

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO
CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

IGOR PINHEIRO DE ARAÚJO COSTA

**IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO MÉTODO ELECTRE-MOR: UMA
FERRAMENTA A SERVIÇO DA MERITOCRACIA NA AVALIAÇÃO DOS
MILITARES DAS FORÇAS ARMADAS BRASILEIRAS**

**NITERÓI, RJ
2022**

IGOR PINHEIRO DE ARAÚJO COSTA

**IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO MÉTODO ELECTRE-MOR: UMA
FERRAMENTA A SERVIÇO DA MERITOCRACIA NA AVALIAÇÃO DOS
MILITARES DAS FORÇAS ARMADAS BRASILEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador:

Prof. Dr. CARLOS FRANCISCO SIMÕES GOMES

Coorientador:

Prof. Dr. MARCOS DOS SANTOS

Niterói, RJ

2022

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE
Gerada com informações fornecidas pelo autor

C837i Costa, Igor Pinheiro de Araújo
Implementação computacional do método ELECTRE-MOr : Uma ferramenta a serviço da meritocracia na avaliação dos militares das Forças Armadas Brasileiras / Igor Pinheiro de Araújo Costa ; Carlos Francisco Simões Gomes, orientador ; Marcos dos Santos, coorientador. Niterói, 2022.
118 f. : il.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/TPP.2022.m.08260309475>

1. Apoio Multicritério à Decisão (AMD). 2. ELECTRE-MOr. 3. Tomada de decisão. 4. Seleção de pessoal. 5. Produção intelectual. I. Gomes, Carlos Francisco Simões, orientador. II. Santos, Marcos dos, coorientador. III. Universidade Federal Fluminense. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDD -

IGOR PINHEIRO DE ARAÚJO COSTA

IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL DO MÉTODO ELECTRE-MOR: UMA
FERRAMENTA A SERVIÇO DA MERITOCRACIA NA AVALIAÇÃO DOS MILITARES
DAS FORÇAS ARMADAS BRASILEIRAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de
Produção da Universidade Federal Fluminense
como requisito parcial para obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia de Produção

Aprovada em 15 de fevereiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Carlos Francisco Simões Gomes

Professor Orientador: Carlos Francisco Simões Gomes, D.Sc.
Universidade Federal Fluminense

Marcos dos Santos

Professor Coorientador: Marcos dos Santos, D.Sc.
Instituto Militar de Engenharia

Luiz Paulo Fávero

Luiz Paulo Fávero, D.Sc.
Universidade de São Paulo

Maria Teresa Ribeiro Pereira

Maria Teresa Ribeiro Pereira, D.Sc.
Instituto Superior de Engenharia do Porto

Niterói, RJ
2022

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Francisco e Marilene, pelo amor, apoio e incentivo incondicionais; ao meu amado filho Lucas, que me proporcionou momentos de alegria e descontração em meio à seriedade do estudo; em especial, dedico este trabalho à minha esposa Raquel, pessoa que mudou minha trajetória ao entrar na minha vida, com muito amor e paciência. Muito obrigado pela sua compreensão com as minhas horas de ausência por causa dos estudos. Sem você, eu não teria alcançado esta conquista. Te amo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me permitir alcançar mais esta conquista.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Francisco Simões Gomes, por suas orientações sempre precisas, pelo incentivo, pelos ensinamentos, pela paciência e sinceridade durante o período de orientação. Em especial, agradeço por confiar no meu trabalho, na minha capacidade e por me aceitar em seu seletivo grupo de pesquisa.

Ao meu coorientador, Capitão de Fragata Marcos dos Santos, Prof. Dr., pela paciência e disponibilidade em sanar todas as minhas dúvidas. Agradeço pelas inúmeras oportunidades de desenvolvimento proporcionadas e pelos valiosos conselhos e ensinamentos, que facilitaram sobremaneira minha trajetória no mestrado.

Aos demais professores do programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense, pela excelência em transmitir os conhecimentos em sala de aula.

Aos membros da banca examinadora, Prof.^a Dr.^a Maria Teresa Pereira e Prof. Dr. Luiz Paulo Fávero, que gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta pesquisa de mestrado.

À Marinha do Brasil (MB) e ao Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), particularmente na pessoa do Diretor, Capitão de Mar e Guerra Caio Germano Cardoso, pelo apoio institucional para que eu pudesse me dedicar ao curso e participar de eventos acadêmicos que contribuíssem com a minha formação.

Ao meu orientador técnico do CASNAV, Capitão de Corveta Luiz Frederico Horácio de Souza de Barros Teixeira, Prof. Msc, pela paciência, amizade e disponibilidade, com dicas técnicas e acadêmicas extremamente valiosas.

Aos amigos de turma da Marinha que, assim como eu, optaram pela carreira acadêmica, Sérgio Mitihiro do Nascimento Maêda e Pedro Mendes Diniz, pela amizade, troca de conhecimentos, experiências e dicas durante esta nossa nova jornada.

Aos amigos do Laboratório de Estudos de Governança, Gestão e Otimização (LEGGO), em especial aos pesquisadores Miguel Ângelo Lellis Moreira, Prof. Msc., e Fabrício Maione Tenório, Prof. Msc., pelo apoio, amizade e compartilhamento de experiências acadêmicas.

Ao meu amigo, Capitão-Tenente Marcos Alexandre Pinto de Castro Junior, do Centro de Controle Interno da Marinha (CCIMAR), expresso minha eterna gratidão pelo apoio incondicional na implementação computacional do método ELECTRE-MOr.

RESUMO

A seleção de pessoal está cada vez mais se mostrando um fator essencial para o sucesso das organizações. Essas questões envolvem quase universalmente múltiplos objetivos conflitantes, incertezas, custos e benefícios no processo de tomada de decisão. Nesse contexto, devido à natureza dos problemas de avaliação de pessoal, que incluem vários candidatos como alternativas, juntamente com vários critérios complexos de avaliação, esses tipos de problemas podem ser resolvidos pela aplicação de métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD). No âmbito militar, a escolha de pessoal para missões ou promoção reveste-se de incerteza e subjetividade. Dessa maneira, configura-se o problema de pesquisa, expresso por meio da dificuldade em priorizar os militares das Forças Armadas (FFAA) brasileiras para cargos e promoções de uma forma transparente e justa. Para o entendimento e estruturação da situação problemática, foi aplicada a abordagem *Value Focused Thinking* (VFT), que proporcionou o estabelecimento de 4 critérios e 34 subcritérios, à luz dos quais foram avaliados 30 oficiais da Marinha do Brasil (MB). Para apoiar o processo de decisão no que tange à promoção de oficiais, foi aplicado o *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité – Multicriteria Ordinal* (ELECTRE-MOr), método de classificação de múltiplos critérios com entrada de pesos ordinal, que inclui múltiplos tomadores de decisão e distribui as alternativas em categorias predefinidas. Na modelagem proposta neste trabalho, as alternativas foram categorizadas em 3 classes, a saber: Classe A (Promoção por merecimento), Classe B (Promoção por antiguidade) e Classe C (Militares não promovidos). Como resultado, o método apresentou 20% dos oficiais avaliados com desempenho correspondente à classe A, 53% das alternativas à classe B, e 26,7% com desempenhos atribuídos à classe C. Além disso, foi apresentado um procedimento de análise de sensibilidade, mediante variação do valor do nível de corte λ , permitindo tomar decisões baseadas em cenários mais flexíveis ou rigorosos, a critério da Alta Administração Naval. Ademais, foi implementada e apresentada a ferramenta computacional ELECTRE-MOr Web, que implementa a axiomática do método e facilita a utilização e difusão da metodologia proposta de maneira simples e intuitiva. Este trabalho traz valiosa contribuição para academia e sociedade, uma vez que representa a aplicação de um método de AMD no estado da arte para contribuir com a solução de um problema real que pode ser replicado em diversas instituições públicas e privadas, nas esferas táticas, operacionais e estratégicas.

Palavras-chave: Apoio Multicritério à Decisão (AMD); ELECTRE-MOr; Tomada de decisão; Seleção de pessoal; Marinha do Brasil.

ABSTRACT

The personnel selection is increasingly proving to be an essential factor for the success of organizations. These issues almost universally involve multiple conflicting objectives, uncertainties, costs and benefits in the decision-making process. In this context, due to the nature of personnel assessment problems, which include several candidates as alternatives, along with several complex evaluation criteria, these types of problems can be solved by applying Multicriteria Decision Making (MCDM) methods. At the military level, the choice of personnel for missions or promotion is characterized by uncertainty and subjectivity. Thus, the research problem is expressed through the question: “How to prioritize the Brazilian Armed Forces (FFAA) military for positions and promotions in a transparent and fair manner?”. To understand and structure the problem situation, the Value Focused Thinking (VFT) approach was applied, which provided the establishment of 4 criteria and 34 subcriteria, in the light of which 30 Brazilian Navy (BN) officers were evaluated. To support the decision-making process regarding the promotion of officers, we applied the *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité – Multicriteria Ordinal* (ELECTRE-MOr), a multi-criteria classification method with ordinal weight entry, which includes multiple decision makers and distributes alternatives into predefined categories. In the modeling proposed in this work, the alternatives were categorized into 3 classes, namely: Class A (Promotion by deserving), Class B (Promotion by seniority) and Class C (Military not promoted). As a result, the method presented 20% of the officers evaluated with performance corresponding to class A, 53% of the alternatives to class B, and 26.7% with performances attributed to class C. Also, a sensitivity analysis procedure was presented, through variation of the cut-off level λ , allowing decisions to be made based on more flexible or rigorous scenarios, at the discretion of the Naval High Administration. Besides, we implemented and presented the ELECTRE-MOr Web computational tool, which implements the axiomatics of the method and facilitates the use and dissemination of the proposed methodology in a simple and intuitive way. This work brings valuable contribution to academia and society, since it represents the application of a MCDM method in the state of the art to contribute to the solution of a real problem that can be replicated in various public and private institutions, in the tactical, operational and strategic spheres.

Keywords: Multicriteria Decision Making (MCDM); ELECTRE-MOr; Decision making; Personnel selection; Brazilian Navy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Importância da Hierarquia entre Dados, Informação e Conhecimento no AMD. ...	16
Figura 2 - Distribuição de artigos por ano.	25
Figura 3 - Clusters de palavras-chave.	26
Figura 4 - Análise temporal das palavras-chave.	27
Figura 5 - Análise do relacionamento entre os autores.	28
Figura 6 - Distribuição de artigos por ano.	36
Figura 7 - Clusters de palavras-chave.	37
Figura 8 - Análise temporal das palavras-chave.	38
Figura 9 - Análise do relacionamento entre os autores.	39
Figura 10 - Distribuição de artigos por área do conhecimento.	41
Figura 11 - Procedimento bh do método ELECTRE-MOr.	49
Figura 12 - Procedimento bn do método ELECTRE-MOr.	50
Figura 13 - Tela inicial do <i>software</i> ELECTRE-MOr Web.	52
Figura 14 - Cadastro e informações do projeto.	52
Figura 15 - Cadastro de decisores, critérios e alternativas do problema.	53
Figura 16 - Atribuição dos valores dos critérios numéricos.	54
Figura 17 - Avaliação paritária dos critérios.	55
Figura 18 - Avaliação paritária das alternativas em relação aos critérios qualitativos.	55
Figura 19 - Apresentação do resultado parcial e definição de q, p e v.	56
Figura 20 - Classificação pelos procedimentos bh e bn.	57
Figura 21 - Planilhas baixadas mediante o sistema.	57
Figura 22 - Valores de bh/bn calculados pelo sistema.	58
Figura 23 - Apresentação dos valores de q, p, v e pesos dos critérios (w) calculados pelo sistema.	58
Figura 24 - Apresentação dos valores de concordância de sobreclassificação das alternativas em relação aos limiares de classes.	59
Figura 25 - Apresentação dos valores de concordância de sobreclassificação dos limiares de classes em relação às alternativas.	59
Figura 26 - Apresentação dos valores de discordância das alternativas em relação aos limiares de classes em cada critério.	60

Figura 27 - Apresentação dos valores de discordância dos limiares de classes em relação às alternativas para cada critério.	60
Figura 28 - Apresentação dos valores de credibilidade de sobreclassificação das alternativas em relação aos limiares de classes.	61
Figura 29 - Apresentação dos valores de credibilidade de sobreclassificação dos limiares de classes em relação às alternativas.	61
Figura 30 - Apresentação das relações de sobreclassificação das alternativas em relação aos limiares.	62
Figura 31 - Processo de tomada de decisão.	64
Figura 32 - Rede de objetivos (estratégicos, fundamentais e meios).	65
Figura 33 - Apresentação do objetivo e critérios do problema.	67
Figura 34 - Subcritérios do critério Perfil Profissional	68
Figura 35 - Subcritérios do critério Perfil Moral	69
Figura 36 - Subcritérios do critério Desempenho.	71
Figura 37 - Subcritérios do critério Perfil Social.	72
Figura 38 - Estrutura hierárquica do problema.	73
Figura 39 - Etapas da metodologia aplicada.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da pesquisa no banco de dados da base Scopus.....	24
Tabela 2 - Periódicos com pelo menos 2 artigos publicados.....	25
Tabela 3 - Distribuição de artigos por autor, com pelo menos 3 trabalhos publicados.....	27
Tabela 4 - Distribuição de artigos por instituição, com mais de 3 trabalhos publicados.	29
Tabela 5 - Distribuição de artigos por país ou território.	29
Tabela 6 - Distribuição de artigos por área do conhecimento.	30
Tabela 7 - Distribuição dos modelos e métodos de AMD.....	30
Tabela 8 - Resultados da pesquisa no banco de dados da base Scopus.....	35
Tabela 9 - Distribuição de artigos por periódico com pelo menos 4 artigos.	36
Tabela 10 - Distribuição de artigos por autor, com pelo menos 5 artigos publicados.....	38
Tabela 11 - Distribuição de artigos por instituição, com mais de 9 trabalhos publicados.	39
Tabela 12 - Distribuição de artigos por país ou território.....	40
Tabela 13 - Distribuição de artigos por linguagem.	41
Tabela 14 - Distribuição de métodos de AMD pelas aplicações nos artigos analisados.....	41
Tabela 15 - Relação e escala.....	46
Tabela 16 - Definição dos critérios e subcritérios do problema.....	76
Tabela 17 - Pesos dos critérios.....	77
Tabela 18 - Comparação pareada entre os subcritérios do "Perfil Profissional".....	77
Tabela 19 - Comparação pareada entre os subcritérios do "Perfil Moral".....	79
Tabela 20 - Comparação pareada entre os subcritérios do "Perfil Social".....	80
Tabela 21 - Comparação pareada entre os subcritérios do critério "Desempenho".....	80
Tabela 22 - Pesos globais dos subcritérios.....	81
Tabela 23 - Matriz de performance dos oficiais.....	83
Tabela 24 - Resultado obtido após aplicação do ELECTRE-MOr.....	84
Tabela 25 - Classificação consolidada das alternativas, com nível de corte de 0,8.	85
Tabela 26 - Análise de sensibilidade do resultado, variando o nível de corte.....	86
Tabela 27 - Valores de concordância das alternativas em relação aos limiares de classes bh.	101
Tabela 28 - Valores de concordância dos limiares de classes bh em relação às alternativas.	102
Tabela 29 - Valores de discordância das alternativas em relação aos limiares de classes bh.	103
Tabela 30 - Valores de discordância dos limiares de classes bh em relação às alternativas. .	104

Tabela 31 - Valores de credibilidade para o procedimento bh.	105
Tabela 32 - Valores de concordância das alternativas em relação aos limiares de classes bn.	106
Tabela 33 - Valores de concordância dos limiares de classes bn em relação às alternativas.	107
Tabela 34 - Valores de discordância das alternativas em relação aos limiares de classes bn.	108
Tabela 35 - Valores de discordância dos limiares de classes bn em relação às alternativas. .	109
Tabela 36 - Valores de credibilidade para o procedimento bn.	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACFM	<i>Analytic Critical Flow Method</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AMD	Apoio Multicritério à Decisão
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
ARAS	<i>Additive Ratio Assessment</i>
BN	<i>Brazilian Navy</i>
BWM	<i>Best–Worst Method</i>
CASNAV	Centro de Análises de Sistemas Navais
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
CLUS-AMD	<i>CLUStEr analysis for improving Multiple Criteria Decision Analysis</i>
CODAS	<i>COmbinative Distance-based Assessment</i>
COVID-19	<i>Corona Virus Disease-2019</i>
DEMATEL	<i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
DGDNTM	Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha
DGPM	Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha
DM	<i>Decision Maker</i>
ELECTRE	<i>Elimination Et Choix Traduisant la Réalité</i>
ELECTRE-MOr	<i>Elimination Et Choix Traduisant la Réalité – Multicriteria Ordinal</i>
FFAA	Forças Armadas
FUCOM	<i>Full Consistency Method</i>
GIS	<i>Geographic Information Systems</i>
IF	<i>Intuitístico Fuzzy</i>
IFM	<i>Integrated Factors Method</i>
IME	Instituto Militar de Engenharia
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IT2FAHP	<i>Interval Type-2 Fuzzy AHP</i>
IT2FTOPSIS	<i>Interval Type-2 Fuzzy TOPSIS</i>
JCR	<i>Journal Citation Reports</i>
KEMIRA	<i>KEmeny Median Indicator Ranks Accordance</i>
LEGGO	Laboratório de Estudos de Governança, Gestão e Otimização

