13% possuem de 6 a 11 autores. A Tabela 8 apresenta o número de autores por artigo.

Tabela 8 - Quantidade de autores por artigo.

Quantidade de autores	Quantidade de artigos	%
1	9	9,1%
2	19	19,2%
3	22	22,2%
4	22	22,2%
5	14	14,1%
6	8	8,1%
7	1	1,0%
8	2	2,0%
9	1	1,0%
10	0	0,0%
11	1	1,0%
Total	99	100%

Fonte: O autor.

Com o objetivo de verificar os autores mais produtivos da amostra, contabilizou-se a quantidade de artigos de um determinado autor, independente se como autor principal

ou como coautor. Restringiu-se os resultados a pelo menos 3 artigos. A Tabela 9 exibe os resultados obtidos.

Tabela 9 - Autores que publicaram 3 ou mais artigos.

Autores	Quantidade de Artigos
Santos, M.	7
Linkov, I.	4
Costa, I. P. A.	3
Gomes, C. F. S.	3
Guitouni, A.	3
Sanchez-Lozano, J. M.	3
Wang, T. C.	3

Fonte: O autor.

Em seguida, foi investigada a quantidade de publicações por instituição. Um total de 196 instituições foram responsáveis pela publicação dos artigos selecionados. Para a análise, considerou-se apenas aquelas que apresentaram 3 ou mais publicações. O Departamento de Defesa dos Estados Unidos apresentou a maior produção, com um total de 16 artigos. Cabe destacar a Universidade Federal Fluminense, empatada na terceira posição com o Departamento de Engenheiros do Exército dos EUA, com um total de 7 artigos produzidos. A Tabela 10 mostra as instituições que apresentaram produção de 3 ou mais artigos e a representação percentual aproximada em relação a amostra de 99 artigos.

Tabela 10 - Instituições que mais produziram artigos.

Instituições	Quantidade de Artigos	% total de artigos
UNITED STATES DEPARTMENT OF DEFENSE	16	16%
UNITED STATES ARMY	9	9%
U S ARMY CORPS OF ENGINEERS	7	7%
U S ARMY ENGINEER RESEARCH DEVELOPMENT CENTER ERDC	7	7%
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE	7	7%
UNITED STATES AIR FORCE	4	4%
CONSTRUCTION ENGINEERING RESEARCH LABORATORY CERL	3	3%
ERDC RISK MODELING	3	3%
GAZI UNIVERSITY	3	3%
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA IME	3	3%
STATE UNIVERSITY SYSTEM OF FLORIDA	3	3%
UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM	3	3%

Fonte: O autor.

Também foram analisados os países que mais publicaram artigos, considerando-se a amostra selecionada. Um total de 32 países publicaram artigos, mas restringiu-se a análise para aqueles que tiveram 4 ou mais publicações. Os EUA figuram na primeira posição, com um total de 28 artigos produzidos. O Brasil aparece em terceiro lugar, com um total de 8 artigos. A Tabela 11 mostra os dez países que mais produziram artigos.

Tabela 11 - Os países com produção de 4 ou mais artigos.

Ranking	Páis	Artigos
1	EUA	28
2	TURQUIA	13
3	BRASIL	8
4	CHINA	7
5	CANADA	6
6	INGLATERRA	6
7	COREIA DO SUL	5
8	ESPAÑHA	5
9	PORTUGAL	4
10	TAIWAN	4

Fonte: O autor.

b) Avaliação das referências bibliográficas

Ao realizar a análise das referências bibliográficas dos 99 artigos, foi possível identificar as obras de maior repercussão, devido a quantidade de ocorrências das mesmas nas referências de cada artigo da amostra. De um total de 3.657 referências, foram selecionadas as obras que possuíam 8 ou mais citações, resultando em 6 artigos, cujo o mais citado obteve um total de 15 citações e foi publicado no ano de 1980. A Tabela 12 apresenta os resultados.

Tabela 12 - Publicações mais citadas nas referências da amostra considerada.

Título	Tipo	Autor e Ano	Número de citações
Analytic planning	Artigo	Saaty T. L., 1980	15
Evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight	Artigo	Cheng C. H., 1999	11
Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs	Livro	Keeney R. L., 1976	10
Fuzzy sets	Artigo	Zadeh L. A., 1965	10
Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function	Artigo	Cheng, C. H., 1997	9
How to make a decision: the analytic hierarchy process	Artigo	Saaty T. L., 1990	8

Fonte: O autor.

Por fim, foi realizada a análise quanto às obras de maior relevância entre as selecionadas. Para isso, considerou-se as 10 obras com o maior número de citações na base de dados do *Web of Science*. A Tabela 13 mostra a lista dos artigos selecionados.

Tabela 13 - Os 10 artigos mais citados.

	Título	Autores	Número de citações	Ano de publicação
1	Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment	Kurnaz, S; Ozdagoglu, A; Keles, MK	394	2007
2	A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods	Costa, IPD; Maêda, SMD; Teixeira, LFHDD; Gomes, CFS; dos Santos, M	136	2018
3	The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots	Oztaysi, B; Onar, SC; Goztepe, K; Kahraman, C	91	2016
4	Does choice of multicriteria method matter - Na experiment in water-resources planning	DURSO, A; DONAHUE, SF	80	1992
5	Normalized weighted geometric bonferroni mean operator of interval roughnumbers - application in interval rough dematel-copas model	Surkov, O	62	2018
6	Geo-spatial multi-criteria analysis for wave energy conversion system deployment	Pereira, RCA; Moreira, MAL; Costa, IPD; Tenório, FM; Barud, NA; Fávero, LP; Al-Qudah, AA; Gomes, CFS; dos Santos, M	61	2009
7	Evaluating military training aircrafts through the combination of multi-criteria decision making processes with fuzzy logic. A case study in the Spanish Air Force Academy	Girardi, R; dos Santos, M	56	2015
8	Application of Multicriteria Decision Analysis Tools to Two Contaminated Sediment Case Studies	Guitouni, A; Martel, JM; Bélanger, M; Hunter, C	53	2007
9	Weapon System Capability Assessment under uncertainty based on the evidential reasoning approach	Costa, IPD; Terra, AV; Moreira, MAL; Pereira, MT; Favero, LPL; dos Santos, M; Gomes, CFS	49	2011
10	Portfolio Decision Analysis Framework for Value-Focused Ecosystem Management	Frini, A	47	2013

Fonte: O autor.

c) Análise de conteúdo

De acordo com Zhang e Zhao (2022), a análise das palavras-chave pode ser útil para entender sobre possíveis tendências futuras na área de pesquisa, pois apontam os principais tópicos de um artigo. Durante a análise, foram identificadas 583 palavras-chave, as quais foram restringidas a 14 resultados, aplicando-se o filtro de no mínimo 5 ocorrências. O resultado está representado na Figura 9.

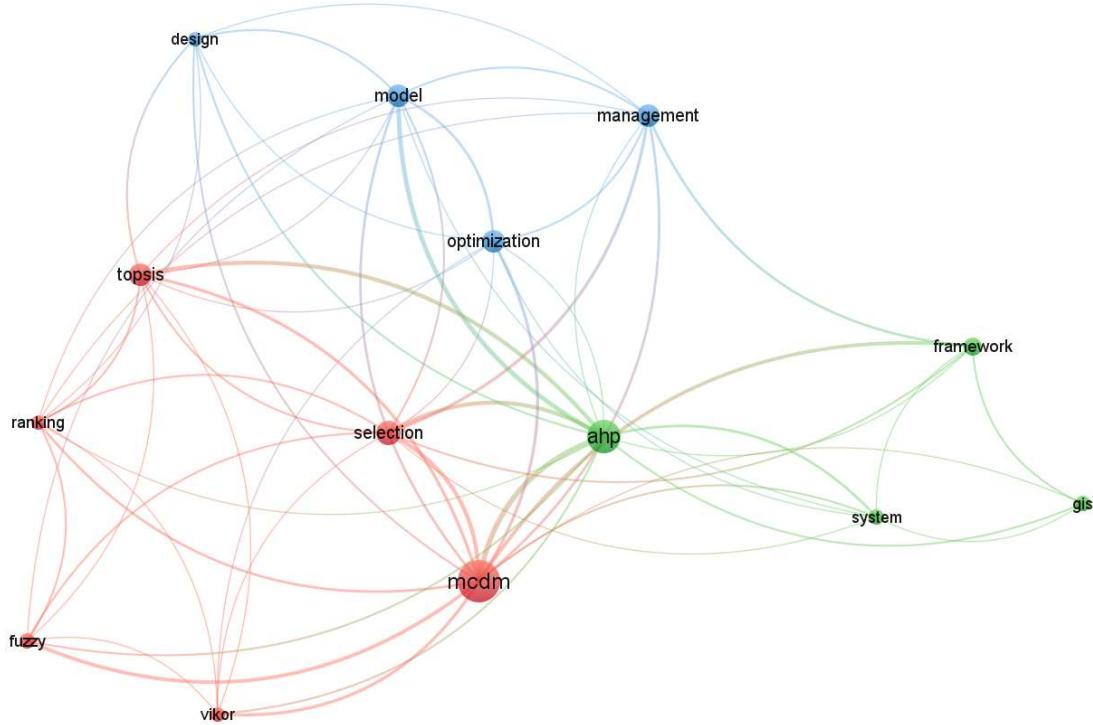


Figura 9: Relacionamento entre as palavras-chave.

Fonte: O autor.

A palavra-chave MCDM, abreviação em inglês de *Multiple Criteria Decision Method*, obteve 33 ocorrências, demonstrando assim que os artigos selecionados possuíam aderência ao tema pesquisado. Além disso, é possível verificar ocorrência representativa de métodos de AMD tradicionais, com destaque para o AHP, seguido pelos métodos TOPSIS, VIKOR e também pela utilização de lógica *fuzzy* para a tratativa de problemas de decisão com múltiplos critérios em problemas militares. Por fim, nota-se que a maioria dos artigos que utilizaram métodos de AMD objetivaram a seleção ou a ordenação de alternativas, pela incidência das palavras “*selection*” e “*ranking*” entre as mais citadas.

Em seguida, passou-se para o estudo dos métodos de AMD utilizados nos artigos selecionados. Para isso, foram contabilizados todos os métodos AMD utilizados no artigo, uma vez que um problema de apoio multicritério à decisão pode ser tratado com um único método ou com a junção de dois ou mais métodos. A Tabela 14 apresenta os resultados.

Tabela 14 - Métodos de AMD utilizados nos artigos.

Método	Quantidade de ocorrências %
AHP	31,2%
TOPSIS	20,4%
FUZZY SETS	15,1%
PROMETHEE	6,5%
VIKOR	6,5%
ELECTRE	5,4%
DEMATEL	4,3%
MAUT	2,2%
SMART	2,2%
THOR	2,2%
ANP	2,2%
ARAS	1,1%
SWARA	1,1%

Fonte: O autor.

Ao avaliar os resultados, observamos que o método AHP foi o mais utilizado em problemas militares, em 31,2% dos artigos considerados. De acordo com Santos, Costa e Gomes (2021) o método AHP prevalece entre os métodos mais utilizados em problemas militares pela maneira hierárquica que utiliza para tratar os problemas, entrando assim em consonância com a estrutura hierarquizada que existe nas organizações militares, facilitando assim a análise de alternativas de acordo com os critérios considerados.

Em seguida o método TOPSIS e a lógica fuzzy apresentaram a segunda e terceira maior utilização, com 20,4% e 15,1% dos artigos analisados, respectivamente, utilizados para a seleção da melhor alternativa. Os métodos de ordenação de alternativas também obtiveram destaque, representados pelos métodos PROMETHÉE, VIKOR e ELECTRE, com 6,5%, 6,5% e 5,4% dos artigos analisados, respectivamente.

4.1.2 Métodos de AMD utilizados para seleção de pessoal

Foi realizada uma revisão bibliográfica entre os dias 01 e 09 de agosto de 2023, na base de dados *Web of Science*, utilizando-se o portal CAPES. Considerou-se para a revisão apenas artigos científicos publicados em periódicos, descartando-se da busca artigos de conferências, revisões e capítulos de livros. Não houve restrição quanto ao período de início das publicações, sendo o período de corte a data do fim do levantamento bibliográfico, 09 de agosto de 2023.

A próxima etapa constituiu-se da escolha das palavras chaves a serem buscadas na língua inglesa, de acordo com os temas a serem pesquisados. O Quadro 4 faz um resumo dos termos de busca que foram selecionados.

Quadro 4 - Palavras-chave sobre o tema de pesquisa.

Tema	Palavras-chave
Métodos de apoio multicritério à decisão	<i>“multiple criteria”, decision, method</i>
Seleção de pessoal	<i>Personnel selection</i>

Fonte: O autor.

As palavras-chave devem aparecer, todas, nos resultados da busca e também seus possíveis sinônimos, resultando o algoritmo de busca do Quadro 5.

Quadro 5 - Algoritmo de busca.

Eixo	Algoritmo de busca
1	<i>“Multiple Criteria” OR “Multi criteria” OR Multicriteria</i>
	<i>AND</i>
2	<i>Decision</i>
	<i>AND</i>
3	<i>Method OR Analysis OR Aiding OR Making OR System OR Support</i>
	<i>AND</i>
4	<i>“Personnel Selection” OR “Personnel Evaluation” OR “Staff Selection” OR “Staff Evaluation”</i>

Fonte: O autor.

A primeira busca retornou um total de 133 registros. Após a leitura dos resumos dos documentos, 83 se mostraram aderentes ao objetivo da pesquisa e foram considerados para a amostra. Para a realização do estudo bibliométrico, foram utilizados os softwares Excel e VOSviewer, que é um software utilizado para a criação de mapas e visualização e exploração de informações (VAN ECK; WALTMAN, 2023).

a) Estudo da produção e autoria

A Figura 10 mostra a distribuição de artigos publicados no período entre 2001 e até agosto de 2023. É possível verificar que houve dois períodos sem publicação, entre os anos 2002 e 2004 e entre os anos 2006 e 2008. Ao se analisar o gráfico, é verificada tendência de aumento da quantidade de publicações sobre o tema, com pico de publicações nos anos 2018 e 2020, com um total de 11 publicações em cada um desses anos.

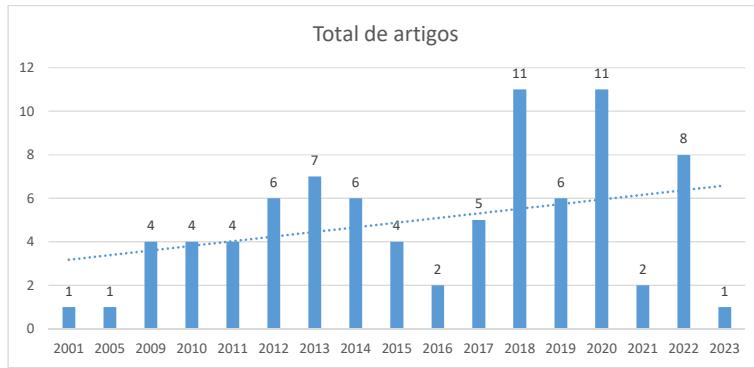


Figura 10: Quantidade de artigos publicados por ano.

Fonte: O autor.

Ao analisar a amostra quanto ao número de autores por documento, é possível verificar que a maioria deles possui de 2 a 4 autores, representando um total de 84,3% dos artigos e que 7,2% possuem de 5 a 7 autores. A Tabela 15 apresenta o número de autores por artigo.

Tabela 15 - Quantidade de autores por artigo.

Quantidade de autores	Quantidade de artigos	%
1	7	8,4%
2	26	31,3%
3	27	32,5%
4	17	20,5%
5	2	2,4%
6	3	3,6%
7	1	1,2%
Total	83	100%

Fonte: O autor.

Com o objetivo de verificar os autores mais produtivos da amostra, foram realizadas duas análises. A primeira considerou os autores que tiveram mais de uma publicação como autor principal dos artigos considerados. O resultado mostrou que não houve autor que tenha publicado mais que 2 artigos como autor principal e a Tabela 16 exibe aqueles que publicaram 2 artigos como autor principal.

Tabela 16 - Autores que publicaram 2 artigos como autor principal.

Autores	Quantidade de Artigos
Afshari, A. R.	2
Dadelo, S.	2
El-Santawy, M. F.	2
Hashemkhani Zolfani, S.	2
Kabak, M.	2
Kelemenis, A.	2
Nabeeh, N. A.	2

Fonte: O autor.

A segunda análise diz respeito a participação dos autores também como coautores, ou seja, foram contabilizados todos os artigos de um determinado autor, independente se como autor principal ou como coautor. Restringiu-se os resultados a pelo menos 3 artigos. O resultado mostra que os autores que publicaram 2 artigos como autores principais não publicaram outros artigos como coautores. A Tabela 17 mostra quais autores tiveram 3 ou mais publicações.

Tabela 17 - Autores que publicaram 3 artigos ou mais, incluindo coautoria.

Autores	Quantidade de Artigos
Zavadskas, E. K.	6
Turskis, Z.	5
Antucheviciene, J.	3

Fonte: O autor.

Em seguida foram investigadas a quantidade de publicações por universidade. Um total de 120 instituições foram responsáveis pela publicação dos artigos selecionados. Para a análise, considerou-se apenas aquelas que apresentaram 3 ou mais publicações. A *Vilnius Gediminas Technical University*, localizada na Lituânia, apresentou a maior produção, com um total de 10 artigos. A Tabela 18 mostra as universidades que apresentaram produção de 3 ou mais artigos e a representação percentual aproximada em relação a amostra de 83 artigos.

Tabela 18 - Universidades que mais produziram artigos.

Universidades	Quantidade de Artigos	%
VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY	10	12%
EGYPTIAN KNOWLEDGE BANK EKB	5	6%
GALATASARAY UNIVERSITY	4	5%
ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY	4	5%
CENTRAL SOUTH UNIVERSITY	3	4%
GAZI UNIVERSITY	3	4%
UNIVERSITY OF BELGRADE	3	4%
ZAGAZIG UNIVERSITY	3	4%

Fonte: O autor.

Também foram analisados os países que mais publicaram artigos, considerando-se a amostra selecionada. Um total de 24 países publicaram artigos, mas restringiu-se a análise para aqueles que tiveram 6 ou mais publicações, de forma a se obter os 5 países que mais publicaram. A Tabela 19 mostra os cinco países que mais produziram artigos.

Tabela 19 - Os cinco países que mais produziram artigos.

Ranking	Páis	Artigos
1	Turquia	25
2	China	14
3	Lituânia	11
4	Iran	7
5	Índia	6

Fonte: O autor

b) Avaliação das referências bibliográficas

Ao realizar a análise das referências bibliográficas dos 83 artigos, foi possível identificar as obras de maior repercussão, devida a quantidade de ocorrências nas referências de cada artigo. De um total de 2.417 referências, foram selecionadas as obras que possuíam 20 ou mais citações, resultando em 7 artigos, cujo o mais citado obteve um total de 33 citações e foi publicado no ano de 2010. A Tabela 20 apresenta os resultados.

Tabela 20 - Artigos mais citados nas referências da amostra considerada.

Referência	Autor e ano	Citações
A fuzzy MCDM approach for personnel selection	dursun m, 2010	33
A fuzzy AHP approach to personnel selection problem	gungor z, 2009	29
Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA	balezentis a, 2012	27
A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection	kelemenis a, 2010	25
Fuzzy sets	zadeh la, 1965	24
Personnel selection using analytic network process and fuzzy data envelopment	lin ht, 2010	22
A fuzzy hybrid MCDM approach for professional selection	kabak m, 2012	21

Fonte: O autor.

Por fim, foi realizada a análise quanto às obras de maior relevância entre as selecionadas. Para isso, considerou-se as 10 obras com o maior número de citações na base de dados do *Web of Science*. A Tabela 21 mostra a lista dos artigos selecionados.

Tabela 21 - Os 10 artigos mais citados.

	Título	Autores	Número de Citações	Ano de Publicação
1	A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection	Kelemenis, A; Askounis, D	183	2010
2	Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection	Kersuliene, V; Turskis, Z	179	2011
3	Group multi-criteria decision making based upon interval-valued fuzzy numbers: An extension of the MULTIMOORA method	Balezentis, T; Zeng, SZ	159	2013
4	Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA	Balezentis, A; Balezentis, T; Brauers, WKM	153	2012
5	Extended TODIM for multi-criteria group decision making based on unbalanced hesitant fuzzy linguistic term sets	Yu, WY; Zhang, Z; Zhong, QY; Sun, LL	150	2017
6	A fuzzy MCDM approach for personnel selection	Dursun, M; Karsak, EE	145	2010
7	A projection-based TODIM method under multi-valued neutrosophic environments and its application in personnel selection	Ji, P; Zhang, HY; Wang, JQ	144	2018
8	A fuzzy hybrid MCDM approach for professional selection	Kabak, M; Burmaoglu, S; Kazancoglu, Y	100	2012
9	Personnel Selection Based on Intuitionistic Fuzzy Sets	Boran, FE; Genc, S; Akay, D	90	2011
10	An Integrated Neutrosophic-TOPSIS Approach and Its Application to Personnel Selection: A New Trend in Brain Processing Brain Analysis	Nabeeh, NA; Smarandache, F; Abdel-Basset, M; El-Ghareeb, HA; Aboelfetouh, A	87	2019

Fonte: O autor

c) Análise de conteúdo

De acordo com Zhang e Zhao (2022), a análise das palavras-chave pode ser útil para entender sobre possíveis tendências futuras na área de pesquisa, pois apontam os principais tópicos de um artigo. Durante a análise, foram identificadas 380 palavras-chave, as quais foram restringidas a 22 resultados, aplicando-se o filtro de no mínimo 5 ocorrências. O resultado está representado na Figura 11.

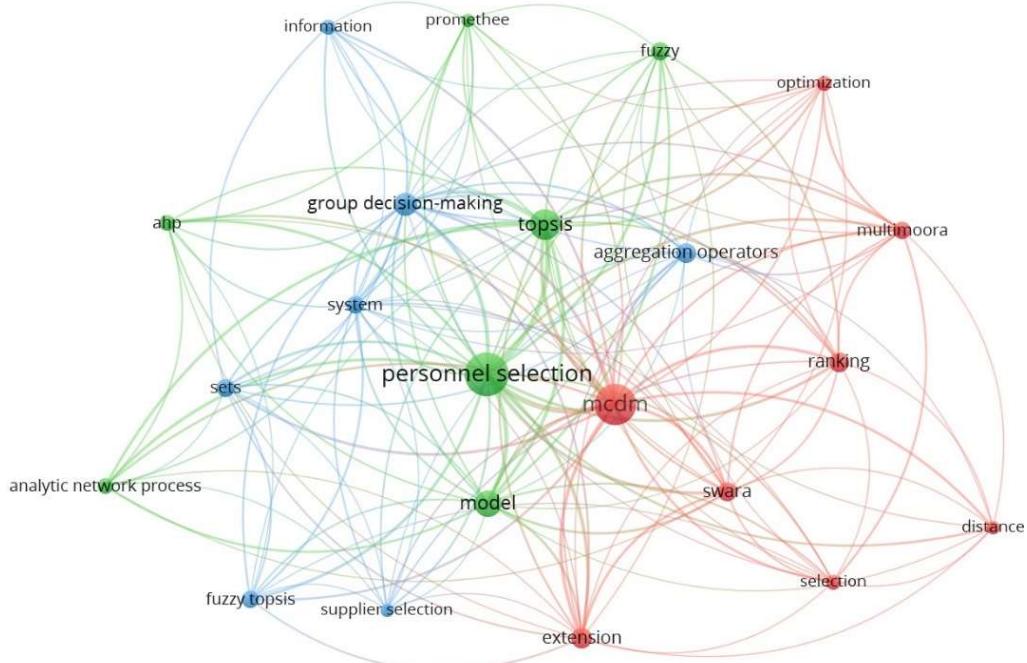


Figura 11: Relacionamento entre as palavras-chave.

Fonte: O autor.

A palavra-chave *personnel selection* tem o maior número de ocorrências, com um total de 51 aparições, seguido de 47 ocorrências da abreviação em inglês MCDM - *Multiple Criteria Decision Method*, demonstrando assim que os artigos selecionados possuem aderência ao tema desta pesquisa. Além disso, é possível verificar ocorrência representativa de métodos de AMD que utilizam lógica *fuzzy*, além dos métodos de AMD tradicionais como o TOPSIS, AHP e *Analytic Network Process* (ANP). Adicionalmente, as palavras *supplier selection* e *distance* demonstram tipos de problemas de decisão multicritério famosos que os artigos costumam citar como exemplos.

Foi realizada uma análise dos principais critérios de seleção presentes nos artigos selecionados. Para isso, foram considerados todos os artigos com acesso livre na base de dados *Web of Science*, totalizando 52 artigos. A Tabela 22 lista os critérios com no mínimo 10 ocorrências, excluindo-se os critérios técnicos ligados especificamente ao tema de pesquisa do artigo.

Tabela 22 – Critérios mais utilizados em problemas de seleção de pessoal

Critério	Número de Artigos	% em relação ao total de artigos
Formação escolar	48	92,3%
Experiência profissional	47	90,4%
Língua Estrangeira	42	80,8%
Habilidades técnicas	42	80,8%
Habilidades de comunicação	38	73,1%
Habilidades de escrita	35	67,3%
Pretensão salarial	33	63,5%
Capacidade de trabalho em equipe	29	55,8%
Capacidade de liderança	25	48,1%
Capacidade de gerenciamento de equipes	20	38,5%
Criatividade	19	36,5%
Personalidade	18	34,6%
Capacidade de inovação	14	26,9%
Capacidade de adaptabilidade	12	23,1%
Pensamento analítico	11	21,2%
Estabilidade emocional	11	21,2%
Total de artigos	52	100,0%

Fonte: O autor.

Observa-se que os critérios de seleção que mais apareceram nos artigos foram formação escolar, experiência profissional e a habilidade em uma língua estrangeira. Além desses critérios, obtiveram destaque, com presença em mais da metade dos artigos analisados, as habilidades técnicas, em comunicação e em escrita, pretensão salarial e a capacidade de se trabalhar em equipe.

Em seguida, passou-se para o estudo dos métodos AMD utilizados nos artigos selecionados. Para isso, foram contabilizados todos os métodos AMD utilizados no artigo, uma vez que o problema de seleção de pessoal pode ser tratado com um único método ou a junção de dois ou mais métodos. Portanto, foram realizadas duas análises quanto aos métodos. A primeira contabilizou todas as vezes que determinado método foi utilizado. A Tabela 23 apresenta os resultados.

Tabela 23 - Métodos de AMD utilizados nos artigos.

Método	Quantidade de ocorrências	Quantidade de ocorrências (%)
FUZZY LOGIC	37	28,7%
TOPSIS	29	22,5%
AHP	18	14,0%
VIKOR	7	5,4%
ELECTRE	6	4,7%
ANP	6	4,7%
ARAS	6	4,7%
DEMATEL	5	3,9%
MULTIMOORA	5	3,9%
PROMETHEE	4	3,1%
SWARA	4	3,1%
TODIM	2	1,6%
Total	129	100,0%

Fonte: O autor.

Ao avaliar os resultados, observamos que os métodos AMD que utilizam lógica *fuzzy* foram os mais utilizados nos problemas de seleção de pessoal, presentes em 28,7% dos artigos considerados. Considerando-se a grande subjetividade e incertezas relacionadas ao processo de seleção de pessoal, as abordagens que utilizam lógica *fuzzy* se mostram mais adequadas aos problemas de seleção de pessoal que os métodos tradicionais de AMD (KRISHANKUMAR *et al.*, 2020). Entre os métodos tradicionais, TOPSIS e AHP apresentaram a segunda e terceira maior utilização, com 22,5% e 14,0% dos artigos analisados, respectivamente, em que o primeiro foi utilizado para a seleção da melhor alternativa em todos os trabalhos e o segundo foi mais utilizado para a determinação dos pesos dos critérios considerados no problema de decisão. Por fim, deve-se notar que na Tabela 6 o total de artigos é maior que os 83 da amostra considerada, porque um mesmo artigo pode utilizar mais de um método AMD para a solução do problema de seleção de pessoal.