MAIRCA	<i>Multi-tax Ideal-Real Comparative Analysis</i>
MB	Marinha do Brasil
MCDM	<i>Multicriteria Decision Making</i>
OCRA-G	<i>Grey Operational Competitiveness Rating Analtsis</i>
ORESTE	<i>Organisation rangement et synthèse de données relarionnelles</i>
PIPRECIA-G	<i>Grey Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method of Enrichment Evaluation</i>
RH	Recursos Humanos
RIM	<i>Reference Ideal Method</i>
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SAPEVO-M	<i>Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal method Vectors</i> <i>- Multi Decision Makers</i>
SMART	<i>Simple Multi Attribute Rating Technique</i>
SWARA	<i>Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis</i>
TI	Tecnologia da Informação
TODIM	<i>Interactive and multiple attribute decision making</i>
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
UFF	Universidade Federal Fluminense
UTA	<i>Utility Additive</i>
VDA	<i>Verbal Decision Analysis</i>
VFT	<i>Value Focused Thinking</i>
VIKOR	<i>VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje</i>
WASPAS	<i>Weighted Aggregates Sum Product Assessment</i>
WP	<i>Weighted Product</i>

SUMÁRIO

1	Introdução	15
1.1	Caracterização do problema	16
1.2	Objetivo geral	17
1.3	Objetivos específicos	17
1.4	Contribuições esperadas	18
1.5	Estrutura do trabalho.....	18
2	Revisão da literatura	20
2.1	Apoio Multicritério à Decisão em seleção de pessoal	20
2.1.1	Mapeamento do estado da arte.....	23
2.1.2	Resultados.....	24
2.1.3	Análise dos métodos de AMD aplicados em problemas de seleção de pessoal	30
2.2	Análise dos métodos de AMD aplicados em problemas militares	31
2.2.1	Resultados e análises	35
2.2.2	Análise dos principais métodos de AMD aplicados em problemas militares.	41
2.3	Considerações	43
3	Referencial teórico sobre o método ELECTRE-MOr	44
3.1	Os métodos da família ELECTRE.....	44
3.2	O método SAPEVO-M	45
3.3	O método ELECTRE-MOr.....	46
3.4	O <i>software</i> ELECTRE-MOr Web	51
3.5	Aplicações da ferramenta ELECTRE-MOr Web	62
4	Estruturação do problema	64
4.1	Definição dos critérios	67
4.2	Definição dos subcritérios	67
4.2.1	Subcritérios do critério “Perfil Profissional”	67

4.2.2	Subcritérios do critério “Perfil Moral”	69
4.2.3	Subcritérios do critério “Desempenho”	71
4.2.4	Subcritérios do critério “Perfil Social”	72
4.2.5	Estrutura hierárquica do problema	73
4.3	Metodologia.....	73
5	Estudo de caso	76
5.1	Obtenção dos pesos dos critérios	77
5.2	Pesos dos subcritérios do critério “Perfil Profissional”	77
5.2.1	Pesos dos subcritérios do “Perfil Moral”	78
5.2.2	Pesos dos subcritérios do “Perfil Social”	80
5.2.3	Pesos dos subcritérios do critério “Desempenho”	80
5.3	Pesos globais dos subcritérios	81
5.4	Matriz de performance.....	82
5.5	Resultados alcançados	84
5.6	Análise de sensibilidade	86
6	Conclusão	89
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A – Valores de concordância, discordância e credibilidade	101
	APÊNDICE B – Contribuições para a pesquisa	111

1 INTRODUÇÃO

Ambiente complexo, critérios conflitantes, incertezas e informações imprecisas são características de muitos problemas de decisão que estão presentes no mundo real. A eficiência na tomada de decisão consiste em escolher a alternativa que, na medida do possível, oferece os melhores resultados. As alternativas viáveis para o cumprimento do objetivo, e selecionadas para avaliação, são comparadas de acordo com critérios e sob a influência de diversos atributos (CARDOSO *et al.*, 2009).

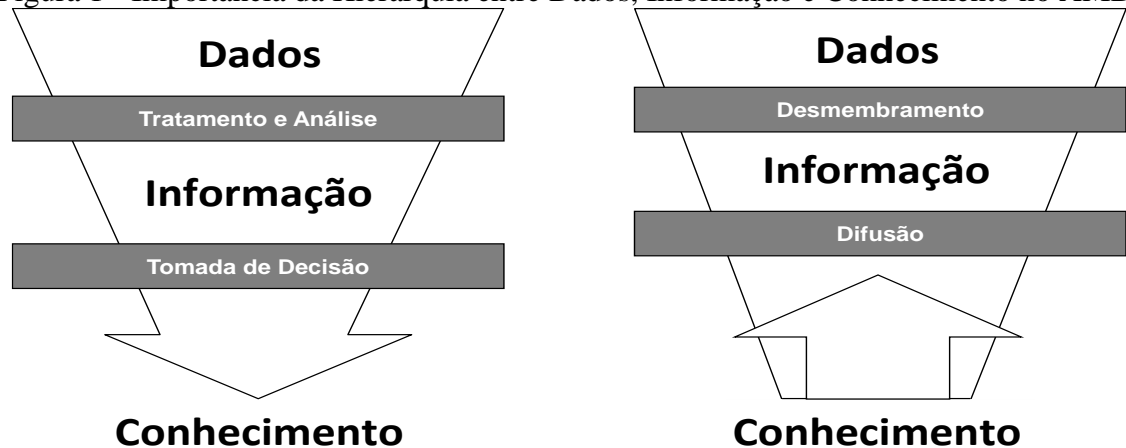
Nesse sentido, a metodologia do Apoio Multicritério à Decisão (AMD) contribui para tornar o processo de tomada de decisão mais racional e eficiente (HATAMI-MARBINI; TAVANA, 2011; PEREIRA; COSTA; PEREIRA, 2017). Os métodos de AMD são muito úteis para apoiar o processo decisório, pois consideram julgamentos de valor, e não apenas questões técnicas para avaliar alternativas em problemas reais, apresentando alta multidisciplinaridade (SANTOS *et al.*, 2015).

O AMD consiste em um conjunto de abordagens formais que buscam levar em conta a atenção explícita de múltiplos critérios para ajudar stakeholders e grupos a explorar decisões que importam (BELTON; STEWART, 2002). Apesar da diversidade de abordagens, métodos e técnicas existentes na literatura, os ingredientes básicos do AMD são um conjunto finito ou infinito de ações (alternativas, soluções, cursos de ação, etc.), pelo menos dois critérios, e pelo menos um Decisor (DM – *Decision Maker*). Diante desses elementos básicos, o AMD auxilia na tomada de decisões, principalmente em termos de escolha, ordenação ou classificação das ações (GRECO; FIGUEIRA; EHRGOTT, 2016).

Os problemas de escolha implicam na seleção de um subconjunto contendo as melhores alternativas; os problemas de ordenação fornecem um *ranking* das alternativas, da melhor à pior; problemas de classificação distribuem as alternativas em categorias predefinidas e ordenadas (CORRENTE; GRECO; SŁOWIŃSKI, 2016).

Ressalta-se a relevância da hierarquia entre dados, informação e conhecimento ao aplicar métodos de AMD. Os dados, quando tratados e analisados, transformam-se em informações. Já o conhecimento é gerado no momento em que tais informações são reconhecidas e aplicadas na tomada de decisão. Analogamente, a hierarquia reversa também pode ser aplicada, visto que o conhecimento, quando difundido ou explicitado, torna-se uma informação que, quando desmembrada, tem capacidade para gerar um conjunto de dados (FÁVERO; BELFIORE, 2019). A Figura 1 apresenta esta lógica, fundamental para o AMD.

Figura 1 - Importância da Hierarquia entre Dados, Informação e Conhecimento no AMD.



Fonte: (FÁVERO; BELFIORE, 2019).

Outra característica importante a enfatizar é que os métodos multicritério não são projetados para buscar a melhor alternativa em relação a todos os critérios. A dificuldade do problema origina-se da presença de mais de um critério (MARTINS *et al.*, 2020).

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

As pessoas representam um dos recursos mais significativos de uma organização e, portanto, a seleção de pessoal é um dos problemas que as organizações vêm enfrentando cada vez mais (ULUTAŞ *et al.*, 2020). De acordo com Abdel-Basset *et al.* (2020), a seleção de pessoal é uma tarefa significativa para qualquer organização que visa selecionar os candidatos mais adequados para preencher vagas bem definidas. O processo de seleção envolve diversas características individuais, como liderança, habilidades analíticas, pensamento independente, inovação, resistência e personalidade.

Nesse contexto, uma divisão vital em qualquer organização é o departamento de Recursos Humanos (RH), que, dentre outras atribuições, é responsável pela seleção de pessoal (IJADI MAGHSOODI *et al.*, 2020). Segundo Heidary Dahooie *et al.* (2018), esta é a função mais importante dos gestores de RH. No entanto, os inúmeros critérios, alternativas e metas tornam o processo de seleção entre vários candidatos excessivamente complexo e confuso. O ambiente de decisão é caracterizado pela imprecisão e incerteza e, por isso, é muito difícil expressar os critérios mediante números exatos (ULUTAŞ *et al.*, 2020).

Devido à natureza dos problemas de avaliação de pessoal, que incluem vários candidatos como alternativas, juntamente com vários critérios complexos de avaliação, esses

tipos de problemas podem ser enfrentados com o auxílio das técnicas multicritério (HEIDARY DAHOOIE *et al.*, 2018; IJADI MAGHSOODI *et al.*, 2020; KILIC; DEMIRCI; DELEN, 2020; KRISHANKUMAR *et al.*, 2020).

Conforme sugerido por Malloy *et al.* (2017), os métodos utilizados como auxílio à decisão devem possibilitar um algoritmo integrado, permitindo a avaliação de dados qualitativos e quantitativos. Ou seja, as ferramentas devem possibilitar estruturar e analisar variáveis em situações nas quais não é possível definir uma entrada numérica precisa.

Nesse contexto, a subjetividade na modelagem do AMD possui um papel importante (DURBACH; STEWART, 2012), transcrevendo as preferências do DM pelo método implementado, sendo transparente quanto às manipulações e atribuições na problemática de avaliação (MOREIRA *et al.*, 2021).

No âmbito das Forças Armadas (FFAA), os métodos multicritério são rotineiramente empregados, porque a tomada de decisão precisa é fator decisivo para o sucesso e pode reduzir os gastos e aumentar a capacidade de defesa (VAN HOAN; HA, 2020). Santos, Costa e Gomes (2021) afirmam que as decisões militares apresentam grande importância, pois afetam a soberania e segurança dos países.

A escolha de pessoal para missões ou promoção no meio militar, assim como em outras áreas do conhecimento, reveste-se de incerteza e subjetividade. Dessa maneira, configura-se o problema de pesquisa expresso por meio da pergunta: Como priorizar os militares das FFAA brasileiras para cargos e promoções de uma forma transparente e justa?

1.2 OBJETIVO GERAL

Esta dissertação tem como objetivo geral propor uma metodologia para escolha de pessoal militar, buscando tratar a subjetividade inerente a este tipo de decisão, mediante associação de dados de naturezas qualitativas e quantitativas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa, são propostos quatro objetivos específicos:

- a) Realizar uma revisão bibliográfica de aplicações de métodos de AMD em problemas de seleção de pessoal;
- b) Realizar uma revisão bibliográfica de aplicações de métodos de AMD em problemas militares;

- c) Desenvolver um modelo computacional web, viabilizando a implementação do método *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité – Multicriteria Ordinal* (ELECTRE-MOr), proporcionando uma análise mediante entradas qualitativas e quantitativas, representando os resultados por meio de distribuição das alternativas em classes predefinidas; e
- d) Apresentar, mediante estudo de caso, uma aplicação prática do método, baseada em uma análise estratégica do meio militar para a seleção de pessoal a ser promovido por merecimento ou antiguidade na Marinha do Brasil.

1.4 CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS

Com a modelagem proposta neste trabalho, espera-se contribuir para um processo decisório transparente e robusto para seleção de pessoal, com a possibilidade de analisar dados quantitativos e qualitativos, intrínsecos a questões relacionadas à seleção de pessoal.

Além disso, é apresentada uma ferramenta computacional simples e intuitiva que busca tornar o processo decisório mais flexível, confiável e rápido, facilitando sobremaneira os cálculos, muitas vezes complicados, que envolvem o AMD. A modelagem apresentada neste trabalho entregará uma estrutura axiomática de múltiplos decisores, permitindo que estes indiquem suas preferências e subjetividades quanto aos dados analisados, agregando seus pontos de vista e tornando o processo de tomada de decisão mais confiável e democrático.

Este trabalho pode proporcionar grande contribuição para a academia e sociedade em geral, apresentando um modelo integrado, prático e útil para diversas aplicações táticas operacionais e estratégicas. Dada a sua natureza dual, o framework desenvolvido viabilizará aplicações tanto em ambiente militar quanto civil, de forma on-line.

Como forma de contribuição para a sociedade acadêmica, foram realizadas diversas publicações respectivas ao modelo proposto, com o auxílio da aplicação da ferramenta computacional apresentada, em periódicos e simpósios nacionais e internacionais. Ademais, foi realizado o registro do *software* desenvolvido juntamente ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O estudo é dividido em 6 capítulos, sendo este destinado à introdução e contextualização do problema a ser tratado no trabalho.

O capítulo 2 apresenta as principais aplicações de AMD em problemas relacionados à seleção de pessoal e militares, mapeando o estado da arte dessas temáticas e identificando tendências, para nortear a pesquisa desta dissertação.

A seção 3 aborda o referencial teórico, apresentando conceitos importantes sobre os métodos da família ELECTRE, SAPEVO-M e detalhando a axiomática do método ELECTRE-MOr. Além disso, é apresentada a ferramenta computacional ELECTRE-MOr Web, com um exemplo ilustrando sua aplicação.

Já a seção 4 tem o objetivo de estruturar o problema estudado, mediante aplicação da abordagem VFT, obtendo a rede de objetivos, tendo por base a análise de documentos e Oficiais da MB com ampla experiência e conhecimento sobre avaliação de pessoal e promoção de militares. Nesta seção também são apresentados os critérios e subcritérios que compõem o estudo de caso.

A seção 5 apresenta o estudo de caso, com a proposição de uma modelagem com múltiplos decisores capaz de contribuir para a seleção de pessoal na MB, visando selecionar militares que serão promovidos, tomando por base critérios pessoais, profissionais e técnicos.

Por fim, o capítulo 6 conclui esta pesquisa, apresentando as conclusões respectivas ao estudo, além da proposição de pesquisas futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A literatura apresenta poucos estudos em que são aplicados métodos de AMD na problemática de seleção de pessoal no ambiente militar. Ao todo, foram encontrados poucos trabalhos que abordam as temáticas em conjunto, como na seleção de equipe de jogos de guerra (BASTIAN *et al.*, 2016) e na designação de militares para cargos de confiança (KORKMAZ; GÖKÇEN; ÇETINYOKUŞ, 2008).

Devido à escassez de estudos típicos de AMD na seleção de pessoal militar, neste trabalho optou-se por realizar dois estudos bibliométricos, a saber:

- a) Métodos multicritério aplicados em problemas de seleção de pessoal; e
- b) Métodos multicritério aplicados em problemas tipicamente militares.

Esse procedimento visa mapear o estado da arte das duas temáticas de forma individual, para que possa ser estabelecida a estratégia de análise mais adequada do estudo de caso abordado nesta dissertação.

2.1 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO EM SELEÇÃO DE PESSOAL

A literatura acadêmica contém muitos exemplos da aplicação do AMD na área de seleção de pessoal. Para Cheng e Li (2004), sem um método adequado e preciso para problemas de seleção de pessoal, o desempenho do projeto será afetado, e o AMD é sugerido como metodologia viável para esse tipo de problemas. Os autores utilizaram os métodos *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Analytic Network Process* (ANP) como ferramentas para seleção de pessoal.

Dağdeviren (2010) desenvolveu um modelo híbrido que empregou o ANP e uma modificação do método *Technique for Order Preferences by Similarity To Ideal Solution* (TOPSIS) em um problema de seleção de pessoal. O método ANP foi utilizado para analisar a estrutura do problema de seleção de pessoal e determinar os pesos dos critérios, enquanto o método TOPSIS, para obtenção da ordenação final. Segundo o autor, a gestão da empresa considerou a aplicação e os resultados satisfatórios e implementáveis em seu processo de seleção de pessoal.

Baležentis e Zeng (2013) propuseram uma metodologia indicada para o campo da DA seleção de pessoal e gestão de desempenho em geral, mediante emprego do método MULTIMOORA com conjuntos *fuzzy* tipo 2, fornecendo os meios para o AMD relacionados a avaliações imprecisas.

De acordo com Keršuliene e Turskis (2011), muitos atributos individuais considerados para seleção de pessoal, como capacidade de organização, criatividade, personalidade e liderança exibem imprecisão. Nesse contexto, a teoria dos conjuntos *fuzzy* representa uma ferramenta essencial para fornecer um quadro de decisão que incorpore julgamentos imprecisos inerentes ao processo de seleção de pessoal. Os autores utilizaram um algoritmo composto pela fusão de informações difusas e o método *Additive Ratio Assessment* (ARAS) e *Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis* (SWARA). A estrutura foi ilustrada mediante um problema de seleção de um arquiteto.