Em seguida, foi realizada a segunda análise quanto aos métodos AMD utilizados. Ela contabilizou três cenários: o primeiro referente a quantos artigos utilizaram apenas um método convencional de AMD, ou seja, sem a utilização de lógica *fuzzy*. O segundo cenário foi contabilizar quantos artigos utilizaram dois ou mais métodos convencionais de AMD. Por fim, o terceiro cenário considerou quantos artigos utilizaram a junção de lógica *fuzzy* e pelo menos um método convencional de AMD. O resultado mostrou que aproximadamente 45% dos artigos utilizou a combinação de lógica *fuzzy* com um ou mais métodos tradicionais de AMD, 30,5% utilizou apenas um método tradicional de AMD e 24,5% utilizaram a combinação de 2 ou mais métodos tradicionais de AMD. Este

resultado demonstra que a maior parte dos artigos, cerca de 75,5%, consideraram a junção de dois ou mais métodos AMD para a tratativa de problemas de seleção de pessoal.

4.1.3 Considerações sobre a revisão da literatura

A revisão da literatura possibilitou uma melhor compreensão do estado da arte das publicações sobre a utilização dos métodos AMD em problemas militares e em processos de seleção de pessoal. A análise dos artigos selecionados da base de dados *Web Of Science* permitiu uma visão geral sobre a autoria, conteúdos e referências bibliográficas da produção disponível sobre o tema pesquisado.

Considerando-se os principais achados, foi verificada uma tendência para o aumento do número de publicações por ano sobre o tema pesquisado e que a maior parte dos artigos é escrita por dois a quatro autores. Além disso, pode-se identificar os autores, universidades e países que mais produziram artigos.

Com relação ao conteúdo dos artigos, pode-se identificar quais métodos AMD foram mais empregados, sendo os métodos AHP e os de lógica *fuzzy* os mais utilizados. Além disso, considerando-se os artigos sobre métodos AMD empregados na seleção de pessoal, tema que é o objeto desta pesquisa, foi possível constatar que aproximadamente 75% dos trabalhos optou por utilizar modelos híbridos, combinando dois ou mais métodos para a solução do problema.

De acordo com Wang e Luo (2010), a relevância que é dada a cada critério influencia fortemente nos resultados finais de um método de AMD. Essa relevância é definida no momento em que se atribui um peso a determinado critério e, de acordo com Almeida *et al.* (2016), se configura como uma das fases mais importantes da modelagem de um problema de decisão com múltiplos critérios. De fato, a revisão bibliográfica realizada constatou que a maior parte das pesquisas em que se utilizou um modelo híbrido de métodos AMD, um deles foi utilizado exclusivamente para a definição dos pesos dos critérios, confirmado assim a importância desta etapa.

Considerando esse contexto, essa pesquisa optou por utilizar um método de AMD exclusivamente para obtenção dos pesos dos critérios. O método escolhido foi o AHP, pois é o método de atribuição de peso a critérios mais utilizado em problemas de AMD, devido a facilidade da sua aplicação (SANGIORNO; UVA; FATIGUSO, 2018). Além disso, a revisão bibliográfica revelou que este foi o método mais utilizado para esse fim, entre os trabalhos que utilizaram um método exclusivamente para atribuição de pesos aos critérios do problema de decisão.

4.2 ESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE SELEÇÃO DE PESSOAL - ESTUDO DE CASO

Este capítulo tratará o estudo de caso realizado em uma OM da MB para a estruturação do modelo de seleção de pessoal que realizará a capacitação prevista no Programa Fragatas Classe Tamandaré.

A OM objeto deste estudo recebeu a demanda, do comando da MB, de selecionar os militares que comporão diversas turmas de capacitação para a manutenção das novas fragatas. O escopo dos assuntos a serem abordados em cada turma, a quantidade de vagas e os países de realização são detalhados no contrato firmado com o consórcio responsável pela construção das novas fragatas.

O público alvo a ser selecionado para o processo de capacitação é composto por Oficiais e Praças de diversas OMs da MB. Esses militares serão selecionados para compor diversas turmas divididas por temas, com o objetivo de formatar e documentar os conhecimentos da capacitação prevista em contrato e organizar a disseminação dos assuntos técnicos pertinentes ao Programa Fragatas Classe Tamandaré (PFCT). O processo para a seleção do pessoal é composto de algumas etapas, as quais estão representadas na Figura 12 e descritas a seguir.

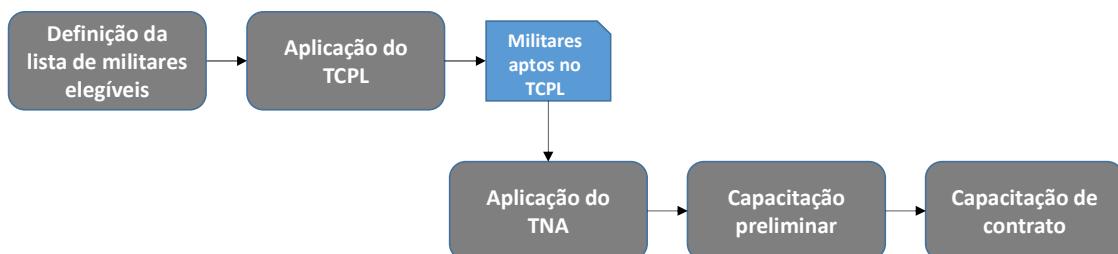


Figura 12: Etapas do processo de seleção de pessoal a ser capacitado

Fonte: O autor.

Inicialmente foi solicitado às OMs a indicação de militares com formação compatível com os temas previstos nas turmas de capacitação do contrato para a construção das fragatas. Em seguida, esses militares foram submetidos a um Teste de Certificação de Proficiência Linguística (TCPL) na língua inglesa, uma vez que o contrato estabelece que essa será a língua utilizada em todas as turmas de capacitação.

Os militares aprovados nesse teste seguiram para a aplicação do questionário *Training Needs Analysis* (TNA). Este questionário avalia a lacuna de conhecimento do militar sobre os temas a serem abordados na capacitação. Decorrente das necessidades de

treinamento apontados no TNA, será formulada uma capacitação preliminar, coordenada pela MB, com o propósito de desenvolver conhecimentos atrelados aos cursos previstos em contrato e também aprimorar os conhecimentos na língua inglesa. Esta capacitação será composta por dez módulos voltados à qualificação técnica dos mantenedores, a fim de que os Oficiais e Praças selecionados tenham bom desempenho na capacitação de contrato. Ao final da capacitação preliminar, os militares seguirão para as turmas de capacitação de contrato.

O presente estudo de caso tratará do processo seletivo para somente uma dessas turmas, a que capacitará o pessoal para a realização da manutenção de um sistema lançador de torpedos da nova fragata, a ser realizado na Dinamarca. Uma vez que o número de vagas previsto em contrato para esta turma é de seis pessoas, e tem-se quinze militares elegíveis a este treinamento, a referida OM deve submeter ao comando da MB uma sugestão dos seis militares que comporão esta turma, baseada em critérios de seleção definidos pelo decisor.

Neste contexto, com o propósito de apoiar este problema de decisão que envolve múltiplos critérios, foi aplicada a metodologia para resolução de um problema de decisão sugerida por Almeida (2013), com o objetivo de se obter um modelo de seleção de pessoal, o qual poderá ser utilizado nessa e nas demais turmas previstas no plano de capacitação, uma vez que o contexto decisório será o mesmo para todas as turmas, mudando apenas as alternativas a serem avaliadas. Os passos realizados no estudo de caso estão detalhados nos tópicos a seguir.

4.2.1 Definição dos decisores e outros atores

Nessa etapa deve-se caracterizar claramente quem será o decisor. Em algumas situações poderá ser indicada uma pessoa pelo decisor para participar do processo de tomada de decisão no seu lugar. O decisor do presente estudo é o Encarregado do Departamento de Capacitação da OM, responsável por selecionar os militares que comporão as turmas de capacitação.

Outra figura definida nesta etapa é a do analista, responsável por fornecer suporte metodológico ao processo decisório, possuindo um papel primordial na interação com o decisor, trabalhando no entendimento do problema e obtenção de informações relevantes para a estruturação do método de AMD. No presente estudo, o próprio pesquisador atuou como analista, apresentando os métodos AMD ao decisor e estruturando a avaliação das alternativas, de acordo com os critérios definidos.

Por fim, em alguns casos, há a definição de um especialista, que fornece informações factuais sobre o problema em análise. Trata-se de um profissional que conhece os mecanismos de comportamento do sistema objeto do estudo e do seu ambiente, os quais influenciam as variáveis relacionadas ao problema de decisão. Nesta pesquisa, o decisor atuou também como especialista.

4.2.2 Identificação dos objetivos

A definição dos objetivos tem influência significativa no modelo final, levando-se em conta que nessa etapa o processo decisório encontra-se nos seus parâmetros iniciais. Ao iniciar a construção de uma nova categoria de navio, a MB deve ser capaz de manutenir esses novos navios. Para isso, deve ser capaz de selecionar, dentre toda a força de trabalho capaz de prestar serviços de manutenção em navios, aqueles que obterão os conhecimentos sobre a nova classe e passarão esses conhecimentos para os demais integrantes da MB.

Portanto, o problema de decisão abordado nesse estudo tem o objetivo de selecionar o pessoal que realizará a capacitação para a manutenção das novas fragatas que serão construídas pelo Programa Fragatas Classe Tamandaré da MB. Este pessoal será responsável por adquirir o conhecimento sobre os diversos sistemas e a estrutura da Fragata e passar esse conhecimento para o restante da força de trabalho da MB que será responsável pela manutenção das novas fragatas.

4.2.3 Definição dos critérios

Esta etapa estabelece os critérios ou atributos para cada objetivo definido na etapa anterior. Sendo assim, cada objetivo deve ter uma variável que possa medir o grau de desempenho que se pode obter num dado objetivo.

De acordo com Roy (1996), uma família de critérios deve possuir as seguintes propriedades: (a) não redundância; (b) exaustividade, ou seja, todos os critérios necessários ao objetivo devem estar presentes; (c) consistência, garantindo que representa a decisão dos gestores envolvidos.

Para o presente estudo, os critérios foram definidos levando-se em consideração as características do planejamento de capacitação previsto no contrato firmado para a construção das fragatas. Além disso, foram também considerados os critérios levantados na revisão da literatura, assim como os aspectos da carreira do militar. A Tabela 24 descreve os critérios selecionados para a definição do modelo de seleção de pessoal.

Tabela 24 – Critérios para o modelo de seleção de pessoal.

ID	Critério	Descrição	Escala
C ₁	<i>Training Needs Analysis</i> (TNA)	Analisa as necessidades de treinamento, identificando as lacunas de conhecimento dos mantenedores, através da atribuição de uma nota.	0 a 10
C ₂	Teste de Certificação de Proficiência linguística (TCPL)	Verifica o nível de proficiência na língua inglesa do candidato.	0 a 10
C ₃	Experiência profissional	Considera o tempo que o militar possui nas funções correlatas a sua área de formação, através de uma nota.	1 a 5
C ₄	Antiguidade	Mede o tempo de serviço ativo do militar na MB, através da atribuição de uma nota, de acordo com a hierarquia da MB.	1 a 10
C ₅	Expressão oral	Mede a capacidade de apresentar, oralmente, ideias, pensamentos, fatos e situações com organização, clareza, precisão, objetividade e propriedade de linguagem.	0 a 10
C ₆	Expressão escrita	Mede a capacidade de apresentar, por escrito, ideias, pensamentos, fatos e situações com correção, organização, clareza, precisão, objetividade, concisão e estilo apurado.	0 a 10

Fonte: O autor.

Critério 1 - TNA: Trata-se de um questionário elaborado pelo consórcio que está responsável pela construção das novas fragatas e também com colaboração da MB. O objetivo é identificar os gaps de conhecimento dos militares em diversos assuntos, através de um banco de questões divididos em sete áreas de conhecimento, a saber: sistemas mecânicos, elétricos, eletrônicos, de armas, de navegação, sensores e de comunicações.

Critério 2 – TCPL: O teste de proficiência na língua inglesa é mandatório, uma vez que o contrato prevê somente treinamentos na língua inglesa. Para avaliar os militares

nesse critério, foi realizada uma prova oral e escrita, com uma nota variando de 0 a 10. Para os Oficiais o TCPL teve caráter eliminatório e para os Praças teve caráter de nivelamento, para posterior aprimoramento na fase de capacitação preliminar do processo de seleção descrito no tópico 4.2.

Critério 3 - Experiência profissional: Contabiliza o tempo de experiência do militar em funções correlatas a sua formação. Possui pontuação variando de 1 a 5, de acordo com o tempo de experiência da seguinte forma: (1) Não tem experiência ou não foi informado; (2) De 1 mês a 6 meses; (3) De 6 meses a 2 anos; (4) De 2 anos a 4 anos; (5) Mais de 4 anos.

Critério 4 - Antiguidade: A antiguidade está presente em todos os processos de seleção de pessoal da MB. Faz parte da cultura militar e mede a precedência hierárquica de um militar sobre os demais. Neste critério os militares foram pontuados com valores de 1 a 10, de acordo com a hierarquia de Praças e Oficiais.

Critério 5 – Expressão oral: Considerando-se a função de disseminador de conhecimento, em que os militares poderão ser requisitados para dar treinamentos, considerou-se relevante avaliar a capacidade de comunicação do militar. Sendo assim, serão avaliados com notas que variam de 1 a 10.

Critério 6 – Expressão escrita: De maneira análoga, o militar que receber a qualificação poderá ser chamado para produzir material e ministrar cursos. Portanto, serão avaliados com uma nota que varia de 1 a 10.

Importante salientar que não foi possível obter a avaliação dos militares nos critérios C₅ e C₆ a tempo da conclusão desta pesquisa, devido a questões internas da MB para o trâmite de informação constante na avaliação semestral do militar, por se tratar de informação sigilosa. Entretanto, essas informações serão obtidas de outra forma, através de questionário submetido aos gestores dos referidos militares e chegarão a tempo de atender ao prazo que a OM tem para apresentar a lista dos militares selecionados à turma de capacitação objeto desta pesquisa. Portanto, com o objetivo de definir o modelo de seleção de pessoal objeto desta pesquisa, somente foram considerados os critérios C₁ a C₄.