De acordo com Baležentis *et al.* (2012), dada a natureza incerta, ambígua e vaga da seleção de pessoal, este processo requer a aplicação de métodos de AMD para que seja robusto e justo. Os autores utilizaram o método *Fuzzy-MULTIMOORA* para a tomada de decisões em grupo (MULTIMOORA-FG) para agregar avaliações subjetivas dos tomadores de decisão e realizar procedimentos de seleção de pessoal. Os autores aplicaram o método em uma empresa com quatro tomadores de decisão para escolher o melhor candidato para preencher uma vaga. A comissão decidiu considerar oito atributos qualitativos expressos em variáveis linguísticas.

Segundo Kabak *et al.* (2012), a natureza de múltiplos critérios e a presença de fatores qualitativos e quantitativos tornam o processo decisório consideravelmente mais complexo. Os autores propuseram uma abordagem híbrida de tomada de decisão, permitindo a combinação de fatores qualitativos e quantitativos. Eles usaram uma combinação das técnicas *Fuzzy ANP*, *Fuzzy TOPSIS*, *Fuzzy ELECTRE* (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*), para seleção de atiradores de elite, e aplicaram-nas a um caso real.

Chen e Cheng (2005) desenvolveram um sistema de apoio à decisão em grupo baseado em computador para aumentar a produtividade da seleção de pessoal e comparar facilmente seu método com outros métodos de classificação de números *fuzzy*.

Sang *et al.* (2015) propuseram uma solução analítica ao método *Fuzzy-TOPSIS*. Os autores forneceram comparações detalhadas e aplicaram a metodologia proposta na seleção pessoal. Krylovas *et al.* (2014) apresentaram uma nova abordagem do método *KEmeny Median Indicator Ranks Accordance* (KEMIRA) para determinar os pesos de critérios de prioridade e seleção para resolver problemas de AMD. Os autores ilustraram o método em um exemplo numérico para seleção de elite do pessoal de segurança.

Nabeeh *et al.* (2019) contribuíram para apoiar o processo de seleção de pessoal integrando os métodos *Neutrosophic AHP* e *TOPSIS* para ilustrar uma solução ideal entre diferentes candidatos para seleção de pessoal.

Rouyendegh e Erkan (2013) realizaram uma aplicação real para seleção acadêmica de pessoal utilizando a opinião de especialistas para serem aplicados em um modelo do método *Fuzzy ELECTRE*. Havia dez critérios qualitativos para a seleção do melhor candidato entre cinco possíveis candidaturas.

Karabasevic *et al.* (2016) afirmam que, no processo de contratação em empresas, os DMs subutilizam os métodos de AMD para seleção de pessoal. Os autores estabeleceram um quadro para a seleção dos candidatos durante o processo de seleção com base nos métodos SWARA e ARAS sob incertezas. Os métodos foram empregados em estudo de caso da seleção do candidato ao cargo de gerente de vendas.

Heidary Dahooie *et al.* (2018) apresentaram um quadro de competências com cinco critérios para a escolha do melhor especialista em Tecnologia da Informação (TI), dentre cinco alternativas. Foram utilizados os métodos SWARA e ARAS-Grey para derivar os pesos dos critérios e fornecer a alternativa final, respectivamente. Os resultados revelaram que a competência técnica é o principal critério na seleção de pessoal de TI.

Karabasevic *et al.* (2015) forneceram uma abordagem eficiente para o processo de seleção de candidatos na indústria de mineração. A abordagem proposta baseou-se no uso dos métodos SWARA e MULTIMOORA. A abordagem proposta foi considerada no exemplo numérico da escolha de um candidato ao cargo de engenheiro para mineração subterrânea.

Urosevic *et al.* (2017) propuseram uma abordagem para a seleção de pessoal para o cargo de gerente de vendas no setor turístico, com base no uso dos métodos SWARA e *Weighted Aggregates Sum Product Assessment (WASPAS)*.

Keršulienė e Turskis (2014) integraram o método ARAS com números *Fuzzy* (ARAS-F) e o método AHP para gerenciar informações avaliadas utilizando escalas numéricas e linguísticas em um problema de tomada de decisão para seleção de um diretor contábil.

Ulutaş *et al.* (2020) propuseram e utilizaram o método *Grey Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment (PIPRECIA-G)* para a determinação dos critérios de importância para a seleção de pessoal. Para o ranking final dos candidatos considerados, foi aplicado o método *Grey Operational Competitiveness Rating Analysis (OCRA-G)*.

Kilic *et al.* (2020) propuseram uma metodologia integrada pelos métodos *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)* e *ELECTRE* sob o ambiente Intuitístico *Fuzzy (IF)*. Os autores utilizaram o método IF-DEMATEL para obter os pesos dos critérios e, em seguida, o método IF-ELECTRE foi formulado e aplicado para classificar os candidatos com base em avaliações cardinais e ordinais.

Raj Mishra *et al.* (2020) escolheram o melhor candidato de TI integrando o método IF-ARAS com medida de divergência, melhor função de pontuação e operadores de agregação de IF. Dwivedi *et al.* (2020) sugeriram um modelo otimizado para selecionar os melhores funcionários usando AMD para uma empresa de *Supply Chain*, mediante aplicação dos métodos AHP e TOPSIS.

Ijadi Maghsoodi *et al.* (2020) estenderam a abordagem *CLUster analysis for improving Multiple Criteria Decision Analysis* (CLUS-AMD) e a integraram com o *Best–Worst Method* (BWM). A metodologia foi aplicada para resolver problemas de tomada de decisões de *Big Data* em vários cenários. Os autores investigaram múltiplos problemas de seleção de pessoal e avaliação de riscos com diversos cenários dentro de diversos departamentos, simultaneamente.

Abdel-Basset *et al.* (2020) propuseram uma nova estrutura multicritério, composta pelos métodos *Neutrosophic ANP* e TOPSIS sob números neutrosóficos bipolares. A estrutura foi aplicada para seleção de *Chief Executive Officer* (CEO) em um estudo de caso no Egito.

Krishankumar *et al.* (2020) propuseram um novo quadro de tomada de decisão que consiste em duas etapas. Na primeira etapa, foi proposta uma nova extensão do método *VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* (VIKOR) sob o contexto IF. As soluções ideais positivas e negativas foram determinadas, e os parâmetros do método VIKOR foram calculados utilizando-se o procedimento de transformação. Os autores aplicaram a metodologia em um problema de seleção de pessoal para validar o quadro proposto.

A revisão da literatura revelou várias aplicações que combinam AMD para apoiar o processo de tomada de decisão em problemas de seleção de pessoal. Na maioria dos casos, os autores aplicaram um método para obter os pesos dos critérios e outro para avaliar as alternativas, aproveitando as características de cada modelo.

2.1.1 Mapeamento do estado da arte

Este estudo considerou o modelo de *Webibliomining*. Nesta seção, uma adaptação do modelo proposto por Costa (2010), Da Silva *et al.* (2015) e De Barros *et al.* (2015) foi aplicada. A estratégia a seguir foi testada no banco de dados da base Scopus para encontrar documentos sobre aplicações de métodos de AMD em problemas de seleção de pessoal, vinculando ambos os temas da pesquisa:

- TITLE-ABS-KEY ((“MCDA” OR “MCDM” OR “MULTICRITERIA” OR “MULTIPLE CRITERIA”) AND (“PERSONNEL SELECTION”)).

A pesquisa foi realizada na base de dados do Scopus em julho de 2021 (Tabela 1). Não havia limites de data, tipo de documento ou tipo de acesso. Ao todo, foram encontrados 95 estudos com os temas analisados.

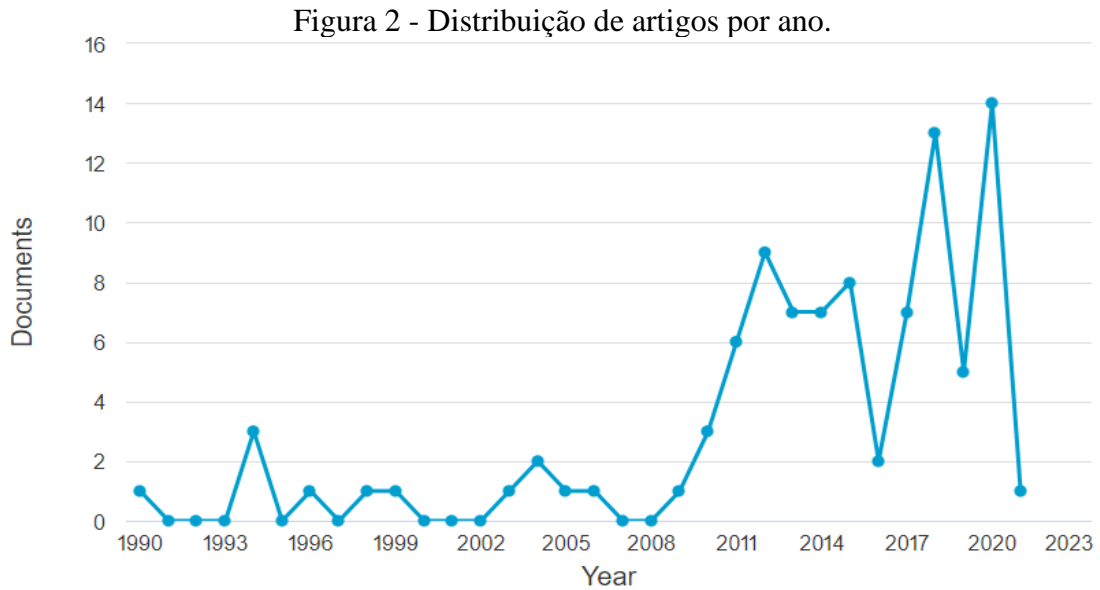
Tabela 1 - Resultados da pesquisa no banco de dados da base Scopus.

Tipo de documento	Número de artigos	%
Artigos de periódico	78	82,1%
Artigos de conferência	16	16,8%
Editorial	1	1,1%
Total	95	100,0%

Foi desenvolvido um estudo bibliométrico para identificar o ano de publicação, periódicos, clusters de palavras-chave, autores (incluindo o fator H dos autores e a rede autoral), filiação, país/território, campos de conhecimento e língua dos documentos. O *software* VOSviewer foi usado para analisar clusters de palavras-chave e a rede autoral. Esta ferramenta é muito útil para criar mapas, visualizar e explorar dados (VAN ECK; WALTMAN, 2018). Segundo Aria e Cuccurullo (2017), o aumento das taxas de publicação e os fluxos de pesquisa fragmentados tornam o uso da bibliometria essencial para o mapeamento científico.

2.1.2 Resultados

A Figura 2 mostra a distribuição dos artigos por ano de publicação. As publicações começaram em 1990, com 1 artigo. De 1991 a 1993, 2000 a 2002, e nos anos de 1995, 1997, 2007 e 2008 não foram publicados artigos. De 2010 a 2020, houve um aumento significativo no número de artigos publicados com flutuações de 2 a 14 artigos por ano. Em 2020, houve o maior número de publicações (14 artigos), enquanto no presente ano houve uma publicação, até o mês de julho.



A Tabela 2 mostra a distribuição de artigos por periódico, considerando 2 ou mais trabalhos. As revistas *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research* e *Expert Systems with Applications* se sobressaem com o maior número de artigos publicados na área de seleção de pessoal com aplicações multicritério (6 artigos). Em seguida, os periódicos *European Journal of Operational Research* e *Life Science Journal*, com 5 e 4 artigos respectivamente, também apresentam número relevante de publicações no assunto. Além disso, pode-se observar 3 periódicos com 3 publicações cada e 7 revistas com 2 artigos cada. Portanto, nota-se que os artigos são distribuídos por uma grande variedade de periódicos.

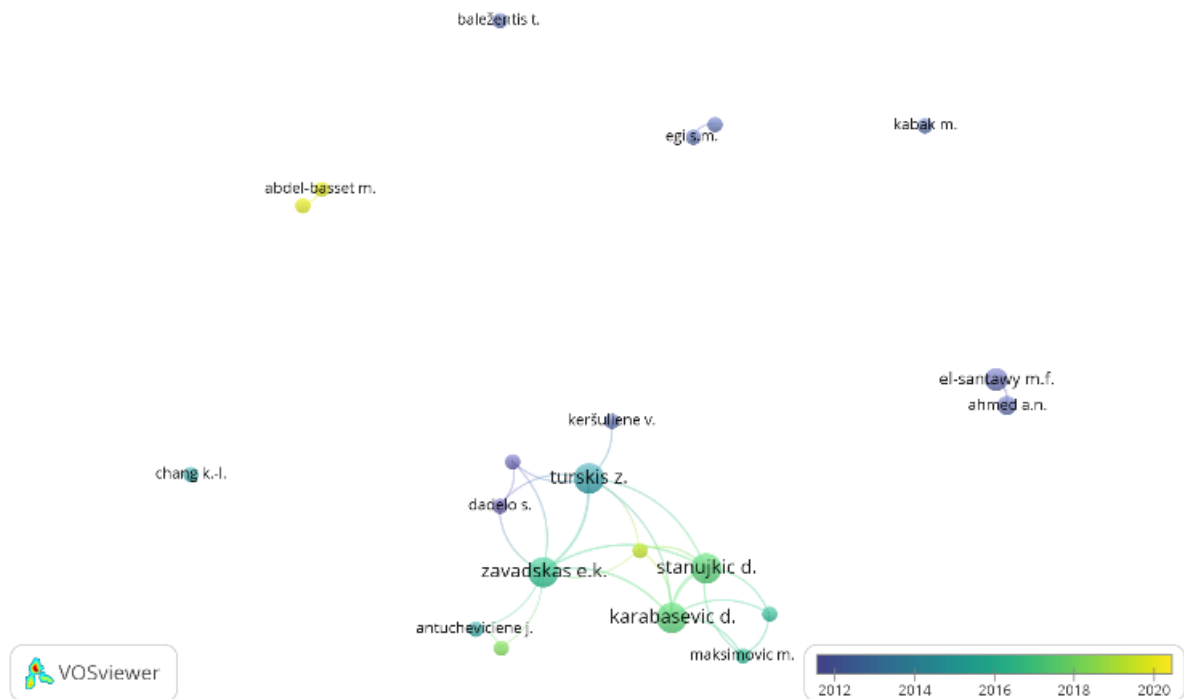
Tabela 2 - Periódicos com pelo menos 2 artigos publicados.

Periódico	Número de artigos
<i>Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research</i>	6
<i>Expert Systems with Applications</i>	6
<i>European Journal of Operational Research</i>	5
<i>Life Science Journal</i>	4
<i>Advances in Intelligent Systems and Computing</i>	3
<i>Applied Soft Computing Journal</i>	3
<i>Human Factors and Ergonomics in Manufacturing</i>	3
<i>Informatica (Netherlands)</i>	2
<i>International Transactions in Operational Research</i>	2
<i>Journal of Enterprise Information Management</i>	2
<i>Journal of Intelligent and Fuzzy Systems</i>	2

Dentre os principais pesquisadores da área, destacam-se 4 autores com 7 artigos publicados: Zavadskas, E.K. (H=77), Turskis, Z. (H=54), Stanujkic, D. (H = 19) e Karabasevic, D. (H = 13). Os autores El-Santawy (H=4) e Ahmed, A.N. (H=4) publicaram 4 e 4 artigos respectivamente. Além disso, há 14 autores com 2 artigos, e 140 com um artigo cada, totalizando 160 pesquisadores com trabalhos publicados na área.

Esta pesquisa também analisou a rede de relacionamento dos autores, considerando-se 2 como o número mínimo de artigos por autor, sem limitar o número de autores por artigo e o número mínimo de citações. Para criar o mapa, não foram considerados autores com força total de zero. A Figura 5 apresenta a rede autoral, com 9 clusters.

Figura 5 - Análise do relacionamento entre os autores.



O maior conjunto de itens conectados é composto por 5 autores – Karabasevic, D.; Maksimovic, M.; Popovic, G.; Stanujkic, D. e Urosevic, S. – e tem a maior força de relacionamento e documentos ($s = 18$; 7 artigos). Além disso, observou-se dois clusters mais relevantes ligados ao mais forte, liderados por Zavadskas, E. K. (3 autores; $s = 17$; 7 artigos) e Turksis, Z. (4 autores; $s = 15$; 7 documentos). Além dos principais clusters, observa-se a presença de 6 grupos de autores isolados. A Tabela 4 mostra as instituições que publicaram 3 ou mais artigos.

Tabela 4 - Distribuição de artigos por instituição, com mais de 3 trabalhos publicados.

Instituição	Artigos
<i>Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas</i>	13
<i>University of Belgrade</i>	6
<i>Cairo University</i>	4
<i>University Business Academy in Novi Sad</i>	3
<i>Galatasaray Üniversitesi</i>	3
<i>Gazi Üniversitesi</i>	3

A instituição *Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas* se destaca, com 13 documentos, seguida pelas instituições *University of Belgrade* e *Cairo University*, com 6 e 4 artigos respectivamente. Além disso, há 3 instituições com 3 documentos, 9 universidades com 2 trabalhos e 118 instituições com 1 artigo cada, totalizando 133.

A Tabela 5 mostra a distribuição de artigos por país ou território com mais de 4 artigos publicados. A pesquisa encontrou 33 países. A Turquia ocupa o primeiro lugar, com 18 artigos, seguida pela Lituânia, com 14 documentos. O continente asiático, com 13 países, tem 71 artigos (74% do total). A Europa é representada por 12 países, com 34 artigos publicados (36% do total). O continente americano, com 6 países, tem 15 artigos (16% do total). A Oceania, com 2 países, tem 2 artigos (2% do total).

Tabela 5 - Distribuição de artigos por país ou território.

País/território	Artigos
Turquia	18
Lituânia	14
Índia	9
Taiwan	9
Sérvia	7
Estados Unidos	7
China	6
Egito	6
Irã	6
Malásia	4

A Tabela 6 descreve a distribuição de artigos por campo do conhecimento: Ciências da Computação (26,3%), Matemática (14,6%), Engenharia (14,1%), Negócios e Gestão

(10,1%) e Ciências da Decisão (8,6%) destacam-se em relação a outras áreas, com aproximadamente 74% do total de artigos.

Tabela 6 - Distribuição de artigos por área do conhecimento.

Campo do conhecimento	Artigos (%)
Ciências da Computação	52 (26,3%)
Matemática	29 (14,6%)
Engenharia	28 (14,1%)
Negócios, Gestão e Contabilidade	21 (10,6%)
Ciências da Decisão	17 (8,6%)
Economia, Econometria e Finanças	11 (5,6%)
Ciências sociais	9 (4,5%)
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	6 (3%)

A língua inglesa se destaca em relação aos outros, representando cerca de 100% do total de artigos.

2.1.3 Análise dos métodos de AMD aplicados em problemas de seleção de pessoal

Neste trabalho, foram analisados os modelos e métodos de AMD mais aplicados em problemas de pessoal (Tabela 7). A soma dos percentuais é superior a 100% porque, em diversos artigos, os autores aplicaram mais de um método.

Tabela 7 - Distribuição dos modelos e métodos de AMD.

Modelagem / Método	Porcentagem
Lógica <i>Fuzzy</i>	45,76%
TOPSIS	28,81%
AHP	18,64%
ANP	16,95%
VIKOR	11,86%
SWARA	11,86%
MULTIMOORA	10,17%
DEMATEL	8,47%
ARAS	8,47%
ELECTRE	6,78%
DELPHI	3,39%
MOORA	3,39%
PIPRECIA-G	1,69%

OCRA-G	1,69%
<i>Interactive and multiple attribute decision making (TODIM)</i>	1,69%
BWM	1,69%
<i>COmbinative Distance-based Assessment (CODAS)</i>	1,69%
PROMETHEE	1,69%
EDAS	1,69%
WASPAS	1,69%
KEMIRA	1,69%

Analisando os resultados, observou-se que a lógica *Fuzzy* é a modelagem mais aplicada em problemas de seleção de pessoal com AMD, presente em 45% dos artigos analisados. Tendo em vista a grande subjetividade e incertezas relacionadas à seleção de pessoal, a preponderância é justificada pelo fato de que as abordagens difusas lidam melhor com a imprecisão e incerteza (KRISHANKUMAR *et al.*, 2020). Esses achados corroboram com as impressões de vários autores, como Baležentis e Zeng (2013), Kabak *et al.* (2012) e Kilic *et al.* (2020), que aplicaram conceitos de lógica *Fuzzy* em conjunto com métodos de AMD para lidar com dados caracterizados por inconsistência e incerteza em problemas multicritério.

Entre os métodos de AMD, destacam-se o TOPSIS e VIKOR, característicos de problemas de ordenação ou escolha. Na maioria dos artigos analisados, os métodos são utilizados para obter um ranking de candidatos ou para selecionar o melhor funcionário de determinada empresa.

Além disso, os métodos AHP, ANP e SWARA também estão entre os mais aplicados, principalmente por permitirem analisar dados qualitativos e quantitativos. Verificou-se que esses métodos são utilizados, na maioria dos casos, para obter os pesos dos critérios e em conjunto com outros métodos de ordenação ou seleção para avaliação das alternativas.

De um modo geral, neste tipo de problemática, nota-se uma preferência pelo uso de métodos compensatórios em detrimento a métodos não compensatórios.

2.2 ANÁLISE DOS MÉTODOS DE AMD APLICADOS EM PROBLEMAS MILITARES

O AMD no campo militar possui diversas aplicações. Dentre os principais métodos multicritério, verificou-se muitas aplicações do método AHP em problemas militares, como: na ordenação e avaliação de sistemas de armas (ZHANG; MA; XU, 2005); avaliação de sensores de rede militar (BISDIKIAN; KAPLAN; SRIVASTAVA, 2013); seleção das melhores aeronaves de treinamento militar avançadas para a Força Aérea Espanhola (SÁNCHEZ-

LOZANO; SERNA; DOLÓN-PAYÁN, 2015); seleção do melhor local para a instalação de uma base naval militar (SUHARYO; MANFAAT; ARMONO, 2017); posicionamento do sistema de vigilância dentro de um projeto de segurança nacional na Turquia (ÇARMAN; TUNCER ŞAKAR, 2019); e seleção de veículos terrestres para o fornecimento de unidades militares destinadas a operações multinacionais (STARČEVIĆ *et al.*, 2019).

Outro método amplamente utilizado em problemas militares é o TOPSIS, como observado nos estudos realizados por Zhang *et al.* (2012) para obter a ordenação da ameaça de alvos militares e Adetunji *et al.* (2018) para gestão de riscos para obsolescência nas FFAA dos Estados Unidos. De Leeneer e Pastijn (2002) aplicaram o método *Organisation, rangement et synthèse de données relationnelles* (ORESTE) ao processo de seleção da melhor combinação de sensores de detecção de minas terrestres em uma plataforma aérea.

Roussat *et al.* (2009) realizaram um estudo de caso sobre a demolição de 25 edifícios de um antigo campo militar, aplicando o método ELECTRE III no contexto da escolha de uma estratégia de gestão sustentável de resíduos de demolição na cidade de Lyon, França. Gazibey *et al.* (2015) aplicaram o método DEMATEL para compreender as relações de causa e efeito entre os critérios para a seleção dos principais tanques de batalha.

Aloini *et al.* (2018) apresentaram a modelagem IF-TOPSIS, aplicando o modelo em estudo de caso de uma empresa que atua no setor militar (*Advanced Underwater System*). Tenório *et al.* (2020) selecionaram um navio para compra pela Marinha do Brasil, entre oito navios utilizados por marinhas ao redor do mundo, mediante abordagem pelo método THOR. No estudo, os autores consideraram "compras de oportunidades" de fragatas. Bahadori *et al.* (2020) realizaram um estudo descritivo para a seleção do melhor fornecedor em um hospital militar, utilizando uma combinação de redes neurais artificiais e método VIKOR.

Segundo Pereira *et al.* (2015), a adoção de uma combinação de metodologias possibilita a identificação das variáveis e uma análise racional das informações. O método AHP também é amplamente utilizado em conjunto com outros métodos de AMD, como na pesquisa realizada por Wang *et al.* (2008), que combinaram as técnicas AHP-Fuzzy e TOPSIS para avaliar a eficácia do combate aéreo de aeronaves militares. Altunok *et al.* (2010) compararam o desempenho dos métodos AHP, *Weighted Product* (WP) e TOPSIS para selecionar estudantes de pós-graduação do Instituto de Ciência da Defesa da Academia Militar Turca. Segundo o estudo, o AHP apresentou o melhor desempenho na análise proposta.

Genc (GENC, 2015) realizou um estudo para apoiar a tomada de decisão na aquisição de tanques militares, por meio da aplicação dos métodos ELECTRE III e *Preference Ranking*

Organization Method of Enrichment Evaluation (PROMETHEE) II. Sánchez-Lozano *et al.* (2020) realizaram um estudo para priorizar baterias costeiras militares obsoletas, visando transformá-las em locais de interesse turístico na Espanha, mediante a aplicação dos métodos AHP e TOPSIS.

Para atender à necessidade de abordagens militares e comerciais, Di Bona e Forcina (2017) implementaram o método de alocação de confiabilidade chamado *Analytic Critical Flow Method* (ACFM), um modelo de alocação de confiabilidade para configurações paralelas em série, baseado na análise de falha de cada unidade do sistema. A abordagem baseia-se no método de fluxo crítico e nos resultados combinados com o método AHP. Kiracı e Akan (2020) aplicaram os métodos *Interval Type-2 Fuzzy AHP* (IT2FAHP) e *Interval Type-2 Fuzzy TOPSIS* (IT2FTOPSIS) para escolher as aeronaves militares mais adequadas a serem adquiridas. Hamurcu e Eren (2020) aplicaram uma metodologia integrada baseada nos métodos AHP e TOPSIS para avaliar alternativas de Veículos Aéreos Não Tripulados.

Van Hoan e Ha (2020) avaliaram e selecionaram uma aeronave de combate adequada para a Força Aérea Popular do Vietnã, utilizando o Método *Full Consistency Method* (FUCOM) para obter os pesos de critérios e *Additive Ratio Assessment* (ARAS) para obter a classificação final de alternativas à luz dos critérios. Şenol (2020) aplicou os métodos AHP e ANP para avaliar critérios de aeronavegabilidade para aeronaves militares.

A literatura também apresenta diversas aplicações militares de novos métodos de AMD e metodologias híbridas, como apresentado por Di Bona *et al.* (2016), propondo uma abordagem baseada no *Integrated Factors Method* (IFM), cujos valores são ajustados utilizando o método AHP, dependendo da importância de cada fator e de cada unidade do sistema.

Gigović *et al.* (2016) propuseram o método *Multi-tax Ideal-Real Comparative Analysis* (MAIRCA), baseado no uso combinado da técnica *Geographic Information Systems* (GIS) e métodos de AMD. Os autores aplicaram o modelo DEMATEL-ANP para seleção de locais adequados para a instalação de depósitos de munição.

Costa *et al.* (2020a) aplicaram o método THOR 2 para selecionar o navio de assistência hospitalar da MB mais adequado para apoiar a luta contra a pandemia de COVID-19 no Brasil. Moreira *et al.* (2020) propuseram e aplicaram o método PROMETHEE-SAPEVO-M1 para selecionar um Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotado (SARP) a ser adquirido para uso na guerra naval pela MB. Costa *et al.* (2021a) propuseram e aplicaram o método ELECTRE-MOr para classificar aeronaves hospitalares mais adequadas a serem adquiridas pelo governo brasileiro na luta contra a pandemia de COVID-19.

A revisão da literatura revelou várias aplicações que combinam métodos de AMD para apoiar o processo de tomada de decisão em problemas militares, na maioria dos casos aplicando um método para obter os pesos dos critérios e outro para avaliar as alternativas, aproveitando as características de cada método.

Em relação aos principais temas relacionados às problemáticas militares, Khalifa (2021) apresenta a hierarquia comum nas FFAA, composta por três níveis: estratégico, operacional e tático. Clausewitz (2008) define a estratégia como "o uso de compromissos para o objeto de guerra". Táticas na literatura militar são ações no campo de batalha, executadas para derrotar o inimigo (CLAUSEWITZ, 2008; FRIEDMAN, 2017; LIDDELL HART, 2008). O nível operacional pode ser considerado como o elo entre estratégia e tática, sendo uma sequência de ações táticas conectadas por uma ideia unificadora a serviço da estratégia (KELLY; BRENNAN, 2009).

A análise realizada nesta pesquisa permitiu verificar que a maioria das aplicações de métodos de AMD no campo militar referem-se ao nível estratégico (cerca de 60% dos documentos), tratando principalmente de problemas logísticos, de pessoal e de aquisição, como observado em (BASTIAN *et al.*, 2015; DE ALMEIDA *et al.*, 2021; JOU *et al.*, 2016; KOBAN; MACDONALD GIBSON, 2017; MAÊDA; *et al.*, 2021; WANG; ZHENG, 2012). Os níveis operacionais/táticos podem ser representados por avaliação de ameaças, planejamento de operações militares, táticas de guerra, entre outros (FRINI; GUITOUNI; BENASKEUR, 2017; HAN; KIM; LEE, 2014; WEIR; HENDRIX; GUTMAN, 2014).

Em relação às tendências das publicações sobre os temas analisados, houve um número crescente de aplicações logísticas e aquisições de ativos militares, a maioria delas com alto nível de tecnologia e valor agregado.

Para mapeamento do estado da arte de aplicações multicritério em questões militares, foi utilizado o mesmo passo a passo da subseção 2.1. A estratégia a seguir foi testada no banco de dados da base Scopus para encontrar documentos sobre aplicações de métodos de AMD em problemas militares, vinculando ambos os temas da pesquisa:

- TITLE-ABS-KEY (("multicriteria" OR "multiple criteria" OR "MCDA" OR "MCDM" OR "AHP" OR "ANP" OR "ELECTRE" OR "TOPSIS" OR "MACBETH" OR "PROMETHEE" OR "DEMATEL") AND ("military" OR "navy" OR "army" OR "air force" OR "war")).

A pesquisa foi realizada na base de dados Scopus em agosto de 2021. Não havia limites de data, tipo de documento ou tipo de acesso. A pesquisa encontrou 685 trabalhos com os temas analisados (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultados da pesquisa no banco de dados da base Scopus.

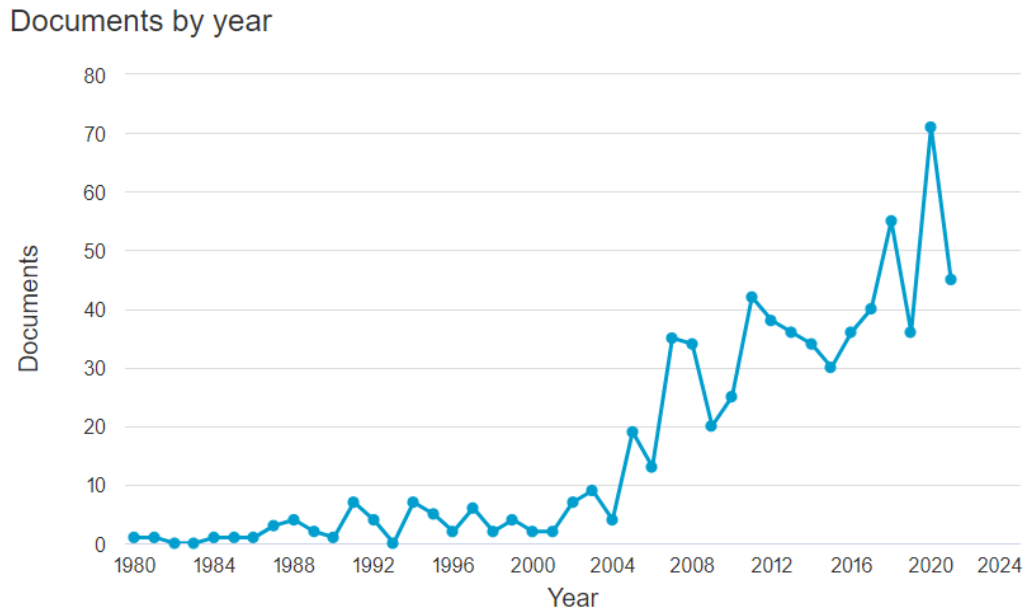
Tipos de documento	Número de artigos	%
Artigos de periódico	383	55,9%
Artigos de conferência	261	38,1%
Capítulo de livro	26	3,8%
Revisão	15	2,2%
Total	685	100,00%

Também foi desenvolvido um estudo bibliométrico para identificar o ano de publicação, periódicos, clusters de palavras-chave, autores (incluindo o índice H dos autores e a rede autoral), a filiação, país/território, campos de conhecimento e linguagem.

2.2.1 Resultados e análises

A Figura 6 mostra a distribuição dos artigos por ano de publicação, que teve início em 1980, com um artigo. De um modo geral, o número de documentos por ano não seguiu um padrão. Entretanto, de 2004 a 2019, houve um aumento significativo no número de artigos publicados, com flutuações de 5 a 71 artigos por ano. Em 2020, houve o maior número de publicações (71 artigos), o que representa uma tendência crescente de aplicações de métodos de AMD em problemas militares.

Figura 6 - Distribuição de artigos por ano.