4.2.4 Determinação do espaço de ações e da problemática

Esta etapa constitui-se de três atividades: (a) estabelecer a estrutura do espaço de ações – que consiste em verificar se o problema apresenta um conjunto de ações descrito por variáveis discretas ou contínuas – impactando na escolha do método; (b)

determinação da problemática – que conforme já exposto, são as formas que se objetiva obter apoio do método de AMD, descritas no tópico 2.1 e que também direcionam a escolha do método; (c) Geração de alternativas – em que se definem as alternativas que o problema deverá avaliar.

O problema em estudo tratará de ações envolvendo variáveis discretas em que a problemática é a de ordenação das alternativas. As alternativas foram geradas com base numa solicitação de informações às OMs da MB, em que se pediu para que fossem listados todos os militares com as seguintes características: (a) Não possuir previsão de afastamento pelos próximos dez anos; (b) para os Praças, deveriam pertencer ao quadro técnico; (c) Perfil profissional, experiência e qualificação constantes no plano de treinamento previsto no contrato do consórcio; (d) Certificação de proficiência no idioma inglês, uma vez que todo o treinamento será realizado neste idioma. Esta certificação foi obtida com a aplicação do TCPL e os militares aprovados neste teste foram agrupados de acordo com a sua elegibilidade a uma ou mais turmas previstas no plano de capacitação.

No problema tratado neste estudo de caso, há um total de quinze militares elegíveis à turma de capacitação no sistema de lançamento de torpedos. Essa turma possui apenas 6 vagas e, portanto, como base na ordenação desses quinze militares de acordo com os critérios estabelecidos, serão considerados os 6 primeiros para preencher as vagas disponíveis na referida turma.

4.2.5 Identificação de fatores não controlados

Nesta etapa são identificados os fatores ou variáveis que não sejam passíveis de controle pelos decisores e que podem influenciar direta ou indiretamente, de forma aleatória no modelo, interferindo nos resultados do processo decisório.

Para o problema em questão, um fator não controlável seria a indisponibilidade de alguma alternativa elegível para a realização do curso. Considerando-se as demandas diárias de cada OM, é possível que algum militar se torne indispensável para aquela OM, deixando de compor a lista de elegíveis.

4.2.6 Modelagem de preferências

Esta atividade marca o início da segunda fase do modelo proposto por Almeida (2013). Ela avalia qual estrutura de preferências seria a mais adequada para representar as preferências do decisor, com o apoio do analista e especialista, caso haja. A Figura 13

representa as atividades realizadas para modelagem de preferências utilizadas nesta pesquisa.

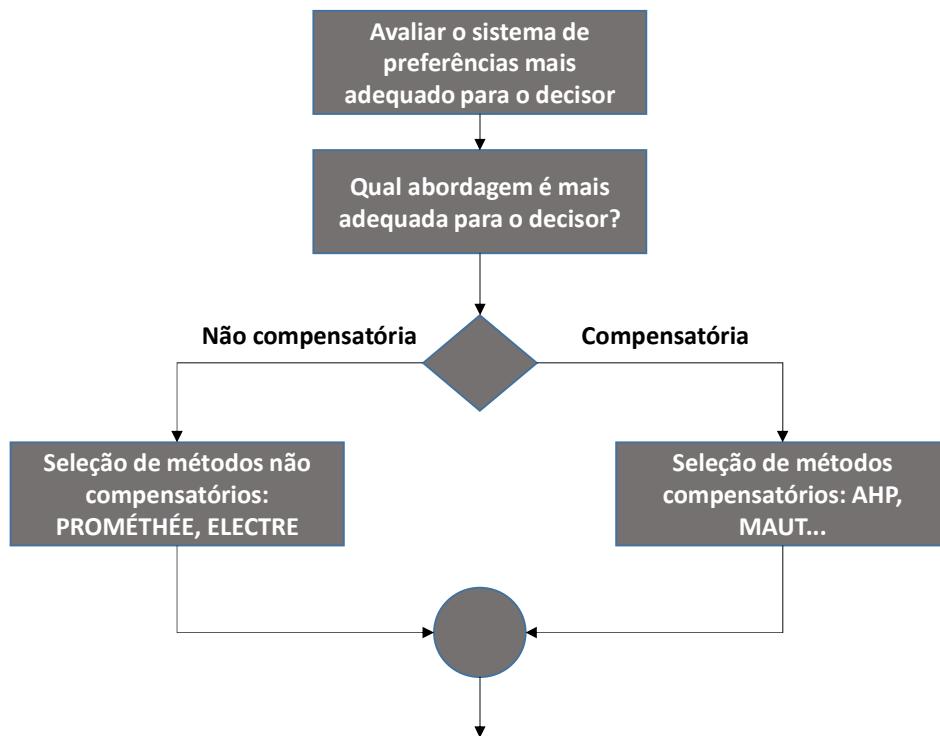


Figura 13: Atividades realizadas na modelagem de preferências.

Fonte: Adaptado de Almeida (2013).

Em reunião com o decisor, em que foram expostas as formas como os métodos de AMD podem auxiliar a tomada de decisão, foi definido que o processo deve ser capaz de apresentar um ordenamento completo das alternativas.

O decisor também definiu que gostaria de expressar suas preferências em cada critério de formas distintas, em que fosse possível definir funções de preferência, com o estabelecimento de um limite em que uma alternativa não seria preferível a outra. Além disso, ficou acordado que o método escolhido deve ser implementado preferencialmente em planilhas eletrônicas ou, em um segundo cenário, através da aquisição de softwares de fácil compreensão e manuseio.

Conforme exposto, o decisor também definiu que o modelo deve usar uma abordagem não compensatória, ou seja, aquela em que o mau desempenho de uma alternativa em um dado critério não é compensado pelo bom desempenho dela em outro critério. Sendo assim, os métodos da escola americana foram desconsiderados nesta pesquisa.

Considerando-se todas as características estabelecidas pelo decisor, esta pesquisa selecionou o método PROMÉTHÉE II para ser utilizado no processo de seleção de pessoal do Programa Fragatas Classe Tamandaré, uma vez que o mesmo é do tipo não compensatório, permite a atribuição de funções de preferência a cada critério e é capaz de fornecer um ordenamento completo das alternativas avaliadas. Além disso, conforme exposto por Cunha *et al.* (2022) e Sobral, Filho e Costa (2008), trata-se de um método de fácil compreensão e utilização pelo decisor, sendo capaz de ser utilizado através de softwares de fácil acesso, podendo até mesmo ser implementado através de planilhas eletrônicas.

4.2.7 Avaliação intracritério

Nesta etapa devem ser modeladas as funções de preferência para cada critério, de forma a traduzir a intensidade de preferência de uma dada alternativa A em relação a outra alternativa B pelo decisor.

Para a modelagem do preferências no PROMÉTHÉE, para cada critério j é necessário calcular a diferença de desempenho entre as alternativas A e B, sendo representado pelo par $d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b)$. Sendo assim, deve-se atribuir, para cada critério, uma das seis funções de preferência apresentadas por Brans e Smet (2016), conforme a Tabela 7. Para o presente estudo, o decisor definiu a sua preferência de acordo com as funções apresentadas na Tabela 25.

Tabela 25 – Funções de preferência definidas para os critérios de seleção.

Critério	Tipo de função	Objetivo	Parâmetro	Representação
C_1	Usual	Maximizar	-	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$
C_2	Usual	Maximizar	-	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$
C_3	U-shape	Maximizar	$q=1$	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 1 \\ 1 & d > 1 \end{cases}$
C_4	U-shape	Maximizar	$q=1$	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 1 \\ 1 & d > 1 \end{cases}$

Fonte: O autor.

Para os critérios C_1 - Nota do TNA e C_2 – Nota do TCPL, foram selecionadas a função do tipo “Usual”, em que caso o desempenho de uma alternativa A seja superior ao desempenho da alternativa B nesses critérios, A será preferível a B, bastando que o valor dessa diferença seja superior a zero.

Para os critérios C_3 – Experiência profissional e C_4 – Antiguidade, foi selecionada a função do tipo “U-shape”, em que deve ser atribuído o valor do limiar de indiferença q , que representa o maior valor para diferença $= g_j(a) - g_j(b)$ abaixo do qual existe uma indiferença entre as alternativas em avaliação.

4.2.8 Avaliação intercritério

Nesta etapa deve ser realizada a parametrização do método, obtendo-se as informações junto ao decisor. Em métodos de sobreclassificação, como o PROMÉTHÉE, os parâmetros são denominados pesos, que exprimem o grau de importância de um dado critério em comparação com os demais critérios.

Conforme exposto no tópico 4.1.3, foi definido o método AHP para a definição dos pesos dos critérios. O primeiro passo do método é a criação da estrutura hierarquizada do problema, representada na Figura 14.



Figura 14: Estrutura hierarquizada do problema de seleção de pessoal.

Fonte: O autor.

O próximo passo é a criação da matriz de comparação de critérios. Para isso, foi enviado um questionário para o decisor, em que ele deveria realizar a avaliação par a par de cada critério. O questionário pode ser verificado no Apêndice A. A matriz resultante está representada na Tabela 26.

Tabela 26 – Matriz de comparações de critérios.

Critérios	TNA	TCPL	Experiência Profissional	Antiguidade
TNA	1	0,25	4	4
TCPL	4	1	7	9
Experiência Profissional	0,25	0,14	1	4
Antiguidade	0,25	0,11	0,25	1

Fonte: O Autor.

O terceiro passo é normalização da matriz de prioridades dos critérios, para que seja possível obter os pesos dos mesmos. Os valores dos pesos estão apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Pesos dos critérios de seleção de pessoal.

Critérios	Peso
TNA	22,44%
TCPL	63,22%
Experiência Profissional	9,76%
Antiguidade	4,58%
Soma	100%

Fonte: O autor.

O quarto e último passo consiste no cálculo da Razão de Consistência, com o objetivo de verificar se as avaliações realizadas pelo decisor foram coerentes. Caso o valor obtido pela Razão de Consistência seja inferior a 0,1, os julgamentos são considerados consistentes. Para o presente estudo, o valor calculado da RC foi de 0,076, demonstrando assim que os julgamentos realizados pelo decisor foram coerentes.

Avaliando-se os pesos obtidos, nota-se uma grande relevância para o Critério 2 – TCPL, que obteve o peso de 63,22%. Esse critério é a nota obtida pelos militares no teste de proficiência na língua inglesa. Esse resultado é condizente com o cenário decisivo, uma vez que a língua a ser utilizada nas turmas de capacitação é o Inglês e, se o militar não compreender o que está sendo passado nas aulas, não absorverá o conhecimento e, consequentemente, não o trará para dentro da organização.

4.2.9 Avaliação das alternativas

Essa etapa marca o início da terceira fase do processo de decisão, em que o modelo de decisão está consolidado e pronto para ser utilizado. Consiste em avaliar de forma global todas as alternativas consideradas.

Para este estudo, o método PROMÉTHÉE II foi aplicado utilizando-se o software Visual PROMÉTHÉE na sua versão acadêmica. A Figura 15 apresenta os dados inseridos para a avaliação das alternativas. Por questões de sigilosidade de dados, os nomes dos candidatos foram omitidos.

		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Cenário real				
Unit		unit	unit	unit	unit
Cluster/Group					
		◆	◆	◆	◆
Preferences					
Min/Max		max	max	max	max
Weight		0,22	0,63	0,10	0,05
Preference Fn.		Usual	Usual	U-shape	U-shape
Thresholds		absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference		n/a	n/a	1,00	1,00
- P: Preference		n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian		n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics					
Evaluations					
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 1	9,00	10,00	5,00	10,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 2	6,00	10,00	4,00	10,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 3	8,50	10,00	5,00	10,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 4	7,00	8,33	1,00	8,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 5	7,50	10,00	5,00	8,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 6	8,00	10,00	5,00	8,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 7	9,50	10,00	5,00	6,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 8	4,50	1,67	5,00	3,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 9	5,50	1,67	1,00	2,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 10	3,50	1,67	1,00	1,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 11	8,00	5,00	5,00	1,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 12	5,50	5,00	5,00	1,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 13	6,00	0,00	5,00	1,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 14	6,00	1,67	4,00	1,00
<input checked="" type="checkbox"/>	Candidato 15	6,00	0,00	5,00	1,00

Figura 15: Parâmetros e notas atribuídas no método PROMÉTHÉE.

Fonte: O Autor.

Observando-se a Figura 15 é possível verificar, para cada critério, os seguintes campos:

- *Unit* – que representa a unidade de medida do critério;
- *Min/Max* – em que deve ser selecionado se, para aquele critério, deseja-se maximizar ou minimizar o seu valor;
- *Weight* – em que deve ser inserido o valor do peso para cada critério;
- *Preference Fn.* – para a escolha da função de preferência para avaliação da alternativa;
- *Thresholds* – para definir os parâmetros das funções de preferência, quando aplicável;
- *Evaluations* – em que são colocados os valores de avaliação para cada alternativa em cada critério.

Após o preenchimento de todos os campos, realizou-se a avaliação das alternativas, gerando os fluxos de entrada, de saída e líquidos para cada uma delas. A figura 16 exibe os valores obtidos.

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Candidato 1	0,6589	0,6750	0,0160
2	Candidato 7	0,6583	0,6779	0,0196
3	Candidato 3	0,6269	0,6589	0,0321
4	Candidato 6	0,5592	0,6171	0,0579
5	Candidato 5	0,5111	0,6010	0,0900
6	Candidato 2	0,4185	0,5307	0,1122
7	Candidato 11	0,0618	0,4521	0,3904
8	Candidato 4	0,0583	0,5189	0,4606
9	Candidato 12	-0,1947	0,3239	0,5186
10	Candidato 14	-0,3694	0,1753	0,5448
11	Candidato 8	-0,4908	0,1469	0,6377
12	Candidato 9	-0,5669	0,1224	0,6893
13	Candidato 13	-0,6404	0,0850	0,7254
13	Candidato 15	-0,6404	0,0850	0,7254
15	Candidato 10	-0,6503	0,0903	0,7406

Figura 16: Fluxos gerados pelo método PROMÉTHÉE

Fonte: O Autor.