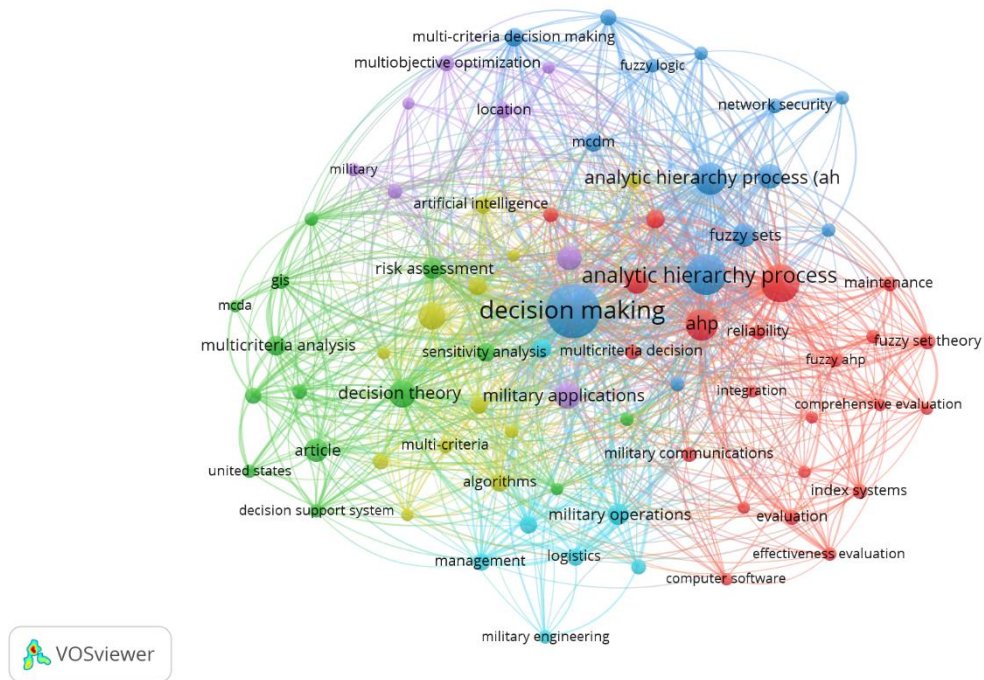
Os artigos analisados foram publicados por diferentes periódicos. A Tabela 9 demonstra a distribuição de artigos por revista, considerando 4 ou mais trabalhos. O periódico *European Journal of Operational Research* destaca-se com 11 artigos publicados, seguido por *Advances in Intelligent Systems and Computing*, com 10. As revistas *Journal of Military Medicine* e *Applied Mechanics and Materials* publicaram 9 artigos cada. Portanto, nota-se que os artigos são distribuídos por uma grande variedade de periódicos, não havendo um que pode ser considerado como a principal referência nos temas.

Tabela 9 - Distribuição de artigos por periódico com pelo menos 4 artigos.

Periódico	Número de artigos
<i>European Journal of Operational Research</i>	11
<i>Advances in Intelligent Systems and Computing</i>	10
<i>Applied Mechanics and Materials</i>	9
<i>Journal of Military Medicine</i>	9
<i>Expert Systems with Applications</i>	6
<i>Interfaces</i>	6
<i>IEEE Transactions on Engineering Management</i>	5
<i>Sustainability Switzerland</i>	5
<i>Journal of The Operational Research Society</i>	5
<i>Journal of Defense Modeling and Simulation</i>	4
<i>Defence Science Journal</i>	4

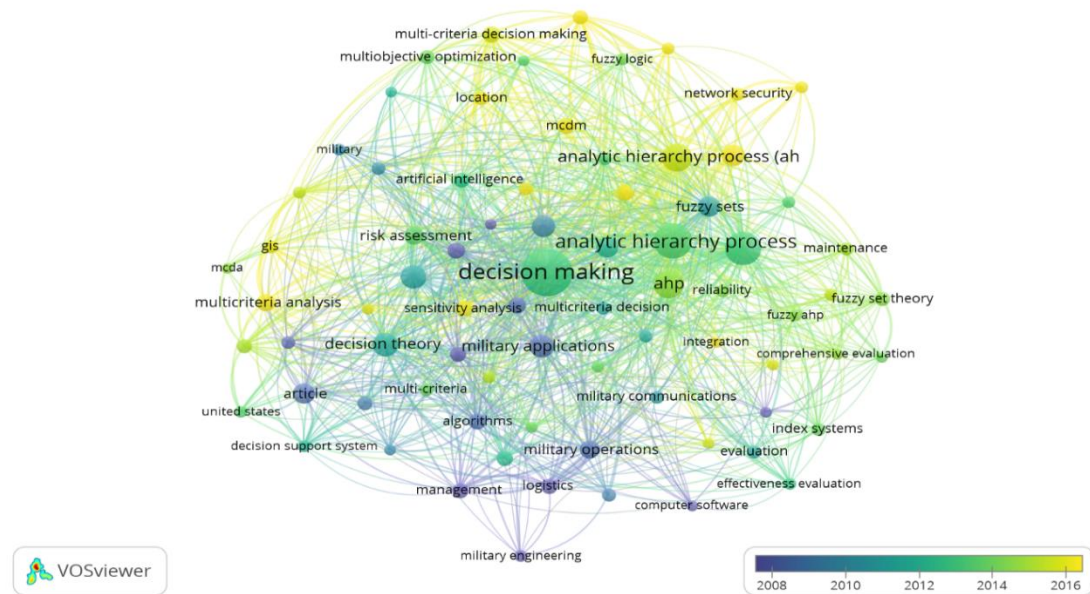
Analisando os clusters de palavras-chave, considerando 10 como o número mínimo de ocorrências, verificou-se que 81 de 5.291 palavras-chave atingiram esse limite. A Figura 7 ilustra os clusters de palavras-chave obtidos.

Figura 7 - Clusters de palavras-chave.



A palavra-chave "*decision making*" tem o maior número de ocorrências ($o = 169$) e a maior força total de vínculo ($s = 600$), seguida por "*analytic hierarchy process*" ($o = 94$, $s = 354$). Os problemas militares mais relacionados são "gestão de riscos", "localização" e "logística". A Figura 8 apresenta a análise temporal das palavras-chave.

Figura 8 - Análise temporal das palavras-chave.



Analisando a distribuição temporal, observa-se que as primeiras aplicações trataram de gestão e logística, enquanto as mais recentes parecem indicar uma tendência de pesquisa mais focada em manutenção, sistemas de informação geográfica e segurança de rede.

A Tabela 10 mostra a distribuição de artigos por autor, em ordem decrescente segundo o Índice H, considerando 5 ou mais artigos publicados. O autor Linkov, I. ($H = 46$) tem o maior número de trabalhos publicados na área, com 12, seguido por Cheng, C.H. (9 artigos) e Bahadori, M. (8 artigos).

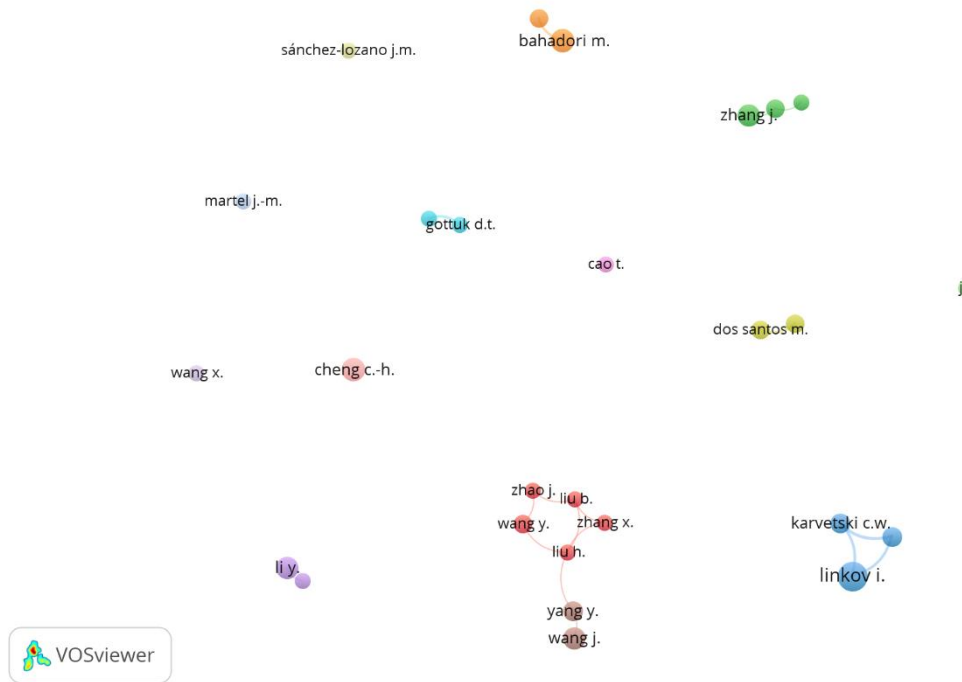
Tabela 10 - Distribuição de artigos por autor, com pelo menos 5 artigos publicados.

Autor	Artigos	Fator H
Linkov, I.	12	46
Cheng, C.H.	9	41
Bahadori, M.	8	12
Karvetski, C.W.	6	11
Lambert, J.H.	6	32
Gomes, C.F.S.	5	11
Teymourzadeh, E.	5	7

A Figura 9 ilustra a rede de relacionamento dos autores, considerando 4 como o número mínimo de artigos por autor, sem limitar o número de autores por artigo. Para criar o

mapa, não foram selecionados autores com zero força total de link. Ao todo, pode-se observar 14 clusters de autores.

Figura 9 - Análise do relacionamento entre os autores.



O maior conjunto de itens conectados é composto por 5 autores: Liu, B.; Liu, H.; Wang, Y. Zhang, X. e Zhao, J. Este aglomerado está ligado a outro, com 2 autores: Yang, Y. e Wang, J., que é a única relação entre os aglomerados. A maior força total de relacionamento ($s = 11$) pertence a 3 autores: Linkov, I.; Lambert, J.H. e Karvetski, C.W. Os 11 agrupamentos restantes não estão conectados entre si.

Na Tabela 11 observa-se a distribuição de documentos por filiação, com 9 ou mais trabalhos. A instituição *Northwestern Polytechnical University* ocupa o primeiro lugar com 13 documentos. Os Institutos *Beijing Institute of Technology*, *United States Air Force Institute of Technology* e *National University of Defense Technology* têm 11 artigos cada. Além disso, há 3 instituições com 10 e 3 universidades com 9 documentos cada.

Tabela 11 - Distribuição de artigos por instituição, com mais de 9 trabalhos publicados.

Instituição	Artigos
<i>Northwestern Polytechnical University</i>	13
<i>Beijing Institute of Technology</i>	11

<i>United States Air Force Institute of Technology</i>	11
<i>National University of Defense Technology</i>	11
<i>Baqiyatallah University of Medical Sciences</i>	10
<i>Academy of Armored Force Engineering China</i>	10
<i>National Defense University Taiwan</i>	10
<i>Chinese Military Academy Taiwan</i>	9
<i>Air Force Engineering University China</i>	9
<i>Naval University of Engineering</i>	9

A Tabela 12 apresenta a distribuição de documentos por país ou território. A China ocupa o primeiro lugar com 182 documentos, seguida pelos Estados Unidos, com 148 artigos publicados. Esses dois países representam aproximadamente 50% de todos os documentos publicados sobre aplicações multicritério em problemas militares. Esse resultado provavelmente se justifica pelo fato de esses países serem reconhecidos como as maiores potências militares do mundo, com mais investimento em pesquisa e recursos militares. Esse resultado corrobora os achados de Pessôa e Costa (2020), mas com maior número de artigos analisados, pois foram incluídos mais termos militares nas pesquisas nas bases de dados Scopus. Além disso, foram considerados todos os tipos de documentos, não apenas artigos de periódicos.

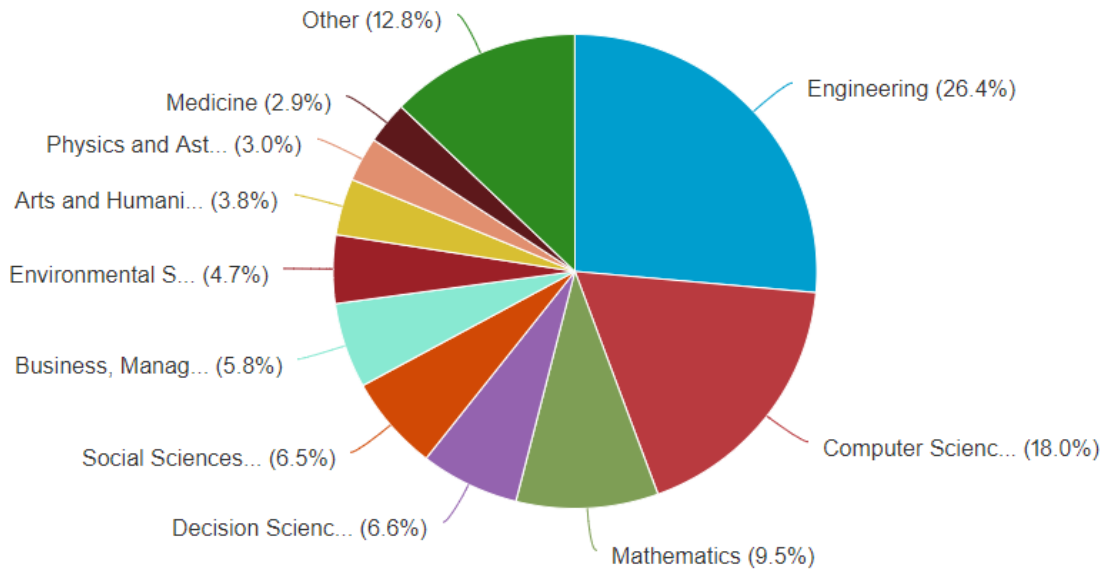
Tabela 12 - Distribuição de artigos por país ou território.

País/Território	Artigos
China	182
Estados Unidos	148
Turquia	38
Taiwan	34
Reino Unido	27
Irã	23
Canadá	19
Índia	19
Coreia do Sul	15
Brasil	14
Indonésia	10
Sérvia	10

A Figura 10 mostra a distribuição de artigos por área do conhecimento: Engenharia (26,4%), Ciência da Computação (18,0%), Matemática (9,5%), Ciências da Decisão (6,6%),

Ciências Sociais (6,6%) e Gestão Empresarial (5,8%) são as áreas com mais publicações, com aproximadamente 74% dos documentos.

Figura 10 - Distribuição de artigos por área do conhecimento.



A língua inglesa destaca-se em relação às demais, representando 91,4% do total de artigos (Tabela 13).

Tabela 13 - Distribuição de artigos por linguagem.

Linguagem	Artigos	Porcentagem
Inglês	626	91,4%
Chinês	40	5,8%
Persa	10	1,5%
Espanhol	4	0,6%
Português	3	0,4%

2.2.2 Análise dos principais métodos de AMD aplicados em problemas militares

A Tabela 14 apresenta os métodos de AMD mais aplicados em problemas militares.

Tabela 14 - Distribuição de métodos de AMD pelas aplicações nos artigos analisados.

Método de AMD	Porcentagem
AHP	43,80%

TOPSIS	22,17%
ANP	6,30%
Condorcet	3,56%
PROMETHEE	3,56%
ELECTRE	3,56%
DEMATEL	3,01%
ORESTE	3,00%
VIKOR	2,44%
Borda	2,06%
<i>Verbal Decision Analysis (VDA)</i>	1,13%
MAUT	1,10%
THOR	0,94%
<i>Reference Ideal Method (RIM)</i>	0,56%
FUCOM	0,56%
<i>Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)</i>	0,56%
REGIME	0,56%
TODIM	0,38%
<i>Utility Additive (UTA)</i>	0,38%
FITradeoff	0,38%
Copeland	0,38%

Analisando os resultados, observa-se que o AHP é o método de AMD mais utilizado em problemas militares, corroborando com os achados de Vaidya e Kumar (2006). Os autores afirmam que o AHP é uma das ferramentas de tomada de decisão mais conhecidas e amplamente difundidas, tendo o maior número de aplicações relatadas na literatura.

Santos, Costa e Gomes (2021) afirmam que outro fator importante que justifica a preponderância do método AHP em problemas militares é a modelagem que envolve conceitos de hierarquia e regras de decisão compensatórias, que estão de acordo com a cultura militar. Essas características facilitam a análise das alternativas e critérios por militares.

Ainda de acordo com os achados, o segundo método mais usado é o TOPSIS, aplicado a problemas de seleção/escolha, que são os mais comuns em questões militares. Ressalta-se que métodos de sobreclassificação amplamente utilizados na literatura, como ELECTRE e PROMETHEE, não possuem um grande número de aplicações nos temas analisados nesta pesquisa. De um modo geral, o percentual de uso de métodos compensatórios é maior que o percentual de uso de métodos não compensatórios.

2.3 CONSIDERAÇÕES

Os estudos bibliométricos forneceram uma visão geral descritiva da produção científica sobre aplicações de métodos de AMD em problemas militares e seleção de pessoal. A pesquisa na base de dados Scopus mostrou como resultados diversas aplicações táticas, operacionais e estratégicas, apresentando muitos modelos híbridos, combinando as características de diferentes métodos multicritério.

Verificou-se que, em geral, os artigos são divididos por diversos periódicos, e não há um que possa ser apontado como a maior referência em aplicações militares com o AMD. China e Estados Unidos se destacam como os países com mais publicações na área, refletindo sua hegemonia militar, com o maior poderio bélico e investimento em tecnologias militares em todo o mundo. A distribuição por campo do conhecimento mostrou que os artigos estão espalhados por diversas áreas. No entanto, Engenharia, Ciência da Computação e Matemática concentram cerca de 50% dos trabalhos publicados em ambos os estudos bibliométricos realizados.

Foi possível verificar que a maioria das aplicações do AMD no ambiente militar referem-se ao nível estratégico, notadamente aspectos logísticos e aquisições de equipamentos militares. Em relação aos métodos multicritério, há uma considerável dominância do método AHP, provavelmente por ser o mais conhecido mundialmente e por trabalhar com o conceito de hierarquia, típico da cultura militar.

Como características comuns entre a problemática militar e de seleção de pessoal observou-se a grande subjetividade e incertezas no processo decisório. Nesse contexto, para que uma metodologia apresente resultados transparentes e confiáveis, faz-se necessário que sejam analisados dados quantitativos e qualitativos, em situações nas quais não é possível definir uma escala numérica precisa a determinados critérios subjetivos. Outra similaridade apresentada pelas duas temáticas é a preponderância de modelos compensatórios em detrimento aos não compensatórios.

3 REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE O MÉTODO ELECTRE-MOR

Este capítulo aborda os principais conceitos dos métodos da família ELECTRE, bem como apresenta a axiomática do método ELECTRE-MOR e a ferramenta computacional proposta.

O processo de tomada de decisão geralmente envolve uma escolha entre várias alternativas, as quais devem ser viáveis para o cumprimento do objetivo e selecionadas para avaliação, e comparadas de acordo com critérios e sob a influência de atributos (CARDOSO *et al.*, 2009). Os métodos de AMD são muito úteis para apoiar o processo de tomada de decisão nestes casos porque consideram julgamentos de valor, e não apenas questões técnicas, para avaliar alternativas a fim de resolver problemas reais, apresentando-se de forma altamente multidisciplinar (SANTOS *et al.*, 2015).

3.1 OS MÉTODOS DA FAMÍLIA ELECTRE

Os métodos da família ELECTRE baseiam-se na lógica não compensatória para estabelecer relações de sobreclassificação entre pares de alternativas (NEPOMUCENO; COSTA, 2015). Uma alternativa a sobreclassifica uma alternativa b (aSb) se for pelo menos tão bom quanto b no critério em consideração, e esta é a ideia central expressa pelo conceito de sobreclassificação (ALMEIDA-DIAS; FIGUEIRA; ROY, 2012).

O método de comparações paritárias permite avaliar a importância de diferentes alternativas para obter uma classificação final, usando um algoritmo apropriado (KULAKOWSKI, 2018). Tal processo exige que o DM declare o desempenho de cada alternativa em relação aos critérios estabelecidos e permite a expressão do seu conhecimento sobre o problema a ser resolvido (PETROVIĆ *et al.*, 2018).

Segundo Figueira, Mousseau e Roy (2005), a modelagem das relações de preferência considera relações de indiferença, preferência estrita e incomparabilidade, e a relação de superação é submetida a planos de corte estabelecidos por níveis de concordância mínima e discordância máxima (GOMES; COSTA, 2015).

Os métodos ELECTRE abrangem dois procedimentos principais: a construção de uma ou mais relações de superação e, posteriormente, um procedimento de exploração (FIGUEIRA; MOUSSEAU; ROY, 2005).

Desde o primeiro ELECTRE, descrito há cinquenta anos, outros métodos foram desenvolvidos, constituindo a família ELECTRE: ELECTRE I (ROY, 1968); ELECTRE II (ROY; BERTIER, 1971); ELECTRE III (ROY, 1978); ELECTRE IV (ROY; JC, 1982);

ELECTRE IS (ROY; SKALKA, 1984); ELECTRE TRI (ROY; BOUYSSOU, 1993); ELECTRE TRI-B (ALMEIDA-DIAS; FIGUEIRA; ROY, 2010); ELECTRE TRI-C (ALMEIDA-DIAS; FIGUEIRA; ROY, 2010); ELECTRE-TRI-nC (ALMEIDA-DIAS; FIGUEIRA; ROY, 2012); ELECTRE TRI-rC (KADZIŃSKI; TERVONEN; FIGUEIRA, 2015); ELECTRE TRI-nB (FERNÁNDEZ *et al.*, 2017).

Diversas extensões, variações e novas propostas relacionadas aos métodos ELECTRE foram encontradas na literatura e são identificadas como métodos cardinais. Nos métodos cardinais, os DMs precisam expressar suas preferências por cada alternativa em relação a outra em cada critério, enquanto nos métodos ordinais é suficiente ordenar as alternativas para cada critério (LANSDOWNE, 1996).

De acordo com Sanseverino (2020), não havia métodos ELECTRE com entrada de pesos ordinal, e o método ELECTRE-MOr cobriu esta lacuna na literatura, permitindo a entrada de pesos ordinais e avaliação de critérios quantitativos e qualitativos.

3.2 O MÉTODO SAPEVO-M

O método *Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal method Vectors - Multi Decision Makers* (SAPEVO-M), proposto por Gomes *et al.* (2020) pode ser entendido como uma evolução axiomática do método SAPEVO (GOMES; MURY; GOMES, 1997), introduzindo uma avaliação para múltiplos DMs no processo de tomada de decisão, além do modelo axiomático previamente desenvolvido, trazendo assim um aumento em sua consistência.

Utilizando escalas ordinais transcritas por termos linguísticos, é possível expressar uma opinião sobre uma variável (GOMES; MURY; GOMES, 1997), permitindo representar um valor relativo de importância e representando essa informação por dados cardinais. Segundo Gomes *et al.* (2020), a principal característica do método está relacionada ao processo de transformação ordinal dos dados, utilizado para obter as relações dos graus de preferência entre as alternativas em cada critério, além de obter os graus de importância dos critérios, gerando seus respectivos pesos.

A estrutura axiomática é baseada em uma avaliação paritária, visando expressar as respectivas preferências dos DMs. A avaliação ordinal do método SAPEVO-M é baseada em uma escala de sete pontos, proporcionando relações de preferência cardinais por meio das pontuações obtidas (GOMES; MURY; GOMES, 1997).

3.3 O MÉTODO ELECTRE-MOR

O ELECTRE MOR, proposto por Sanseverino *et al.* (2020), estendido e implementado computacionalmente, nesta dissertação (subseção 3.4), é um método de classificação de múltiplos critérios com entrada de pesos ordinal, que inclui múltiplos tomadores de decisão e distribui as alternativas em categorias predefinidas. Para o estabelecimento das relações de preferência, o método estabelece três situações fundamentais de comparação entre as alternativas e os limites de classes predefinidas:

1. Preferência Fraca (q): Existem razões claras e positivas que não implicam uma preferência estrita em favor de uma (bem definida) das duas ações, mas essas razões são insuficientes para que seja assumida uma preferência estrita em favor de outra, ou a indiferença entre elas (ROY; FIGUEIRA; ALMEIDA-DIAS, 2014);
- c) Preferência estrita (p): Existem razões claras e positivas que justificam uma preferência significativa em favor de uma (bem definida) das duas ações (ROY; FIGUEIRA; ALMEIDA-DIAS, 2014); e
- d) Veto (v): Limite definido para cada critério que fixa um valor para a diferença $g_j(b) - g_j(a)$ (diferença em relação ao critério j e discordante da afirmativa aSb), a partir do qual não será aceita a proposição aSb (GOMES; GOMES, 2019).

Os procedimentos do ELECTRE MOR são desenvolvidos em duas etapas:

- 1) Transformar preferências ordinais de critérios em um vetor de pesos de critérios;
- 2) Integrar os critérios vetoriais de diferentes tomadores de decisão.

No procedimento de construção das relações de superação, o ELECTRE MOR utiliza uma adaptação do método SAPEVO-M para gerar os pesos. Esta primeira etapa reúne dois passos:

- Passo 1: a relação está associada à seguinte escala de cinco pontos, variando de -2 a 2, conforme a Tabela 15 (COSTA *et al.*, 2021a):

Tabela 15 - Relação e escala.

Relação	Escala
\ll é muito menos importante que	- 2
\lt é menos importante que	- 1
\approx é tão importante quanto	0
\gt é mais importante que	1
\gg é muito mais importante que	2

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021a)

- Passo 2: essa relação associada a uma escala permite transformar a matriz $D_k = [\delta_{ij}]$, onde $k =$ tomadores de decisão, em um vetor coluna $[v_i]$, de tal forma que (1):

$$\sum_{j=1}^m (c_i), \text{ para } i = 1, \dots, m \text{ e } k = 1, \dots, n \quad (1)$$

Onde c_i representa os graus atribuídos na avaliação paritária dos critérios, de acordo com a escala da Tabela 15. Terminado o processo de integração da matriz, é feita a normalização do vetor resultante, que garante a geração de valores não negativos (2):

$$\bar{c}_i = \left(\frac{a_{ij} - \min a_{ij}}{\max a_{ij} - \min a_{ij}} \right) \quad (2)$$

Os índices de concordância, discordância e credibilidade foram desenvolvidos com base nas características dos métodos da família ELECTRE. Na segunda etapa do método, esses índices são calculados de acordo com as seguintes fórmulas (COSTA *et al.*, 2021c):

1. Índice de concordância:

A condição ($p > q$) deve ser atendida para que o resultado do cálculo não seja igual a zero (3).

$$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 0 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \text{se } p_j \geq g_j(b_h) - g_j(a) > q_j \\ 1 - \left(\frac{-g_j(b_h) + g_j(a) + q_j}{-p_j - q_j} \right) \end{cases} \quad (3)$$

e) Índice de concordância global (4):

$$c(a, b_h) = \frac{\sum_{j \in F} w_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} w_j} \quad (4)$$

f) Índice de discordância:

A condição ($v > p$) deve ser atendida para que o resultado do cálculo não seja igual a zero (5).

$$d_j = \begin{cases} 0 & \text{se } g_j(a) - g_j(b) \leq p \\ 1 & \text{se } g_j(a) - g_j(b) > v \\ \text{se } v > g_j(a) - g_j(b) \geq p & \\ \left(\frac{g_j(a) - g_j(b) - p}{v - p} \right) & \end{cases} \quad (5)$$

g) Índice de credibilidade (6):

$$\sigma(a, b_h) = c(a, b_h) \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - c(a, b_h)} \quad (6)$$

h) Obtenção dos limites das classes:

As classes são delimitadas por duas formas de obtenção de perfis:

- Conjunto Bh = {bh₁, bh₂, . . . , bh_p}; e
- Conjunto Bn = {bn₁, bn₂, . . . }.

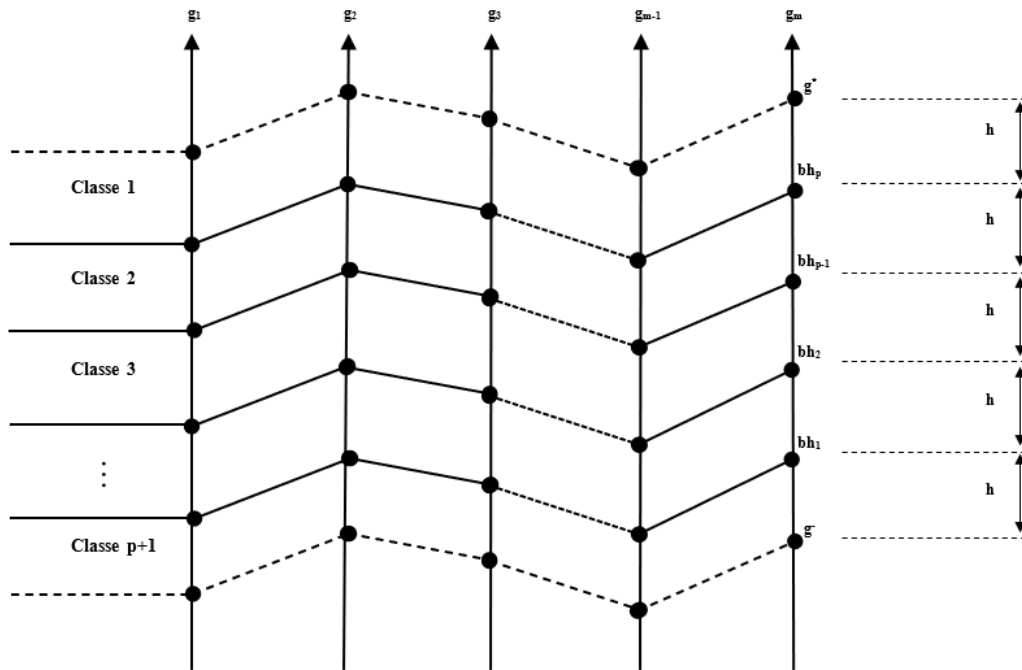
Os limiares bh são obtidos considerando o número de perfis p estabelecidos pelos DMs, dividindo o intervalo entre os valores máximo e mínimo de cada critério em $p + 1$ partes iguais (classes) (COSTA *et al.*, 2021c). Sejam g_j^* e g_j^- os valores máximo e mínimo, respectivamente, apresentados pelas alternativas em cada critério. Define-se o intervalo h_j entre perfis consecutivos mediante (7) e (8).

$$h_j = \frac{g_j^* - g_j^-}{p + 1} \quad (7)$$

$$bh_i = g_j^- + i * h_j; \quad i = 1, \dots, p \quad (8)$$

A Figura 11 ilustra o estabelecimento dos perfis de classe obtidos por meio do procedimento bh:

Figura 11 - Procedimento bh do método ELECTRE-MOr.



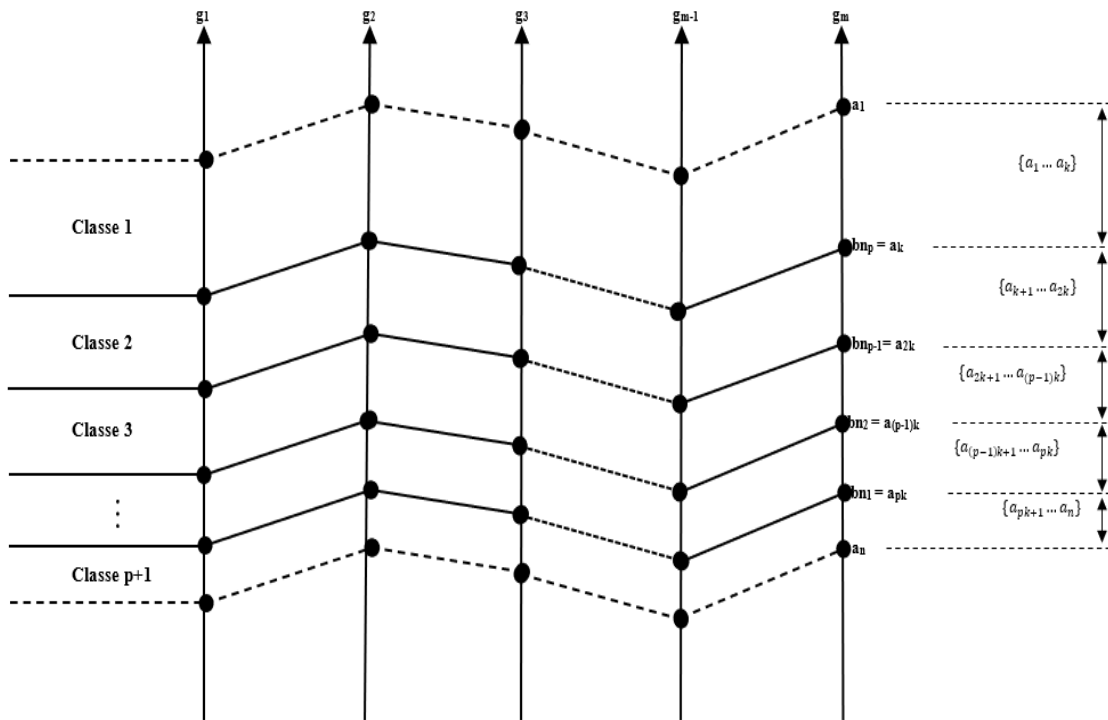
Fonte: Adaptado de (COSTA *et al.*, 2021c).

O procedimento bn consiste em estabelecer perfis para cada critério de forma que cada subclasse tenha o mesmo número de alternativas. Seja n o número de alternativas, no procedimento bn, uma pré-ordem decrescente das alternativas é estabelecida, de modo que $a_i = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$, em que a_1 representa a pontuação da alternativa com o melhor desempenho em um determinado critério, e a_n , a pior pontuação. Para a definição dos limiares de bn, calcula-se um parâmetro k , que serve de base para a obtenção dos índices e valores dos perfis (9).

$$k = \frac{n}{p + 1} \quad (9)$$

Depois de definir o valor de k , os perfis bn são obtidos, tais que $bn_i = \{bn_p = a_k, bn_{p-1} = a_{2k}, \dots, bn_1 = a_{pk}\}$, em que p é o número de perfis. O perfil bn_p representa o limite inferior da classe mais alta (Classe 1), e bn_1 , o limite superior da pior classe (Classe $p + 1$). A Figura 12 mostra o estabelecimento dos perfis de classe obtidos por meio do procedimento bn:

Figura 12 - Procedimento bn do método ELECTRE-MOr.



Fonte: Adaptado de (COSTA *et al.*, 2021c).

(f) Nível de corte:

A afirmação aSb_h significa que "a alternativa a não tem desempenho pior do que o perfil b_h ". Na validação da afirmação aSb_h , calcula-se um índice de credibilidade $\sigma(a, b_h)$, o qual expressa o grau de confiança da declaração " a não é pior que b_h ". Para definir a relação de sobreclassificação, é adotado o nível de corte λ (10).

$$aSb_h \leftrightarrow \sigma(a, b_h) \geq \lambda \quad (10)$$

O nível de corte λ indica se a credibilidade de se aceitar a sobreclassificação (ROCHA; DIAS, 2008). A distribuição é realizada por meio de dois procedimentos:

1) Otimista: consiste em comparar a alternativa a sucessivamente à alternativa b , a partir do último perfil (categoria, classe);

2) Pessimista: consiste em comparar a alternativa a sucessivamente à alternativa b , partindo do primeiro perfil (categoria, classe), sendo esta a classificação mais exigente.