De acordo com a avaliação realizada pelo método PROMÉTHÉE II, o Candidato 1 obteve a melhor avaliação de todas, com sensível preferência em relação ao Candidato 7. De acordo com o problema analisado, em que existem seis vagas para a turma de capacitação objeto desse estudo de caso, os candidatos 1, 7, 3, 6, 5 e 2 seriam os que apresentam o perfil mais aderente aos critérios estabelecidos pelo decisor.

Cabe ressaltar que essa não é a solução do problema de seleção. Trata-se de uma orientação para que o comando da MB tenha subsídios para realizar a escolha definitiva daqueles que, de fato, comporão a turma a ser capacitada. Após a análise das alternativas, o modelo de processo de decisão pode seguir para a próxima etapa da fase de finalização.

4.2.10 Análise de sensibilidade

Após a conclusão da etapa anterior, tem-se uma recomendação preliminar, a qual precisa ser avaliada quanto a sua robustez. Para isso, os parâmetros do modelo devem ser alterados com o objetivo de verificar se essa alteração provoca variações bruscas nos novos resultados, quando comparados com a avaliação do cenário real.

Ao se verificar a literatura, observa-se que não há uma única forma para se realizar a análise de sensibilidade de um modelo de decisão que emprega um método de AMD. Os autores Kabassi e Martinis (2021) realizaram a análise de sensibilidade igualando os pesos de todos os critérios, sem alterar demais parâmetros do problema. Nos trabalhos realizados por Soares (2018) e Fontes e Rangel (2023), optou-se pela alteração dos pesos dos critérios de maior representatividade, analisando o impacto gerado nos resultados. Os autores Oubahman e Duleba (2023) realizaram o estudo através de dois cenários. No primeiro selecionaram o critério de maior peso do cenário real para ser aumentado, até ocorrer uma mudança na ordenação. No segundo cenário é realizada a mesma análise, utilizando-se o critério de segundo maior peso do cenário real. De maneira similar, Rochi *et al.* (2019) realizam a avaliação do maior valor que o peso de cada critério pode ser alterado, sem que haja alteração em relação à recomendação do cenário real, descobrindo assim o intervalo de estabilidade de cada critério. No trabalho realizado por Wątróbski (2023), a análise foi conduzida através da variação, em nove passos, dos parâmetros p e q da função de preferência de cada critério, conduzindo uma análise de como se comportou a ordenação das alternativas em cada um dos passos. Yamagishi *et al.* (2021) também realizam alterações nos parâmetros das funções de preferência de cada critério, além de definir, para cada critério, o seu intervalo de estabilidade, através da utilização do software Visual PROMÉTHÉE.

Para este estudo, em que há um critério que se destaca pelo valor expressivo atribuído ao seu peso, o Critério 2 – TCPL, optou-se por basear a análise de sensibilidade nos trabalhos de Soares (2018) e Fontes e Rangel (2023). Para isso, foram criados 4 cenários, variando-se os pesos dos critérios com maior representatividade e avaliando se

os ordenamentos gerados sofreram distorções consideráveis quando comparados com o cenário real. As análises foram conduzidas com a utilização do *software* Visual PROMÉTHÉE na sua versão acadêmica.

Cenário 1

Neste cenário foi realizada uma variação de 10% para mais no critério de maior peso, Critério 2 – TCPL. A Figura 17 exibe os resultados obtidos para o cenário real e para o cenário 1.

PROMETHEE Flow Table Cenário real					
Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	
1	Candidato 1	0,6589	0,6750	0,0160	
2	Candidato 7	0,6583	0,6779	0,0196	
3	Candidato 3	0,6269	0,6589	0,0321	
4	Candidato 6	0,5592	0,6171	0,0579	
5	Candidato 5	0,5111	0,6010	0,0900	
6	Candidato 2	0,4185	0,5307	0,1122	
7	Candidato 11	0,0618	0,4521	0,3904	
8	Candidato 4	0,0583	0,5189	0,4606	
9	Candidato 12	-0,1947	0,3239	0,5186	
10	Candidato 14	-0,3694	0,1753	0,5448	
11	Candidato 8	-0,4908	0,1469	0,6377	
12	Candidato 9	-0,5669	0,1224	0,6893	
13	Candidato 13	-0,6404	0,0850	0,7254	
13	Candidato 15	-0,6404	0,0850	0,7254	
15	Candidato 10	-0,6503	0,0903	0,7406	

PROMETHEE Flow Table Cenário 1					
Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	
1	Candidato 1	0,6545	0,6662	0,0117	
2	Candidato 7	0,6541	0,6684	0,0143	
3	Candidato 3	0,6312	0,6545	0,0233	
4	Candidato 6	0,5819	0,6241	0,0422	
5	Candidato 5	0,5469	0,6124	0,0655	
6	Candidato 2	0,4795	0,5612	0,0817	
7	Candidato 4	0,0813	0,5332	0,4519	
8	Candidato 11	0,0256	0,4457	0,4201	
9	Candidato 12	-0,1611	0,3524	0,5135	
10	Candidato 14	-0,4049	0,1665	0,5714	
11	Candidato 8	-0,4933	0,1458	0,6391	
12	Candidato 9	-0,5487	0,1279	0,6767	
13	Candidato 10	-0,6095	0,1046	0,7141	
14	Candidato 13	-0,7187	0,0619	0,7806	
14	Candidato 15	-0,7187	0,0619	0,7806	

Figura 17: Comparação entre o cenário real e o cenário 1.

Fonte: O autor.

Ao avaliar os resultados, nota-se que as seis primeiras posições não sofreram alterações, permanecendo o candidato 1 com o maior fluxo líquido. Neste cenário, o candidato 4 passa da posição 8 para a posição 7. Além disso, o candidato 10 sai da posição 15 e passa para a posição 13.

Cenário 2

Neste cenário foi realizada uma variação de 10% para menos no critério de maior peso, Critério 2 – TCPL. A Figura 18 exibe os resultados obtidos para o cenário real e para o cenário 2.

PROMETHEE Flow Table Cenário real					
Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	
1	Candidato 1	0,6589	0,6750	0,0160	
2	Candidato 7	0,6583	0,6779	0,0196	
3	Candidato 3	0,6269	0,6589	0,0321	
4	Candidato 6	0,5592	0,6171	0,0579	
5	Candidato 5	0,5111	0,6010	0,0900	
6	Candidato 2	0,4185	0,5307	0,1122	
7	Candidato 11	0,0618	0,4521	0,3904	
8	Candidato 4	0,0583	0,5189	0,4606	
9	Candidato 12	-0,1947	0,3239	0,5186	
10	Candidato 14	-0,3694	0,1753	0,5448	
11	Candidato 8	-0,4908	0,1469	0,6377	
12	Candidato 9	-0,5669	0,1224	0,6893	
13	Candidato 13	-0,6404	0,0850	0,7254	
13	Candidato 15	-0,6404	0,0850	0,7254	
15	Candidato 10	-0,6503	0,0903	0,7406	

PROMETHEE Flow Table Cenário 2					
Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	
1	Candidato 1	0,6633	0,6837	0,0204	
2	Candidato 7	0,6624	0,6874	0,0250	
3	Candidato 3	0,6226	0,6633	0,0408	
4	Candidato 6	0,5364	0,6101	0,0737	
5	Candidato 5	0,4753	0,5897	0,1144	
6	Candidato 2	0,3575	0,5002	0,1427	
7	Candidato 11	0,0980	0,4585	0,3606	
8	Candidato 4	0,0354	0,5047	0,4693	
9	Candidato 12	-0,2282	0,2954	0,5237	
10	Candidato 14	-0,3340	0,1842	0,5181	
11	Candidato 8	-0,4883	0,1480	0,6363	
12	Candidato 13	-0,5621	0,1081	0,6702	
12	Candidato 15	-0,5621	0,1081	0,6702	
14	Candidato 9	-0,5851	0,1168	0,7019	
15	Candidato 10	-0,6912	0,0760	0,7672	

Figura 18: Comparação entre o cenário real e o cenário 2.

Fonte: O autor.

Ao avaliar os resultados, nota-se que as seis primeiras posições não sofreram alterações, permanecendo o candidato 1 com o maior fluxo líquido. Neste cenário, os candidatos 13 e 15 sobem uma posição cada e o candidato 9 sai da posição 12 para a 14.

Cenário 3

Neste cenário foi realizada uma variação de 10% para mais no segundo critério de maior peso, Critério 1 – TNA. A Figura 19 exibe os resultados obtidos para o cenário real e para o cenário 3.

PROMETHEE Flow Table Cenário real					
Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	
1	Candidato 1	0,6589	0,6750	0,0160	
2	Candidato 7	0,6583	0,6779	0,0196	
3	Candidato 3	0,6269	0,6589	0,0321	
4	Candidato 6	0,5592	0,6171	0,0579	
5	Candidato 5	0,5111	0,6010	0,0900	
6	Candidato 2	0,4185	0,5307	0,1122	
7	Candidato 11	0,0618	0,4521	0,3904	
8	Candidato 4	0,0583	0,5189	0,4606	
9	Candidato 12	-0,1947	0,3239	0,5186	
10	Candidato 14	-0,3694	0,1753	0,5448	
11	Candidato 8	-0,4908	0,1469	0,6377	
12	Candidato 9	-0,5669	0,1224	0,6893	
13	Candidato 13	-0,6404	0,0850	0,7254	
13	Candidato 15	-0,6404	0,0850	0,7254	
15	Candidato 10	-0,6503	0,0903	0,7406	

PROMETHEE Flow Table Cenário 3					
Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	
1	Candidato 7	0,7023	0,7194	0,0171	
2	Candidato 1	0,6845	0,7077	0,0232	
3	Candidato 3	0,6381	0,6845	0,0463	
4	Candidato 6	0,5515	0,6296	0,0781	
5	Candidato 5	0,4820	0,6064	0,1244	
6	Candidato 2	0,3369	0,4991	0,1622	
7	Candidato 11	0,1183	0,4859	0,3677	
8	Candidato 4	0,0693	0,5257	0,4565	
9	Candidato 12	-0,2525	0,3006	0,5530	
10	Candidato 14	-0,3494	0,1896	0,5390	
11	Candidato 8	-0,5380	0,1372	0,6752	
12	Candidato 9	-0,5767	0,1250	0,7017	
13	Candidato 13	-0,5855	0,1109	0,6964	
13	Candidato 15	-0,5855	0,1109	0,6964	
15	Candidato 10	-0,6954	0,0787	0,7741	

Figura 19: Comparação entre o cenário real e o cenário 3.

Fonte: O autor

Neste cenário tem-se uma inversão da primeira posição, passando agora a ser ocupada pelo candidato 7 e o candidato 1 que antes ocupava a posição 1, passa para a posição 2. As demais posições do ranking permaneceram iguais ao cenário real.

Avaliando-se o cenário real, o candidato 7 possui um fluxo líquido quase igual ao do candidato 1, diferindo apenas na quarta casa decimal. Portanto, ao aumentar o peso do critério 1, em que ele possui melhor avaliação que o candidato 1, é esperado que ele supere o candidato 1. Portanto, essa variação no resultado final está consistente com a configuração dos parâmetros do modelo. Adicionalmente, a composição da turma a ser capacitada não mudaria, uma vez que as seis primeiras posições continuam sendo ocupadas pelos seis militares que aparecem no cenário real.

Cenário 4

Neste cenário foi realizada uma variação de 10% para menos no segundo critério de maior peso, Critério 1 – TNA. A Figura 20 exibe os resultados obtidos para o cenário real e para o cenário 4.

PROMETHEE Flow Table Cenário real					PROMETHEE Flow Table Cenário 4				
Rank	action	Phi	Phi+	Phi-	Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Candidato 1	0,6589	0,6750	0,0160	1	Candidato 1	0,6334	0,6422	0,0089
2	Candidato 7	0,6583	0,6779	0,0196	2	Candidato 3	0,6156	0,6334	0,0178
3	Candidato 3	0,6269	0,6589	0,0321	3	Candidato 7	0,6142	0,6364	0,0222
4	Candidato 6	0,5592	0,6171	0,0579	4	Candidato 6	0,5668	0,6045	0,0377
5	Candidato 5	0,5111	0,6010	0,0900	5	Candidato 5	0,5401	0,5956	0,0555
6	Candidato 2	0,4185	0,5307	0,1122	6	Candidato 2	0,5001	0,5623	0,0622
7	Candidato 11	0,0618	0,4521	0,3904	7	Candidato 4	0,0474	0,5121	0,4647
8	Candidato 4	0,0583	0,5189	0,4606	8	Candidato 11	0,0053	0,4183	0,4130
9	Candidato 12	-0,1947	0,3239	0,5186	9	Candidato 12	-0,1369	0,3473	0,4841
10	Candidato 14	-0,3694	0,1753	0,5448	10	Candidato 14	-0,3894	0,1611	0,5505
11	Candidato 8	-0,4908	0,1469	0,6377	11	Candidato 8	-0,4436	0,1566	0,6002
12	Candidato 9	-0,5669	0,1224	0,6893	12	Candidato 9	-0,5571	0,1197	0,6769
13	Candidato 13	-0,6404	0,0850	0,7254	13	Candidato 10	-0,6052	0,1020	0,7072
13	Candidato 15	-0,6404	0,0850	0,7254	14	Candidato 13	-0,6953	0,0592	0,7545
15	Candidato 10	-0,6503	0,0903	0,7406	14	Candidato 15	-0,6953	0,0592	0,7545

Figura 20: Comparação entre o cenário real e o cenário 4.

Fonte: O autor.

Ao avaliar os resultados, nota-se que o candidato 1 apresenta o maior fluxo líquido da avaliação, assim como no cenário real. Há uma inversão das posições 2 e 3 em relação ao cenário real, em que o fluxo líquido dos candidatos 3 e 7 ficam muito próximos, com diferença na terceira casa decimal. São observadas inversões entre as posições 7 e 8 e o candidato 10 sai da posição 15 para a posição 13, à frente dos candidatos empatados 13 e 15 – que possuem as mesmas notas em todos os critérios e, por isso, apresentam empate. Entretanto, a composição da turma a ser capacitada não mudaria, uma vez que as seis

primeiras posições continuam sendo ocupadas pelos seis militares que aparecem no cenário real.

Após a análise dos quatro cenários, pode-se dizer que o modelo é estável, uma vez que alterações em parâmetros de importância não alteraram significativamente a ordenação das alternativas.

4.2.11 Elaboração da recomendação e implementação da decisão

Após a conclusão da análise de sensibilidade, tem-se então a análise final dos resultados e elaboração da recomendação para o decisor. A análise e apresentação dos resultados deve ser capaz de conter os detalhes dessa recomendação, como os parâmetros de dados utilizados e citar quaisquer simplificações usadas pelo analista, caso tenham ocorrido.

De acordo com Almeida (2013), é importante deixar claro para o decisor que não há um modelo padrão para resolução de todos os problemas. O que deve ser sempre feito é analisar o contexto, as alternativas e critérios existentes.

Após a recomendação sobre o resultado do modelo, ocorre a implementação da recomendação elaborada. A análise dos resultados e implementação da decisão serão discutidos no próximo tópico deste trabalho.

4.3 ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.3.1 Modelagem de preferências

Todas as atividades relacionadas à modelagem de preferências ocorreram em conjunto com o decisor, que também atuou como especialista no problema de decisão. A escolha do método PROMÉTHÉE II atendeu as demandas do decisor, que eram gerar uma ordenação dos militares elegíveis à turma de capacitação, de acordo com as suas avaliações em cada critério estabelecido.

A etapa de avaliação intracritério foi realizada de acordo com as definições das preferências alinhadas com o decisor, de forma que ficasse adequada ao processo de seleção de pessoal. Devido à importância dos critérios TNA e TCPL, o decisor definiu que caso o valor de desempenho de uma alternativa A fosse maior que o de outra alternativa B, a primeira seria preferível à segunda e, portanto, definiu para esses critérios a função do tipo “Usual”. Já para os critérios experiência profissional e antiguidade, a

escolha da função do tipo “U-shape” se justifica pela vontade do decisor, de não demonstrar preferência entre os candidatos, quando os mesmos apresentassem desempenhos próximos nesses critérios.

Com relação a avaliação intercritério, a aplicação do método AHP para a comparação par a par dos critérios e definição dos seus respectivos pesos, permitiu a redução da subjetividade que é muito comum na avaliação da criticidade de critérios, sendo essa redução de subjetividade algo bastante preconizado pela literatura de métodos de apoio multicritério à tomada de decisão. O método foi aplicado de forma satisfatória, uma vez que os resultados obtidos foram validados através do cálculo da razão de consistência, que atendeu ao valor máximo definido pelo autor criador do método.

O peso atribuído ao Critério 2 – TCPL, obtido pelo método AHP, foi validado pelo decisor, que reforçou sua preocupação com relação ao nível de inglês dos militares que comporão as turmas. Desde as conversas iniciais sobre o problema de seleção, ficou claro que esse critério deveria ser o preponderante para selecionar os militares. O resultado da avaliação feita pelo decisor, no papel de especialista, conseguiu refletir essa importante particularidade do processo de seleção do pessoal.

4.3.2 Ordenação das alternativas

A utilização de um método multicritério para tomada de decisão não significa escolher a alternativa que é melhor que as outras em todos os critérios, mas sim aquela que globalmente apresenta um resultado melhor que as demais. Na figura 21 é possível verificar o fluxo líquido por critério e assim, analisar qual o nível de preferência global dos candidatos em todos os critérios.

Φ Preference Flows				
	TNA	TCPL	Experiência	Antiguidade
Candidato 1	0,8571	0,6429	0,2143	0,8571
Candidato 2	-0,2143	0,6429	0,2143	0,8571
Candidato 3	0,7143	0,6429	0,2143	0,8571
Candidato 4	0,1429	0,1429	-0,8571	0,4286
Candidato 5	0,2857	0,6429	0,2143	0,4286
Candidato 6	0,5000	0,6429	0,2143	0,4286
Candidato 7	1,0000	0,6429	0,2143	0,1429
Candidato 8	-0,8571	-0,5000	0,2143	-0,0714
Candidato 9	-0,6429	-0,5000	-0,8571	-0,5000
Candidato 10	-1,0000	-0,5000	-0,8571	-0,5714
Candidato 11	0,5000	-0,0714	0,2143	-0,5714
Candidato 12	-0,6429	-0,0714	0,2143	-0,5714
Candidato 13	-0,2143	-0,9286	0,2143	-0,5714
Candidato 14	-0,2143	-0,5000	0,2143	-0,5714
Candidato 15	-0,2143	-0,9286	0,2143	-0,5714

Figura 21: Fluxos de preferência por critério.

Fonte: O autor.

No caso em estudo, o Candidato 1 ficou na primeira posição na ordenação gerada, obtendo o maior fluxo líquido ϕ . Entretanto, cabe destacar que o candidato 7 obteve um fluxo líquido quase igual, diferindo apenas na quarta casa decimal ficando, portanto, na segunda posição. Ao analisar os valores de avaliação desses dois candidatos, nota-se que o critério que desempatou ambos foi a antiguidade do candidato 1.

Outro ponto a se observar é o empate entre os candidatos 13 e 15, uma vez que obtiveram o mesmo fluxo líquido devido a terem recebido a mesma avaliação em todos os critérios. A Tabela 28 exibe a recomendação dada ao decisior, em que se destacam as seis primeiras posições em virtude desse ser o total de vagas da turma de capacitação considerada no estudo de caso.

Tabela 28 – Recomendação da classificação dos militares de acordo com os critérios estabelecidos.

Posição	Alternativa	Fluxo líquido ϕ
1	Candidato 1	0,6589
2	Candidato 7	0,6583
3	Candidato 3	0,6269
4	Candidato 6	0,5592
5	Candidato 5	0,5111
6	Candidato 2	0,4185
7	Candidato 11	0,0618
8	Candidato 4	0,0583
9	Candidato 12	-0,1947
10	Candidato 14	-0,3694
11	Candidato 8	-0,4908
12	Candidato 9	-0,5669
13	Candidato 13	-0,6404
13	Candidato 15	-0,6404
15	Candidato 10	-0,6503

Fonte: O autor.

Por fim, a última etapa do modelo de decisão é a implementação da decisão. Para o presente estudo, caberá o decisior enviar a recomendação ao comando da MB, que terá a palavra final sobre os candidatos que, de fato, serão capacitados.

4.3.3 Modelo para a seleção de pessoal

Além da entrega da recomendação ao decisor, também foi encaminhado o modelo de seleção de pessoal, em que o método AHP e o método PROMÉTHÉE II foram implementados em uma planilha eletrônica e estão configurados com os parâmetros definidos para o problema de seleção de pessoal. As Figuras 22 e 23 mostram a tela de entrada de dados dos dois métodos no modelo de seleção de pessoal.

Determinação de Pesos dos Critérios pelo método AHP				
PESO	C1	C2	C3	C4
C1	1,00	0,25	4,00	4,00
C2	4,00	1,00	7,00	9,00
C3	0,25	0,14	1,00	4,00
C4	0,25	0,11	0,25	1,00
Soma	5,50000	1,50397	12,25000	18,00000
Pesos	22,44%	63,22%	9,76%	4,58%
				100,00%
n	4			
IC =	0,068226			
IR (n=4)	0,900000			
RC	0,075807	Este valor deve ser < 0,10		

Figura 22 – Modelo em planilha eletrônica para obtenção dos pesos dos critérios pelo método AHP.

Fonte: O Autor.

Método PROMETHEE II				
=> Seleção do pessoal para o Programa Fragatas Classe Tamandaré				
ALTERNATIVAS	Matriz de Decisão			
	CRITÉRIOS			
	C1	C2	C3	C4
TNA	Max	Max	Max	Max
Candidato 1	9	10	5	10
Candidato 2	6	10	4	10
Candidato 3	8,5	10	5	10
Candidato 4	7	8,33	1	8
Candidato 5	7,5	10	5	8
Candidato 6	8	10	5	8
Candidato 7	9,5	10	5	6
Candidato 8	4,5	1,67	5	3
Candidato 9	5,5	1,67	1	2
Candidato 10	3,5	1,67	1	1
Candidato 11	8	5	5	1
Candidato 12	5,5	5	5	1
Candidato 13	6	0	5	1
Candidato 14	6	1,67	4	1
Candidato 15	6	0	5	1
LIMITE INDIF (q)	-	-	1	1
LIMITE PREF (p)	-	-	-	-
LIMITE s (q < s < p)	-	-	-	-
TIPO CRITÉRIO	1	1	2	2
Peso Normaliz.	0,2244	0,6322	0,0976	0,0458

Figura 23: Modelo em planilha eletrônica para a seleção de pessoal utilizando o método PROMÉTHÉE II.

Fonte: O autor.

Cabe destacar que a partir desse modelo, caso seja interesse do decisor, poderá ser solicitado ao departamento de tecnologia da informação da MB, que automatize a entrada de dados nas planilhas, de forma que o modelo possa ser utilizado em outros processos de seleção de pessoal que o departamento objeto desse estudo necessita realizar rotineiramente. A Figura 24 demonstra o resultado, em planilha eletrônica, da aplicação do método PROMÉTHÉE II para a seleção do pessoal a ser capacitado.

MATRIZ INDICE DE PREFERÊNCIA AGREGADA																
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	Fluxo +
A1	0	0,224	0,224	1	0,27	0,27	0,046	0,902	1	1	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,675
A2	0	0	0	0,776	0,046	0,046	0,046	0,902	1	1	0,678	0,902	0,678	0,678	0,678	0,531
A3	0	0,224	0	1	0,27	0,27	0,046	0,902	1	1	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,659
A4	0	0,224	0	0	0	0	0,046	0,902	0,902	0,902	0,678	0,902	0,902	0,902	0,902	0,519
A5	0	0,224	0	0,954	0	0	0,046	0,902	1	1	0,678	0,902	0,902	0,902	0,902	0,601
A6	0	0,224	0	0,954	0,224	0	0,046	0,902	1	1	0,678	0,902	0,902	0,902	0,902	0,617
A7	0,224	0,224	0,224	0,954	0,224	0,224	0	0,902	1	1	0,902	0,902	0,902	0,902	0,902	0,678
A8	0	0	0	0,098	0	0	0	0	0,098	0,368	0,046	0,046	0,678	0,046	0,678	0,147
A9	0	0	0	0	0	0	0,224	0	0,224	0	0	0,632	0	0,632	0	0,122
A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,632	0	0,632	0	0,09
A11	0	0,224	0	0,322	0,224	0	0	0,857	0,954	0,954	0	0,224	0,857	0,857	0,857	0,452
A12	0	0	0	0,098	0	0	0	0,857	0,73	0,954	0	0	0,632	0,632	0,632	0,324
A13	0	0	0	0,098	0	0	0	0,224	0,322	0,322	0	0,224	0	0	0	0,085
A14	0	0	0	0,098	0	0	0	0,224	0,322	0,322	0	0,224	0,632	0	0,632	0,175
A15	0	0	0	0,098	0	0	0	0,224	0,322	0,322	0	0,224	0	0	0	0,085
Fluxo -	0,016	0,112	0,032	0,461	0,09	0,058	0,02	0,638	0,689	0,741	0,39	0,519	0,725	0,545	0,725	
Fluxo +		0,675	0,531	0,659	0,519	0,601	0,617	0,678	0,147	0,122	0,090	0,452	0,324	0,085	0,175	0,085
Fluxo Liq.		0,6589	0,4185	0,6269	0,0583	0,5111	0,5592	0,6583	-0,491	-0,567	-0,65	0,0618	-0,195	-0,64	-0,369	-0,64

Figura 24: Formato do resultado em planilha eletrônica do modelo de seleção de pessoal.

Fonte: O autor

5 CONCLUSÃO

O Programa Fragatas Classe Tamandaré, conduzido pela MB, prevê a construção de quatro fragatas que podem atuar como escoltas versáteis e de significativo poder combatente, capazes de se contraporem a múltiplas ameaças e destinadas à proteção do tráfego marítimo, podendo realizar missões de defesa, aproximada ou afastada, do litoral brasileiro. Poderão ser empregadas na proteção às unidades componentes do Corpo Principal de Forças Navais, bem como em áreas afastadas, compondo Grupos de Ação de Superfície ou como Unidades de Busca e Ataque a submarinos. Também serão empregadas na patrulha das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), com ênfase na fiscalização e proteção das atividades econômicas, principalmente a petrolífera e a pesqueira.

Dada a grande significância estratégica do programa para a MB, é primordial que a sua força de trabalho esteja apta a realizar todas as rotinas de manutenção previstas para essa nova classe de navio. Para isso, o consorcio firmado para a construção das fragatas prevê uma série de turmas de capacitação, formalizadas em contrato, para que os representantes selecionados pela MB sejam capacitados a manutenir as fragatas e possam passar esse conhecimento para os demais integrantes da MB.

Considerando-se a complexidade desse processo de seleção, este estudo teve o objetivo geral de criar um modelo de seleção de pessoal baseado em um método de AMD, que fosse capaz de apoiar a escolha dos militares que serão capacitados no Programa Fragatas Classe Tamandaré da MB.

Para alcançar esse objetivo, foram definidos três objetivos específicos. O primeiro deles foi identificar os principais métodos de AMD utilizados em problemas de seleção de pessoal. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura, através de um estudo bibliométrico, sobre trabalhos que utilizaram métodos de AMD para tratar problemas militares, devido ao contexto no qual a pesquisa se encontra inserido e também trabalhos que utilizaram métodos AMD em problemas de seleção de pessoal. Esta revisão proporcionou um maior entendimento sobre os principais autores e publicações sobre o tema, além de explicitar os métodos de AMD mais utilizados para tratar problemas de seleção de pessoal e também a forma de tratamento dos problemas, em que foi possível verificar que grande parte dos trabalhos utilizou um modelo híbrido de métodos AMD, ou seja, utilizou dois ou mais métodos para obter o apoio quanto à decisão do problema de seleção de pessoal.

Para atender os demais objetivos específicos da pesquisa, foi realizado um estudo de caso em que foi aplicado o modelo de resolução de um problema de decisão proposto por Almeida (2013). Neste estudo foram definidas as principais figuras do processo decisório, tendo o gestor do departamento de capacitação da OM objeto deste estudo atuando na figura do decisor e especialista e o próprio pesquisador atuando como analista. Em conjunto, o decisor e o analista definiram seis critérios para a seleção do pessoal a ser capacitado, com base as especificações para a capacitação previstas no contrato de contratação das fragatas, na revisão de literatura realizada, nos aspectos da função dos militares elegíveis e da cultura militar.