Devido ao fato de apresentar duas formas de obtenção dos limiares de classes predefinidas (bh e bn), o ELECTRE-MOr apresenta duas distribuições pessimistas e otimistas das alternativas.

3.4 O *SOFTWARE* ELECTRE-MOR WEB

Uma característica relevante para um método de apoio à tomada de decisão é a disponibilidade de *software* implementando a sua parte axiomática, bem como sua representação gráfica e exploração dos resultados (CINELLI *et al.*, 2020). Assim, para facilitar a utilização do método pela sociedade em geral, foi realizada a implementação computacional do método. O *software* ELECTRE-MOr WEB (COSTA *et al.*, 2021b) foi desenvolvido a partir de uma parceria entre o corpo técnico do Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), um grupo de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense (UFF) e um grupo de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Computação do Instituto Militar de Engenharia (IME). O *software* foi registrado junto ao INPI via Núcleo de Inovação Tecnológica da Marinha, sediado na Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM).

O Sistema de Apoio à Decisão (SAD) foi desenvolvido mediante a integração das linguagens computacionais Python, JavaScript e HTML, buscando apresentar uma interface simples e intuitiva, permitindo uma fácil utilização por usuários. Para exemplificar a utilização do *software*, os dados apresentados nas imagens a seguir referem-se a um estudo de caso para classificação de automóveis.

A Figura 13 ilustra a tela inicial da plataforma, acessada mediante o endereço eletrônico <http://electremor.com/>.

Figura 13 - Tela inicial do *software* ELECTRE-MOr Web.



Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

O primeiro passo para utilização da plataforma computacional é cadastrar o projeto e inserir número de classes, alternativas e critérios (Figura 14). Além disso, deve ser estabelecido o valor do nível de corte λ , definido pela Eq. (10). No exemplo abordado neste trabalho, foram estabelecidas 3 classes, 4 critérios, 3 decisores, 6 alternativas e um nível de corte igual a 0,7.

Figura 14 - Cadastro e informações do projeto.

Informações do Projeto

Insira o nome do projeto:

Insira a descrição do projeto:

Defina o número de classes:

Defina o número de critérios:

Defina o número de decisores:

Defina o número de alternativas:

Defina o valor do nível de corte (λ):

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

O passo seguinte é definir quantidade e nome dos decisores (DM), tipos de critérios (numérico monotônico de custo, numérico monotônico de lucro ou qualitativo) e o nome das alternativas. Na Figura 15 ilustra-se a atribuição dos nomes dos Decisores (DMs 1, 2 e 3) e alternativas (A1 a A6). Pode-se observar também a atribuição do nome e tipo de critério em análise: o critério custo foi estabelecido como monotônico de custo/prejuízo, pois o objetivo é minimizar seu valor; os critérios porta-malas e Potência foram considerados monotônicos de lucro, pois busca-se maximizar seus valores; já o critério Design, por não ser atribuído por uma escala numérica bem definida foi considerado como qualitativo. Este tipo de critério não necessita ser classificado como sendo de lucro ou custo, pois será avaliado de forma paritária pelos DMs, e tais características já são consideradas implicitamente nos julgamentos dos decisores.

Figura 15 - Cadastro de decisores, critérios e alternativas do problema.

ELECTRE-MO+
RELATED RESEARCH - CONTRIBUTE

Projeto Veículos

Cadastro de Decisores, Critérios e Alternativas

Decisores

Nome

Nome

Nome

Critérios

Nome <input type="text" value="Custo"/>	Tipo de critério: <input type="text" value="Numérico"/> Monotonico: <input type="text" value="custo"/>
Nome <input type="text" value="Porta-malas"/>	Tipo de critério: <input type="text" value="Numérico"/> Monotonico: <input type="text" value="lucro"/>
Nome <input type="text" value="Design"/>	Tipo de critério: <input type="text" value="Qualitativo"/>
Nome <input type="text" value="Potência"/>	Tipo de critério: <input type="text" value="Numérico"/> Monotonico: <input type="text" value="lucro"/>

Alternativas

Nome

Nome

Nome

Nome

Nome

Nome

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

Em seguida, são inseridos no sistema os valores das alternativas nos critérios numéricos (Figura 16).

Figura 16 - Atribuição dos valores dos critérios numéricos.

Projeto Veículos

Defina os valores numéricos dos atributos das alternativas

Atributos numéricos

Critério	Alternativa	Valor
Custo	A1	100
Porta-malas	A1	120
Potência	A1	150
Custo	A2	120
Porta-malas	A2	140
Potência	A2	100
Custo	A3	110
Porta-malas	A3	130
Potência	A3	120
Custo	A4	90

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

Na sequência, é realizada a avaliação paritária dos critérios por cada DM. Ressalta-se que a comparação entre cada par de critérios é feita mediante uma barra deslizante, que deve ser deslizada na direção do critério considerado mais importante. Ao todo, é possível estabelecer 5 valores, de acordo com a Tabela 15. No exemplo da Figura 17, pode-se observar as seguintes relações:

- Para o DM1, o critério Custo foi considerado menos importante que o Porta-malas, e a tal relação é atribuído o grau -1, de acordo com a Tabela 15;
- Em seguida, o critério Custo foi considerado mais importante que o Design (Grau 1);
- A terceira comparação ilustra o grau mínimo -2, atribuído ao critério Custo em relação à Potência, na avaliação do DM1;
- A seguir, observa-se que o Porta-malas foi considerado muito mais importante (2) que o Design, sendo este o valor máximo para comparação entre os critérios;
- Por fim, na quinta comparação, a barra foi mantida na posição central, que consiste em equivalência entre um par de critérios.

Figura 17 - Avaliação paritária dos critérios.

Projeto Veículos

Avaliação de critérios

Valor

DM 1 | Custo | É menos importante que | Porta-malas

Valor

DM 1 | Custo | É mais importante que | Design

Valor

DM 1 | Custo | É muito menos importante que | Potência

Valor

DM 1 | Porta-malas | É muito mais importante que | Design

Valor

DM 1 | Porta-malas | É Tão importante quanto | Potência

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

Vale ressaltar que o procedimento ilustrado na Figura 17 é feito por todos os decisores cadastrados no sistema (no caso, DM1, DM2 e DM3).

O próximo passo é a avaliação das alternativas à luz dos critérios qualitativos (no caso, o Design dos veículos), de acordo com a escala apresentada na Tabela 15. A Figura 18 ilustra a avaliação paritária das 6 alternativas no critério Design, seguindo o mesmo procedimento da Figura 17, deslizando a barra no sentido da alternativa melhor/mais importante em dado critério qualitativo.

Figura 18 - Avaliação paritária das alternativas em relação aos critérios qualitativos.

Projeto Veículos

Avaliação das alternativas em relação aos critérios qualitativos

Valor

DM 1 | Design | A1 | É melhor que | A2

Valor

DM 1 | Design | A1 | É pior que | A3

Valor

DM 1 | Design | A1 | É muito pior que | A4

Valor

DM 1 | Design | A1 | É muito melhor que | A5

Valor

DM 1 | Design | A1 | É equivalente a | A6

Valor

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

A seguir, o sistema apresenta o resultado parcial do método ELECTRE-MOr, com os pesos dos critérios obtidos mediante avaliação par a par dos critérios (Figura 17) e desempenho das alternativas nos critérios numéricos (inseridos diretamente no sistema, de acordo com a Figura 16) e qualitativos (obtidos mediante análise ilustrada na Figura 18). Com todos esses parâmetros devidamente estabelecidos, deve-se estabelecer por consenso dos decisores os valores dos limiares de preferência fraca (q), estrita (p) e veto (v), definidos na subseção 3.3.

Figura 19 - Apresentação do resultado parcial e definição de q, p e v.

ELECTRE-MOr
RELATED RESEARCH - CONTRIBUTE

Resultado parcial do projeto "Veículos"

Pesos totais dos critérios

Critério	peso
Custo	2.0100
Potência	1.8036
Porta-malas	1.1279
Design	0.2969

Pontuação alternativas

	Design	Custo	Porta-malas	Potência
A1	0.8929	100.0000	120.0000	150.0000
A2	0.2500	120.0000	140.0000	100.0000
A3	1.0179	110.0000	130.0000	120.0000
A4	0.5179	90.0000	100.0000	150.0000
A5	1.2857	140.0000	130.0000	150.0000
A6	3.0000	130.0000	120.0000	110.0000

Parâmetros do projeto

Critério	Q	P	V
Custo	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="50"/>
Critério	Q	P	V
Porta-malas	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="40"/>
Critério	Q	P	V
Design	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>
Critério	Q	P	V
Potência	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="30"/>

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

Assim, o resultado do método é obtido. A Figura 20 ilustra as classificações das alternativas mediante os procedimentos bh e bn, distribuindo as 6 alternativas em 3 classes predefinidas para um nível de corte igual a 0,7.

Figura 20 - Classificação pelos procedimentos bh e bn.
Classificação do projeto "Veículos"

Pesos totais dos critérios			
Critério	peso		
Custo	2.0100		
Potência	1.8036		
Porta-malas	1.1279		
Design	0.2969		

Pontuação alternativas				
Design	Custo	Porta-malas	Potência	
A1	0.8929	100.0000	120.0000	150.0000
A2	0.2500	120.0000	140.0000	100.0000
A3	1.0179	110.0000	130.0000	120.0000
A4	0.5179	90.0000	100.0000	150.0000
A5	1.2857	140.0000	130.0000	150.0000
A6	3.0000	130.0000	120.0000	110.0000

Classificação das alternativas (Bh)		
alternativa	Otimista	Pessimista
A1	Classe 1	Classe 1
A2	Classe 2	Classe 2
A3	Classe 1	Classe 1
A4	Classe 2	Classe 2
A5	Classe 1	Classe 1
A6	Classe 2	Classe 2



Classificação das alternativas (Bn)		
alternativa	Otimista	Pessimista
A1	Classe 1	Classe 1
A2	Classe 3	Classe 3
A3	Classe 2	Classe 2
A4	Classe 1	Classe 1
A5	Classe 1	Classe 1
A6	Classe 2	Classe 2

[Baixar Planilha](#)

Fonte: (COSTA *et al.*, 2021b).

Nesta mesma tela é possível baixar uma planilha em Excel com todos os dados do projeto, inseridos diretamente pelo usuário ou calculados pelo sistema. São disponibilizadas duas planilhas (“resultado_quantil”, que equivale ao procedimento bn e “resultado_range”, que equivale ao procedimento bh), conforme ilustra a Figura 21.

Figura 21 - Planilhas baixadas mediante o sistema.

 resultado_quantil55	Microsoft Excel Worksheet	13 KB
 resultado_range55	Microsoft Excel Worksheet	13 KB

Apresentando todas as abas das planilhas, de início pode-se observar os valores de bh/bn calculados pelo sistema, o que diminui sobremaneira o esforço cognitivo dos decisores e a chance de erros durante aplicação do método, uma vez que sua axiomática envolve ampla gama de operações matemáticas.

Figura 22 - Valores de bh/bn calculados pelo sistema.

	A	B	C	D	E
1		Design	Custo	Porta-mala	Potência
2	b1	0,8929	-120	120	120
3	b2	1,2857	-100	130	150
4					

A Figura 22 apresenta os valores de bn calculados. Salienta-se a quantidade de limiares que devem ser calculados, igual ao número de classes menos um. No exemplo ilustrado, como foram definidas 3 classes, são necessários dois limiares de classes bh/bn. Outro fator que chama atenção é o sinal negativo atribuído automaticamente aos valores do critério Custo, pois busca-se minimizar seus valores.

A Figura 23 ilustra os valores q, p e v inseridos pelo usuário no sistema e os pesos dos critérios agregados (w), obtidos levando em consideração a análise paritária dos 3 DMs.

Figura 23 - Apresentação dos valores de q, p, v e pesos dos critérios (w) calculados pelo sistema.

	A	B	C	D	E	F
1		Custo	Design	Porta-malas	Potência	
2	p	30	2	20	20	
3	q	20	1	10	10	
4	v	50	3	40	30	
5	w	2,01	0,29695	1,127857	1,8036	
6						
7						

A aba seguinte mostra os valores de concordância e concordância global das alternativas em relação aos limiares de classes bn_1 e bn_2 (Figura 24).

Figura 24 - Apresentação dos valores de concordância de sobreclassificação das alternativas em relação aos limiares de classes.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	alternativa	classe	Design	Custo	Porta-malas	Potência	c(x,b)	
2	A1	b1	1	1	1	1	1	
3		b2	1	1	1	1	1	
4	A2	b1	1	1	1	0	0,655696856	
5		b2	0,9643	1	1	0	0,641998608	
6	A3	b1	1	1	1	1	1	
7		b2	1	1	1	0	0,655696856	
8	A4	b1	1	1	0	1	0,78469466	
9		b2	1	1	0	1	0,78469466	
10	A5	b1	1	1	1	1	1	
11		b2	1	0	1	1	0,943312919	
12	A6	b1	1	1	1	1	1	
13		b2	1	0	1	0	0,599009775	
14								
15								

A Figura 25 apresenta os valores de concordância e concordância global dos limiares de classes bn_1 e bn_2 em relação às alternativas.

Figura 25 - Apresentação dos valores de concordância de sobreclassificação dos limiares de classes em relação às alternativas.

	A	B	C	D	E	F	G
1	alternativa	classe	Design	Custo	Porta-malas	Potência	c(b,x)
2	A1	b1	1	1	1	0	0,655696856
3		b2	1	1	1	1	1
4	A2	b1	1	1	0	1	0,78469466
5		b2	1	1	1	1	1
6	A3	b1	1	1	1	1	1
7		b2	1	1	1	1	1
8	A4	b1	1	0	1	0	0,599009775
9		b2	1	1	1	1	1
10	A5	b1	1	1	1	0	0,655696856
11		b2	1	1	1	1	1
12	A6	b1	0	1	1	1	0,616295565
13		b2	0,2857	1	1	1	0,725919922
14							
15							

Em seguida, são apresentados os valores de discordância das alternativas em relação aos limiares de classes em cada critério (Figura 26), e vice-versa (Figura 27).

Figura 26 - Apresentação dos valores de discordância das alternativas em relação aos limiares de classes em cada critério.

	A	B	C	D	E	F
1	alternativa	classe	Design	Custo	Porta-malas	Potência
2	A1	b1	0	0	0	1
3		b2	0	0	0	0
4	A2	b1	0	0	0	0
5		b2	0	0	0	0
6	A3	b1	0	0	0	0
7		b2	0	0	0	0
8	A4	b1	0	0	0	1
9		b2	0	0	0	0
10	A5	b1	0	0	0	1
11		b2	0	0	0	0
12	A6	b1	0,1071	0	0	0
13		b2	0	0	0	0
14						

Figura 27 - Apresentação dos valores de discordância dos limiares de classes em relação às alternativas para cada critério.

	A	B	C	D	E	F
1	alternativa	classe	Design	Custo	Porta-malas	Potência
2	A1	b1	0	0	0	0
3		b2	0	0	0	0
4	A2	b1	0	0	0	0
5		b2	0	0	0	1
6	A3	b1	0	0	0	0
7		b2	0	0	0	1
8	A4	b1	0	0	0	0
9		b2	0	0	0,5	0
10	A5	b1	0	0	0	0
11		b2	0	0,5	0	0
12	A6	b1	0	0	0	0
13		b2	0	0	0	1
14						

A Figura 28 apresenta os valores de credibilidade de sobreclassificação das alternativas em relação aos limiares de classes bn_1 e bn_2 .

Figura 28 - Apresentação dos valores de credibilidade de sobreclassificação das alternativas em relação aos limiares de classes.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	alternativa	classe	Design	Custo	Porta-malas	Potência	c(x,b)	cred(x,b)
2	A1	b1	0	0	0	0	1	1
3		b2	0	0	0	0	1	1
4	A2	b1	0	0	0	0	0,655696856	0,655696856
5		b2	0	0	0	1	0,641998608	0
6	A3	b1	0	0	0	0	1	1
7		b2	0	0	0	1	0,655696856	0
8	A4	b1	0	0	0	0	0,78469466	0,78469466
9		b2	0	0	0,5	0	0,78469466	0,78469466
10	A5	b1	0	0	0	0	1	1
11		b2	0	0,5	0	0	0,943312919	0,943312919
12	A6	b1	0	0	0	0	1	1
13		b2	0	0	0	1	0,599009775	0
14								

Os valores de credibilidade de sobreclassificação dos limiares de classes em relação às alternativas são ilustrados na Figura 29.

Figura 29 - Apresentação dos valores de credibilidade de sobreclassificação dos limiares de classes em relação às alternativas.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	alternativa	classe	Design	Custo	Porta-malas	Potência	c(b,x)	cred(b,x)
2	A1	b1	0	0	0	1	0,655696856	0
3		b2	0	0	0	0	1	1
4	A2	b1	0	0	0	0	0,78469466	0,78469466
5		b2	0	0	0	0	1	1
6	A3	b1	0	0	0	0	1	1
7		b2	0	0	0	0	1	1
8	A4	b1	0	0	0	1	0,599009775	0
9		b2	0	0	0	0	1	1
10	A5	b1	0	0	0	1	0,655696856	0
11		b2	0	0	0	0	1	1
12	A6	b1	0,1071	0	0	0	0,616295565	0,616295565
13		b2	0	0	0	0	0,725919922	0,725919922
14								

Por fim, a Figura 30 mostra as comparações consolidadas das alternativas em relação aos limiares bn_1 e bn_2 , o que define a distribuição nas classes predefinidas para um dado nível de corte.