O levantamento da literatura disponível trouxe as informações necessárias para que fossem definidos os métodos de AMD elegíveis para atender às necessidades elencadas pelo decisor do estudo em questão. Dessa forma, ao se levar em consideração a especificação dada pelo decisor sobre o tipo de apoio à decisão que ele necessitava obter, foi possível atender ao segundo objetivo específico, que era definir o método de AMD que seria utilizado no modelo de seleção de pessoal, tendo sido escolhido para isso o método PROMÉTHÉE II.

O terceiro objetivo específico foi o da criação de um modelo de seleção de pessoal, utilizando o método escolhido, no caso, o PROMÉTHÉE II e realizar a avaliação e classificação dos candidatos à capacitação. Após a escolha do método, foi realizada a avaliação intracritério, em que todos os parâmetros necessários à avaliação das alternativas foram configurados de forma a expressar corretamente as preferências do decisor.

Conforme visto no estudo de caso, seguindo-se as etapas do modelo de resolução de um problema de decisão proposto por Almeida (2013), a etapa de avaliação intercritério foi realizada através da aplicação do método AHP para a definição dos pesos de cada critério. Tal método foi selecionado com base nos resultados obtidos pela revisão da literatura, que revelou que a maior parte das pesquisas usavam um método especificamente para obtenção dos pesos dos critério e elencou o método AHP como o método mais utilizado para a obtenção da criticidade de cada critério.

. Após a parametrização do modelo, foi acionada a avaliação dos candidatos elegíveis à turma de capacitação selecionada para o estudo de caso. Esta avaliação gerou uma lista ordenada de forma decrescente de acordo com a pontuação obtida por cada candidato, atendendo assim ao terceiro objetivo específico.

Em seguida, com o objetivo de validar o modelo criado e atender ao quarto e último objetivo específico do estudo, foi conduzida uma análise de sensibilidade do modelo de seleção. Para isso, foram alterados alguns parâmetros de entrada do modelo e observado se essas alterações gerariam grandes distorções nos resultados das avaliações, quando comparados com o resultado original. Após a análise de quatro cenários distintos, foi possível concluir que o modelo apresentou estabilidade nas avaliações realizadas e, portanto, foi considerado validado, atendendo assim ao último objetivo específico da pesquisa.

Concluindo o estudo, foi realizada uma análise dos resultados obtidos nas etapas de modelagem de preferências do decisor e da lista gerada com os candidatos. Após concluir que as preferências do decisor foram satisfatoriamente representadas no modelo e que a lista gerada pelo mesmo era consistente, foi elaborada a recomendação ao decisor. Por fim, foi apresentada uma representação do modelo completamente implementado em uma planilha eletrônica, conforme uma das solicitações feitas pelo decisor no início da pesquisa.

Portanto, ao se atingir todos os objetivos específicos propostos pela pesquisa, foi possível atingir ao objetivo geral da mesma, em que foi criado um modelo de seleção de pessoal, utilizando um método multicritério. Este modelo se mostrou capaz de prestar apoio quanto à decisão sobre a seleção dos militares que comporão as capacitações previstas no Programa Fragatas Classe Tamandaré.

Os resultados obtidos nessa pesquisa proporcionam contribuições empíricas, sociais e profissionais. A contribuição empírica ocorre na medida em que a pesquisa realiza uma descrição detalhada da metodologia utilizada para a construção do modelo de seleção de pessoal baseado num método de AMD, possibilitando que esse modelo seja adotado por outras entidades públicas, militares ou não. Mesmo a pesquisa sendo dedicada a um público específico, o modelo criado é passível de adaptações para outros cenários, temas e departamentos.

Com relação às contribuições sociais, a proposição de uma prática de gestão moderna, que é a utilização de métodos de AMD por gestores em problemas complexos de decisão, a pesquisa colabora com a otimização da utilização de recursos públicos, uma vez que a realização de um processo estruturado de seleção de pessoal baseado em um lógica matemática de grande reconhecimento na literatura, contribuirá para a seleção dos candidatos mais aderentes aos critérios de seleção, para a redução da subjetividade e aumento da transparência do processo de seleção realizado pela OM objeto deste estudo.

A contribuição profissional acontece devido ao pesquisador fazer parte do corpo de militares da organização que foi objeto deste estudo. Sendo assim, todos os procedimentos utilizados para a realização desta pesquisa, como as etapas de revisão da literatura e do estudo de caso, com as coletas e análise de dados, favorecem um desenvolvimento das competências do pesquisador, contribuindo para que ele esteja mais preparado para atender às demandas do cenário no qual atua na organização.

5.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Por fim, durante a realização dessa pesquisa, foi possível identificar alguns temas que podem ser desenvolvidos em pesquisas futuras, os quais são listados a seguir:

- Utilização de um método de AMD do tipo compensatório para realizar a seleção de pessoal e comparar com os resultados obtidos pelo método PROMÉTHÉE;
- Utilização de métodos de AMD em processos de seleção de pessoal para os cargos de diretoria das diversas OMs das forças armadas.

REFERÊNCIAS

- AFSHARI, A. R. *et al.* PROMETHEE use in Personnel selection. In: **Proc. Int. Conf. ICT Manage. Global Competitiveness Econ. Growth Emerg. Economies**. 2016. p. 1-7.
- ALAKAŞ, H. M.; BUCAK, M.; KIZILTAŞ, Ş. Selection of ambulance supplier company with AHP-TOPSIS and AHP-VIKOR methods. **Harran Univ J Eng**, v. 4, n. 1, p. 93-101, 2019.
- ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações:** construindo modelos de decisão multicritério. São Paulo/ SP: Atlas, 2013.
- ALMEIDA, A. T.; *et al.* **Multicriteria and Multiobjective Models for Risk, Reliability and Maintenance Decision Analysis**. Cham: Springer International Publishing. V. 231, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-17969-8>. Acesso em: 13 jun. 2020.
- ALMEIDA, A. T. *et al.* A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff. **European Journal of Operational Research**, v. 250, n. 1, p. 179–191, 2016.
- ALMEIDA, M. V. P.; RANGEL, L. A. D. A utilização do método Prométhéee no apoio multicritério à decisão: uma análise bibliométrica. In: **v. 3, n. 3: III Simpósio Nacional de Engenharia de Produção**. 2021.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.
- ASAN, U.; SOYER, A. A weighted Bonferroni-OWA operator based cumulative belief degree approach to personnel selection based on automated video interview assessment data. **Mathematics**, v. 10, n. 9, p. 1582, 2022.
- BARD, J. F. A comparison of the analytic hierarchy process with multiattribute utility theory: A case study. **IIE transactions**, v. 24, n. 5, p. 111-121, 1992.
- BRANS, J. -P.; MARESCHAL, B. PROMÉTHÉE Methods. In: **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, International Series in Operations Research & Management Science**. New York, NY: Springer New York, 2005. P.163-186.
- BRANS, J. P.; SMET, Y. PROMÉTHÉE Methods. In: **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, International Series in Operations Research & Management Science**. 2nd ed. New York, NY: Springer US, 2016. P.187-219.

- BRANS, J. P.; VINCKE, P. A Preference Ranking Organisation Method: The PROMÉTHÉE Method for Multiple Criteria Decision-Making. **Management Science**, v.31, n.6, p. 647-656, 1985.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. **Plano Estratégico da Marinha do Brasil (PEM 2040)**, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/pem2040>. Acesso em: 08 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. Programa Fragatas “Classe Tamandaré”. **Marinha do Brasil**, 2022. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programa-classe-tamandare>. Acesso em: 08 set. 2023.
- CAKIR, E.; TAS, M. A.; DEMIRCIOGLU, E. A new weighting method in fuzzy multi-criteria decision making: selected element reduction approach (SERA). In: **North American Fuzzy Information Processing Society Annual Conference**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 20-30.
- COSTA, I. P. A. et al. Escolha de navio de assistência hospitalar no combate à pandemia da covid-19. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, 2020.
- CHEN, C.; HWANG, Y.; HUNG, W. Applying multiple linguistic PROMETHEE method for personnel evaluation and selection. In: **2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**. IEEE, 2009. p. 1312-1316.
- CLIVILLÉ, V.; BERRAH, L.; MAURIS, G. Deploying the electre iii and macbeth multicriteria ranking methods for smes tactical performance improvements. **Journal of Modelling in Management**, v. 8, n. 3, p. 348–370, Oct 28, 2013.
- CUNHA, R. A. et al. A decision support approach employing the PROMETHEE method and risk factors for critical supply assessment in large-scale projects. **Operations Research Perspectives**, v. 9, p. 100238, 2022.
- DAGDEVIREN, M. A hybrid multi-criteria decision-making model for personnel selection in manufacturing systems. **Journal of Intelligent manufacturing**, v. 21, p. 451-460, 2010.
- DANIŞAN, T.; ÖZCAN, E.; EREN, T. Personnel selection with multi-criteria decision making methods in the ready-to-wear sector. **Tehnički vjesnik**, v. 29, n. 4, p. 1339-1347, 2022.
- DARKO, A. et al. Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction. **International journal of construction management**, v. 19, n. 5, p. 436-452, 2019.

- DONTHU, N. *et al.* How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of business research**, v. 133, p. 285-296, 2021.
- DWIVEDI, P.; CHATURVEDI, V.; VASHIST, J. K. Efficient team formation from pool of talent: comparing AHP-LP and TOPSIS-LP approach. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 33, n. 5, p. 1293-1318, 2020.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2020). **Monetização de Gás Natural Offshore no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/monetizacao-de-gas-natural-offshore-no-brasil>. Acesso em 08 set. 2023.
- FIGUEIRA, J. R. *et al.* An overview of electre methods and their recent extensions. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 20, n. 1-2, p. 61–85, Jan 2013.
- FONTES, V. G.; RANGEL, L. A. D. Avaliação de propostas de licitação de autarquia federal empregando o método TODIM. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, v. 16, p. 1-13, 2023.
- GIGOVIC, L. *et al.* The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depots. **Sustainability**, v. 8, n. 4, p. 372, 2016.
- GIRARDI, R. *et al.* Bibliometric study on multi-criteria decision-making methods applied to life cycle management of defense systems. **Procedia Computer Science**, v. 214, p. 236-247, 2023.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para tomada de decisão: enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2019.
- GUARNIERI, P. *et al.* The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: A Brazilian case. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 209–219, 2015.
- GÜNDÖĞDU, F. K. A spherical fuzzy extension of MULTIMOORA method. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 38, n. 1, p. 963-978, 2020.
- HOBBS, B. F. *et al.* Does choice of multicriteria method matter? An experiment in water resources planning. **Water Resources Research**, v. 28, n. 7, p. 1767-1779, 1992.
- HUANG, C.; WAN, C.; TZENG, G. Expatriate manager selection for an overseas manufacturing site by using FMCDM methods. In: **2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2011)**. IEEE, 2011. p. 2401-2406.

ISHAK, A. *et al.* Analytical hierarchy process and PROMETHEE as decision making tool: a review. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2019. p. 012085. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/505/1/012085/pdf>. Acesso em: 21 set. 2023.

ILGIN, M. A. Sewing Machine Selection Using Linear Physical Programming. **Textile and Apparel**, v. 29, n. 4, p. 300-304, 2019.

JI, P.; ZHANG, H.; WANG, J. A projection-based TODIM method under multi-valued neutrosophic environments and its application in personnel selection. **Neural Computing and Applications**, v. 29, p. 221-234, 2018.

JUNIOR, C. A.; PIRATELLI, C. L.; PACHECO, B. C. S. Métodos de apoio à decisão multicritério: uma revisão sobre aplicações em avaliação da educação. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 61296143, 2022.

KABASSI, K.; MARTINIS, A.. Sensitivity analysis of PROMETHEE II for the evaluation of environmental websites. **Applied Sciences**, v. 11, n. 19, p. 9215, 2021.

KELEMENIS, A.; ASKOUNIS, D. A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection. **Expert systems with applications**, v. 37, n. 7, p. 4999-5008, 2010.

KERSULIENE, V.; TURSKIS, Z. Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection. **Technological and economic development of economy**, v. 17, n. 4, p. 645-666, 2011.

KHAN, A. A. *et al.* Fuzzy AHP based prioritization and taxonomy of software process improvement success factors in global software development. **Applied Soft Computing**, v. 83, p. 105648, 2019.

KRISHANKUMAR, R. *et al.* A novel extension to VIKOR method under intuitionistic fuzzy context for solving personnel selection problem. **Soft Computing**, v. 24, p. 1063-1081, 2020.

KRISHANKUMAR, R. *et al.* A new decision model with integrated approach for healthcare waste treatment technology selection with generalized orthopair fuzzy information. **Information Sciences**, v. 610, p. 1010-1028, 2022.

KURNAZ, S.; OZDAGOGLU, A.; KELEŞ, M. K. Method of evaluation of military helicopter pilot selection criteria: a novel Grey SWARA approach. **Aviation**, v. 27, n. 1, p. 27–35-27–35, 2023.

- LI, K.; Rollins, J.; Yan, E. Web of Science use in published research and review papers 1997–2017: a selective, dynamic, cross-domain, content-based analysis. **Scientometrics** 115 (1), 2018.
- LONGARAY, A. A. *et al.* Emprego de métodos multicritério em decisões gerenciais: uma análise bibliométrica da produção científica brasileira. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 13, n. 29, p. 113-128, 2016.
- MACHARIS, C.; BERNARDINI, A. Reviewing the use of multi-criteria decision analysis for the evaluation of transport projects: Time for a multi-actor approach. **Transport Policy**, v. 37, p. 177 – 186, 2015. ISSN 0967-070X. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X14002285>. Acesso em 12 set. 2023.
- MAGHRABIE, H. F.; BEAUREGARD, Y.; SCHIFFAUEROVA, A. Grey-based Multi-Criteria Decision Analysis approach: Addressing uncertainty at complex decision problems. **Technological forecasting and social change**, v. 146, p. 366-379, 2019.
- MOREIRA, M. A. L. *et al.* PROMETHEE-SAPEVO-M1 a Hybrid approach based on ordinal and cardinal inputs: Multi-Criteria evaluation of helicopters to support brazilian navy operations. **Algorithms**, v. 14, n. 5, p. 140, 2021.
- MOREIRA, M. A. L. *et al.* SAPEVO-H² a Multi-Criteria Systematic Based on a Hierarchical Structure: Decision-Making Analysis for Assessing Anti-RPAS Strategies in Sensing Environments. **Processes**, v. 11, n. 2, p. 352, 2023.
- MUNIER, N.; HONTORIA, E.; JIMÉNEZ-SÁEZ, F. **Strategic approach in multi-criteria decision making**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2019.
- NABEEH, N. A. *et al.* An integrated neutrosophic-opsis approach and its application to personnel selection: A new trend in brain processing and analysis. **Ieee Access**, v. 7, p. 29734-29744, 2019.
- NALMPANTIS, D. *et al.* Evaluation of innovative ideas for Public Transport proposed by citizens using Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). **European Transport Research Review**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2019.
- NGUYEN, P. *et al.* GA-GDEMATEL: A novel approach to optimize recruitment and personnel selection problems. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2022, 2022.
- PELISSARI, R. **Método de Decisão Multicritério para Problemas de Classificação com Múltiplos Tipos de Dados Imperfeitos**. 2019. 155 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, São Carlos, SP, 2019.

- PEREIRA, R. O que é a Amazônia Azul e por que o Brasil quer se tornar potência militar no Atlântico. **Marinha do Brasil**, 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/o-que-%C3%A9-azam%C3%B4nia-azul-e-por-que-o-brasil-quer-se-tornar-pot%C3%A1ncia-militar-no-atl%C3%A2ntico>. Acesso em 08 set. 2023.
- OLIVEIRA, C. G.; HENRIQUE, C.; PORTO, F. Amazônia Azul e suas potencialidades econômicas. **GEM Policy Briefy**, v. 1, n. 3, p. 04-11, 2021. Disponível em: <https://www.grupoeconomiadomar.com.br/category/defesa-seguranca/>. Acesso em 08 set. 2023.
- OUBAHMAN, L.; DULEBA, S. Fuzzy PROMETHEE model for public transport mode choice analysis. **Evolving Systems**, p. 1-18, 2023.
- ÖZCAN, E.; DANISAN, T.; EREN, T. A mathematical model proposal for maintenance strategies optimization of the most critical electrical equipment groups of hydroelectric power plants. **Pamukkale Univ. J. Eng. Sci**, v. 25, 498–506, 2019.
- ÖZCAN, İ.; İNAN, U. H.; KORKUSUZ, A. Y. Metro driver selection by using multi criteria decision making methods. **University Journal of Economics and Administrative Sciences**, v. 15, n. 3, p. 1185-1202, 2020.
- PEREIRA, R. O que é a Amazônia Azul e por que o Brasil quer se tornar potência militar no Atlântico. **Marinha do Brasil**, 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/o-que-%C3%A9-azam%C3%B4nia-azul-e-por-que-o-brasil-quer-se-tornar-pot%C3%A1ncia-militar-no-atl%C3%A2ntico>. Acesso em 08 set. 2023.
- RIBEIRO, M. C. C. R.; ALVES, A. S. O problema de seleção de portfólio de projetos de pesquisa em instituições de ensino: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 24, p. 25-39, 2017.
- ROCCHI, L. *et al.* Assessing the sustainability of different poultry production systems: A multicriteria approach. **Journal of cleaner production**, v. 211, p. 103-114, 2019.
- ROY, B. Paradigms and Challenges. In: **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, International Series in Operations Research & Management Science**. 2nd ed. New York, NY: Springer US, 2016. P.19-39.
- SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. 1a Edição. New York: McGraw Hill, 1980.
- SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1991.

- SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9–26, 1990.
- SAATY, T. L. The seven pillars of the analytic hierarchy process. **Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process**, p. 23-40, 2012.
- SÁNCHEZ-LOZANO, J. M.; RODRÍGUEZ, O. Naranjo. Application of Fuzzy Reference Ideal Method (FRIM) to the military advanced training aircraft selection. **Applied soft computing**, v. 88, p. 106061, 2020.
- SANGIORGIO, V.; UVA, G.; FATIGUSO, F. Optimized AHP to overcome limits in weight calculation: Building performance application. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 2, p. 04017101, 2018.
- SANTOS, M.; COSTA, I. P. A.; GOMES, C. F. S. Multicriteria decision-making in the selection of warships: a new approach to the AHP method. **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v. 13, n. 1, 2021.
- ŞENEL, B.; ŞENEL, M.; AYDEMIR, G. Use And Comparison of Topis And Electre Methods In Personnel Selection. *In: ITM Web of Conferences*. EDP Sciences, 2018. p. 01021.
- SENNAROGLU, B.; CELEBI, G. V. A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 59, p. 160-173, 2018.
- SILVA, B. C. *et al.* Apoio Multicritério à Decisão para Priorização de Projetos de P&D: Um estudo de caso em empresa de óleo e gás. **iSys-Brazilian Journal of Information Systems**, v. 13, n. 1, 2020.
- SILVA, M. C.; GOMES, C. F. S.; COSTA JUNIOR, C. L. A hybrid multicriteria methodology Topsis-Macbeth-2n applied in the ordering of technology transfer offices. **Pesquisa Operacional**, v. 38, p. 413-439, 2018.
- SINGH, S.; KUMAR, A. Selection of Core shell Material based Electromagnetic Wave Absorbers in 2 to18 GHz using TOPSIS and VIKOR Ranking Methods. **Defence Science Journal**, v. 69, n. 5, p. 431, 2019.
- SOARES, N. L. Análise da gestão ambiental em estaleiro naval através do Apoio Multicritério à Decisão. CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO, SOCIEDADE E INOVAÇÃO. 11., 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2018.
- SOBRAL, M. F. F.; FILHO, A. T. A.; COSTA, A. P. C. S. Modelo de sequenciamento para o atendimento de clientes em uma unidade distribuidora de gás liquefeito de petróleo.

In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

SOLTANINEJAD, M.; NOORZAI, E.; FARAJI, A. Enhancing the level of confidence in the safe fire evacuation operation employing a combination of BIM and fuzzy TOPSIS method. **Smart and Sustainable Built Environment**, 2023.

SZABÓ-SZENTGRÓTI, G.; VÉGVÁRI, B.; VARGA, J. Impact of Industry 4.0 and digitization on labor market for 2030-verification of Keynes' prediction. **Sustainability**, v. 13, n. 14, p. 7703, 2021.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **Manual for VOSviewer version 1.6.19.** CWTS Meaningful Metrics. Universiteit Leiden, 2023. Disponível em: <https://www.vosviewer.com/download>. Acesso em: 08 ago. 2023.

VUČIJAĆ, B.; KURTAGIĆ, S. M.; SILAJDŽIĆ, I. Multicriteria decision making in selecting best solid waste management scenario: a municipal case study from Bosnia and Herzegovina. **Journal of cleaner production**, v. 130, p. 166-174, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615016698>. Acesso em: 20 set. 2023.

WANG, C. *et al.* The evolution of Omega-The International Journal of Management Science over the past 40 years: A bibliometric overview. **Omega**, v. 93, p. 102098, 2020.

WANG, T.; CHANG, T. Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. **Expert systems with applications**, v. 33, n. 4, p. 870-880, 2007.

WANG, Y. M.; LUO, Y. Integration of correlations with standard deviations for determining attribute weights in multiple attribute decision making. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 51, n. 1, p. 1-12, 2010.

WATRIANTHOS, R. *et al.* Implementation of PROMETHEE-GAIA Method for Lecturer Performance Evaluation. *In: Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2021. p. 012067.

WĄTRÓBSKI, J. Temporal PROMETHEE II—New multi-criteria approach to sustainable management of alternative fuels consumption. **Journal of Cleaner Production**, v. 413, p. 137445, 2023.

WĄTRÓBSKI, J.; JANKOWSKI, J. Guideline for MCDA Method Selection in Production Management Area. *In: New Frontiers in Information and Production Systems Modelling and Analysis*. [s.l.] Springer, 2016. v. 98p. 119–138.

- WU, X. *et al.* A probabilistic linguistic VIKOR method to solve MCDM problems with inconsistent criteria for different alternatives. **Technological and economic development of economy**, v. 28, n. 2, p. 559–580-559–580, 2022.
- YALÇIN, N.; YAPICI PEHLIVAN, N. Application of the fuzzy CODAS method based on fuzzy envelopes for hesitant fuzzy linguistic term sets: A case study on a personnel selection problem. **Symmetry**, v. 11, n. 4, p. 493, 2019.
- YAMAGISHI, K. *et al.* Strategic marketing initiatives for small co-operative enterprises generated from SWOT-TOWS analysis and evaluated with PROMETHEE-GAIA. **Journal of Co-operative Organization and Management**, v. 9, n. 2, p. 100149, 2021.
- YATSALO, B. I. *et al.* Application of multicriteria decision analysis tools to two contaminated sediment case studies. **Integrated Environmental Assessment and Management: An International Journal**, v. 3, n. 2, p. 223-233, 2007.
- ZAVADSKAS, E. K.; TURSKIS, Z. Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 17, n. 2, p. 397–427, 2011.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA OBTENÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DO PESSOAL DO PROGRAMA FRAGATAS CLASSE TAMANDARÉ

Prezado decisor,

Este questionário faz parte da pesquisa de campo da minha dissertação de Mestrado, a ser submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da UFRJ.

O título da dissertação é: “Análise Multicritério para Seleção de Pessoal no Programa Fragatas Classe Tamandaré”.

1) A obtenção dos pesos dos critérios será feita utilizando o método AHP, do inglês “*Analytic Hierarchy Process*”. Nesta metodologia é realizada a comparação par a par, para cada um dos critérios.

2) Quanto ao questionário:

- a) Há 6 perguntas e para cada pergunta uma sub-pergunta.
- b) Cada sub-pergunta possui nove opções de resposta; somente uma opção deve ser escolhida, com bastante atenção para a coerência de cada resposta.
- c) Cada opção de resposta das sub-perguntas equivale a uma nota de avaliação no método AHP, variando de 1 a 9 da seguinte forma: “1” = “Igual importância” até “9” = Importância extrema”.

3) Estou à disposição para responder à qualquer dúvida. Os resultados obtidos serão divulgados.

Desde já, muito obrigado pelo seu tempo.

Marcos Vinicius Passarini de Almeida

QUESTIONÁRIO PARA COMPARAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS E OBTENÇÃO DOS PESOS UTILIZANDO O MÉTODO AHP

Critérios:

Nota do TNA

Nota do TCPL

Experiência profissional

Antiguidade

Para todas as perguntas, assinale com um “X” a opção escolhida. Somente pode ser escolhida 1 (uma) opção por pergunta.

1. Entre as duas opções abaixo, qual critério de avaliação é mais importante para o processo de seleção?

- a. Nota do TNA
- b. Nota do TCPL

1.1. Qual o nível de importância?

- a. Igual importância
- b. Dúvida entre igual importância e importância moderada
- c. Importância moderada
- d. Dúvida entre importância moderada e importância forte
- e. Importância forte
- f. Dúvida entre importância forte e importância muito forte
- g. Importância muito forte
- h. Dúvida entre importância muito forte e importância extrema
- i. Importância extrema

2. Entre as duas opções abaixo, qual critério de avaliação é mais importante para o processo de seleção?

- a. Nota do TNA
- b. Experiência profissional

- 2.1. Entre as duas opções abaixo, qual o nível de importância?
- a. () Igual importância
 - b. () Dúvida entre igual importância e importância moderada
 - c. () Importância moderada
 - d. () Dúvida entre importância moderada e importância forte
 - e. () Importância forte
 - f. () Dúvida entre importância forte e importância muito forte
 - g. () Importância muito forte
 - h. () Dúvida entre importância muito forte e importância extrema
 - i. () Importância extrema
3. Entre as duas opções abaixo, qual critério de avaliação é mais importante para o processo de seleção?
- a. () Nota do TNA
 - b. () Antiguidade
- 3.1 Qual o nível de importância?
- a. () Igual importância
 - b. () Dúvida entre igual importância e importância moderada
 - c. () Importância moderada
 - d. () Dúvida entre importância moderada e importância forte
 - e. () Importância forte
 - f. () Dúvida entre importância forte e importância muito forte
 - g. () Importância muito forte
 - h. () Dúvida entre importância muito forte e importância extrema
 - i. () Importância extrema
4. Entre as duas opções abaixo, qual critério de avaliação é mais importante para o processo de seleção?
- a. () Nota do TCPL
 - b. () Experiência profissional

4.1 Qual o nível de importância?

- a. () Igual importância
- b. () Dúvida entre igual importância e importância moderada
- c. () Importância moderada
- d. () Dúvida entre importância moderada e importância forte
- e. () Importância forte
- f. () Dúvida entre importância forte e importância muito forte
- g. () Importância muito forte
- h. () Dúvida entre importância muito forte e importância extrema
- i. () Importância extrema

5. Entre as duas opções abaixo, qual critério de avaliação é mais importante para o processo de seleção?

- a. () Nota do TCPL
- b. () Antiguidade

5.1 Qual o nível de importância?

- a. () Igual importância
- b. () Dúvida entre igual importância e importância moderada
- c. () Importância moderada
- d. () Dúvida entre importância moderada e importância forte
- e. () Importância forte
- f. () Dúvida entre importância forte e importância muito forte
- g. () Importância muito forte
- h. () Dúvida entre importância muito forte e importância extrema
- i. () Importância extrema

6. Entre as duas opções abaixo, qual critério de avaliação é mais importante para o processo de seleção?

- a. () Experiência profissional
- b. () Antiguidade

6.1 Qual o nível de importância?

- a. () Igual importância

- b. () Dúvida entre igual importância e importância moderada
- c. () Importância moderada
- d. () Dúvida entre importância moderada e importância forte
- e. () Importância forte
- f. () Dúvida entre importância forte e importância muito forte
- g. () Importância muito forte
- h. () Dúvida entre importância muito forte e importância extrema
- i. () Importância extrema