Figura 30 - Apresentação das relações de sobreclassificação das alternativas em relação aos limiares.

	A	B	C	D	E	F
1	alternativa	classe	cred(x,b)	cred(b,x)	comparacao	lambda
2	A1	b1	1	0	x > b	0,7
3		b2	1	1	x I b	0,7
4	A2	b1	0,655696856	0,78469466	x < b	0,7
5		b2	0	1	x < b	0,7
6	A3	b1	1	1	x I b	0,7
7		b2	0	1	x < b	0,7
8	A4	b1	0,78469466	0	x > b	0,7
9		b2	0,78469466	1	x I b	0,7
10	A5	b1	1	0	x > b	0,7
11		b2	0,943312919	1	x I b	0,7
12	A6	b1	1	0,616295565	x > b	0,7
13		b2	0	0,725919922	x < b	0,7

As possíveis relações de comparação consolidadas das alternativas em relação aos limiares são:

- $x > bn_1$: A alternativa x sobreclassifica o limiar de classe bn_1 ;
- $x < bn_1$: A alternativa x é sobreclassificada pelo limiar de classe bn_1 ;
- $x I bn_1$: A alternativa x é indiferente à classe bn_1 . Essa relação ocorre quando as credibilidades de sobreclassificação da alternativa em relação ao limiar e vice-versa são maiores que o nível de corte λ ; e
- $x R bn_1$: A alternativa x e limiar de classe bn_1 são incomparáveis. Esta relação ocorre quando as credibilidades de sobreclassificação da alternativa em relação ao limiar e vice-versa são maiores que o nível de corte λ .

3.5 APLICAÇÕES DA FERRAMENTA ELECTRE-MOR WEB

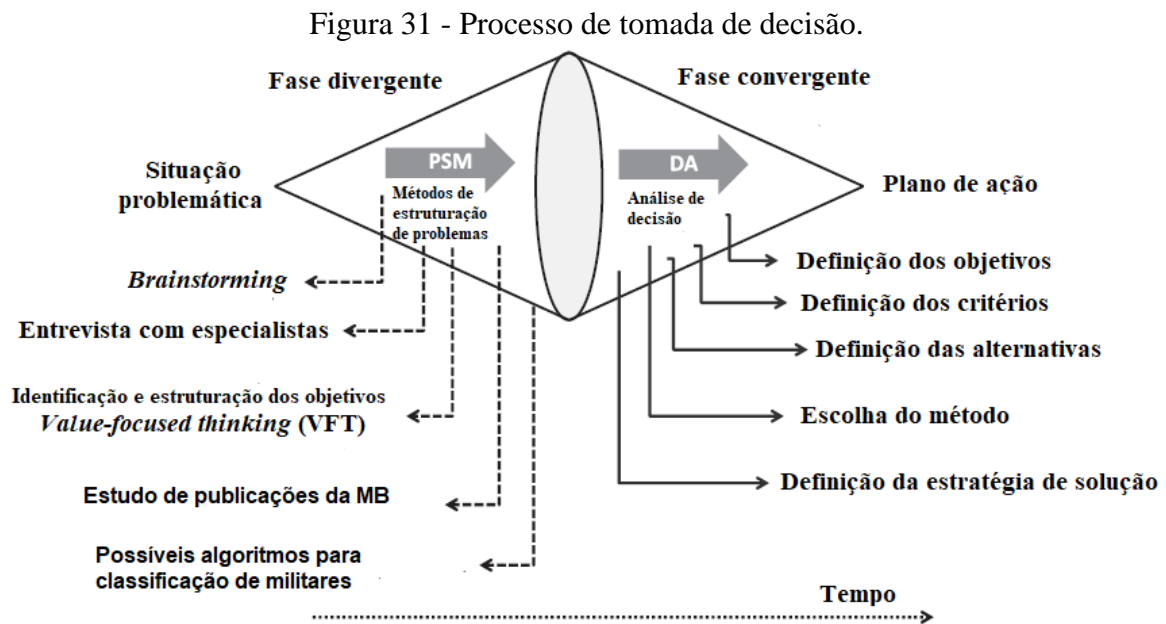
O método ELECTRE-MOR vem sendo empregado para apoiar o processo de tomada de decisão em diversos problemas táticos, operacionais, logísticos e estratégicos, com o auxílio do *software* ELECTRE-MOR Web. Como principais aplicações da ferramenta, destaca-se: classificação de aviões-hospitais a serem empregados no combate à pandemia de COVID-19 (COSTA *et al.*, 2021a); composição de portfólio de cursos de TI ofertados por uma empresa de treinamento e desenvolvimento (COSTA *et al.*, 2021c); avaliação de impressoras 3D a serem empregadas na manufatura aditiva (DRUMOND *et al.*, 2021). avaliação edafoclimática e econômica de regiões do Brasil para o plantio de mogno africano (MAÊDA *et al.*, 2020); classificação de lanchas a serem adquiridas pela Marinha do Brasil (MB) no combate à COVID-

19 no Amazonas (COSTA *et al.*, 2020b); e em um estudo estratégico para a retomada econômica no estado do Rio de Janeiro (BERRIEL *et al.*, 2020).

O Apêndice B apresenta diversas outras produções bibliográficas e técnicas, consideradas importantes contribuições para esta pesquisa.

4 ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA

Para estruturação e escopo da situação problemática, neste artigo foi utilizado o processo de tomada de decisão que define duas fases: Fase divergente e convergente (FRANCO; MONTIBELLER, 2010) (Figura 31).



Durante a fase divergente, o objetivo principal é entender a situação problemática. Para isso, foram realizados *brainstorming* pelos autores deste artigo e entrevistas com oficiais da MB, buscando aprender conceitos importantes afetos à promoção de militares. A parte empírica desta pesquisa foi projetada para corresponder à complexidade intrínseca do cenário de seleção de pessoal, que envolve subjetividade e complexidade no processo decisório. Ainda na fase divergente, foi verificada a necessidade de identificação e estruturação dos objetivos para a resolução do problema, notadamente os fatores que devem ser levados em consideração pela MB para a promoção de militares, estabelecendo uma rede de objetivos estratégicos, meios e fins. Durante esta fase, informações e ideias precisam estar bem estabelecidas e organizadas, uma vez que eles alimentam a segunda fase (ABUABARA; PAUCAR-CACERES; BURROWES-CROMWELL, 2019).

Na fase convergente, aplicando o conhecimento útil apreendido no estágio anterior, busca-se definir os objetivos, critérios e alternativas que comporão o modelo, visando definir as estratégias de solução do problema.

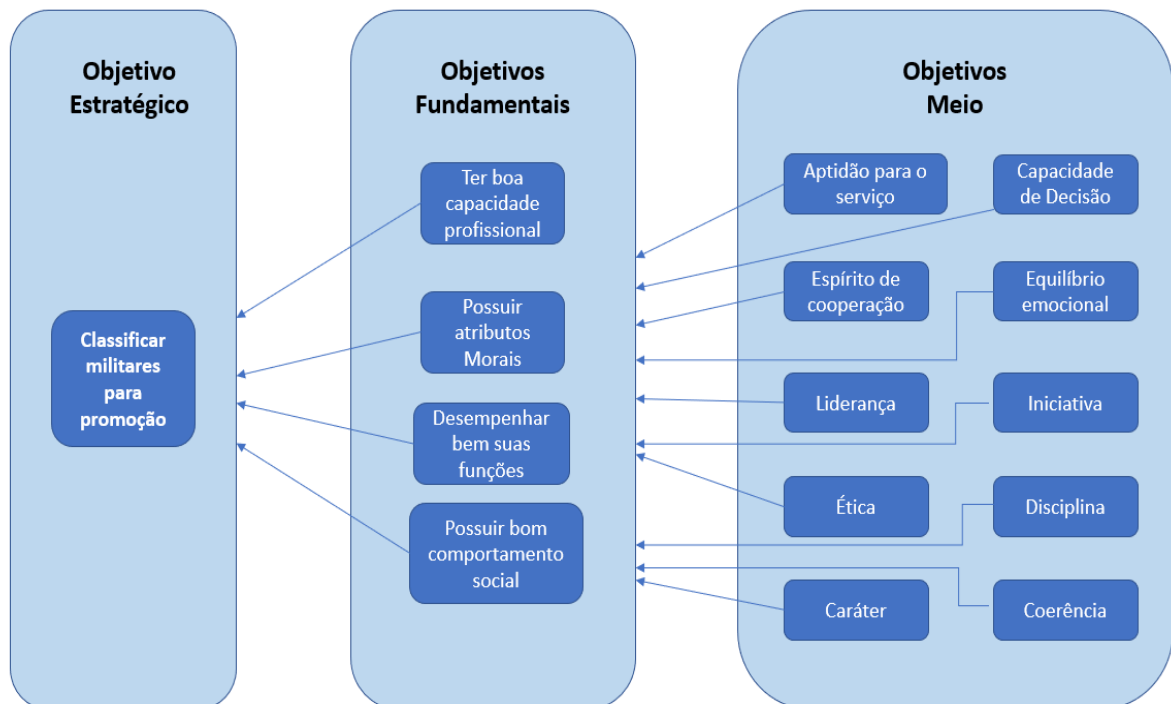
Existe a tendência de se enxergar situações que requerem decisões como problemas. Tipicamente, para a resolução desses problemas de decisão, são identificadas alternativas e só depois considerados os objetivos ou critérios para avaliá-los (KEENEY, 1992).

Valores podem ser definidos como princípios para avaliar o quanto cada possível alternativa ou consequência é desejável. Apesar de ser útil realizar iterações entre articular valores e criar alternativas, o princípio utilizado deve ser “valores primeiro” (KEENEY, 1996).

O *Value Focused Thinking* (VFT) visa impulsionar um pensamento voltado para definir os objetivos que se almeja e então descobrir como alcançá-los. Os objetivos representam uma declaração do que se deseja obter e são caracterizados por um contexto, um objeto e uma direção de preferência, e se dividem em objetivos estratégicos, fundamentais e objetivos meio (KEENEY, 1994).

Os valores e conceitos do estudo de caso proposto foram separados na rede de objetivos (Figura 32).

Figura 32 - Rede de objetivos (estratégicos, fundamentais e meios).



Analisando a rede de objetivos, observa-se 10 objetivos-meio, considerados importantes para militares que desejam ser promovidos: Aptidão para o serviço, capacidade de decisão, cooperação, equilíbrio emocional, liderança, iniciativa, ética, disciplina, caráter e coerência.

coerência. Tais objetivos meios perfazem quatro objetivos fundamentais: capacidade profissional, atributos morais, bom desempenho das funções e bom comportamento social. Por fim, os objetivos fundamentais levam ao objetivo estratégico: classificar militares para promoção.

Com os objetivos estabelecidos, os autores realizaram consulta a diversos oficiais e documentos da MB em busca de obter as alternativas e critérios (para avaliar as alternativas) que possibilitariam um processo decisório confiável e robusto para selecionar militares a serem promovidos.

Neste contexto, no que tange à promoção, verificou-se que determinado oficial pode ser promovido por merecimento, antiguidade ou não ser promovido. Com esses pressupostos definidos e tendo em mente as características intrínsecas a problemas militares e de seleção de pessoal, concluiu-se que o método ELECTRE-MOr é uma ferramenta de AMD que apresenta boa aderência às condições do problema a ser estudado.

O método foi escolhido porque distribui as alternativas em classes predefinidas e possibilita a análise de um conjunto de dados considerando critérios quantitativos e qualitativos, estruturando os pesos de critérios por entradas ordinais. Além disso, o método apresenta um algoritmo híbrido, pois utiliza conceitos compensatórios na obtenção dos pesos dos critérios e não compensatórios no estabelecimento das relações de sobreclassificação. Tais características contribuem para a boa aderência do método ao problema dessa pesquisa.

Sendo assim, definiu-se que os militares serão avaliados por meio do método ELECTRE-MOr e distribuídos em três classes, a saber:

1. Promoção por merecimento - Classe A: militares que devem ser priorizados pela Alta Administração Naval, por apresentarem os melhores desempenhos nos critérios avaliados, sendo premiados com a promoção por merecimento;
2. Promoção por antiguidade - Classe B: militares que apresentam desempenho intermediário, sendo promovidos de acordo com o tempo de serviço em cada patente;
3. Militares não promovidos – Classe C: grupo que, à luz dos critérios analisados, obteve a pior classificação, sendo preterido pelos outros dois grupos para efeito de promoção.

4.1 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS

Com os objetivos definidos mediante aplicação do VFT e as classes definidas, os critérios do problema foram definidos (Figura 33).

Figura 33 - Apresentação do objetivo e critérios do problema.



No nível mais alto da figura acima observa-se o objetivo da aplicação do método ELECTRE-MOr, que é o objetivo estratégico. O nível imediatamente inferior apresenta os critérios do problema, obtidos com base nos objetivos fundamentais, apresentados na Figura 32.

4.2 DEFINIÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS

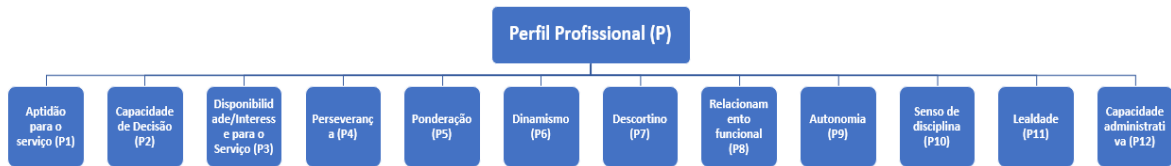
Com os critérios definidos, verificou-se a necessidade de dividi-los em subcritérios, visando tornar o processo de elicitação dos pesos dos critérios, por comparação paritária, mais confiável e intuitivo para os DMs.

As definições dos subcritérios e critérios, bem como suas relações de subordinação, foram retiradas do documento DGPM-313, da Diretoria-Geral do Pessoal da Marinha (BRASIL, 2012), principal referência da MB no que tange à promoção de militares. Portanto, baseado neste documento e em Gomes (1999), os 4 critérios foram subdivididos em 34 subcritérios.

4.2.1 Subcritérios do critério “Perfil Profissional”

O critério Perfil Profissional foi subdividido em 12 subcritérios, conforme ilustra a Figura 34.

Figura 34 - Subcritérios do critério Perfil Profissional



1. Aptidão para o serviço (P1): pendor natural para a carreira e posse acentuada de espírito de corpo, adaptabilidade às condições inerentes à profissão, espírito marinho, vocação, dedicação, entusiasmo pela carreira e crença;
2. Capacidade de Decisão (P2): capacidade de analisar os dados disponíveis e de tomar decisões corretas, oportunas e adequadas, mesmo em situações difíceis ou sob condições de tensão;
3. Disponibilidade/Interesse para o Serviço (P3): empenho em dispor do seu tempo, aliado ao grau de interesse e de dedicação, visando a conduzir a bom termo as tarefas que lhe forem confiadas e alcançar os melhores resultados na execução de atividades, mesmo diante de situações adversas. Estar sempre pronto para atuar no interesse do serviço, mesmo em situações que exijam sacrifício pessoal. Não apresentar argumentos para deixar de atuar em situações que requeiram sua participação e presença;
4. Perseverança (P4): capacidade de agir com continuidade e firmeza na condução de tarefas e serviços, de modo a alcançar metas estabelecidas, mesmo diante de condições adversas e situações desmotivantes;
5. Ponderação (P5): capacidade de agir e refletir com equilíbrio sobre situações e fatos, utilizando juízo de valor consentâneo com as circunstâncias e o bom senso, que possibilite decisões e atitudes corretas e justas. Sobrepor-se com controle racional e promover por atos e palavras, soluções desprovidas de conteúdo emocional que possam prejudicar o interesse do serviço;
6. Dinamismo (P6): capacidade de manter-se empenhado na execução de diversas tarefas, atuando com entusiasmo e de forma permanente, visando a alcançar as metas colimadas;
7. Descortino (P7): capacidade de antever e identificar situações e condições projetadas no tempo, de visualizar ou obter informações para subsidiar decisões e

- planejamentos futuros e de tomar iniciativas que propiciem soluções antecipadamente favoráveis em prol do serviço;
8. Relacionamento funcional (P8): capacidade de bem se relacionar com as demais pessoas, atentando à hierarquia, em proveito do serviço e da harmonia interpessoal;
 9. Autonomia (P9): capacidade de exercer sua função com eficácia, sem necessidade de supervisão constante. Capacidade de se autogovernar, apresentando resultados positivos para o serviço;
 10. Senso de disciplina (P10): capacidade de cumprir e de fazer cumprir ordens e respeitar regulamentos, a despeito de suas ideias e concepções pessoais. Faculdade de imbuir-se do espírito das ordens dadas e dos propósitos a serem alcançados;
 11. Lealdade (P11): correção de procedimentos com seus pares, seus superiores e subalternos; fidelidade à palavra dada; franqueza e sinceridade; honestidade de propósito; empenho no cumprimento de decisões de seus superiores, especialmente quando, no íntimo, não esteja de acordo com elas;
 12. Capacidade Administrativa (P12): capacidade de identificar problemas e dificuldades e de planejar, clara e inteligentemente, as suas soluções. Capacidade de orientar, ordenar e controlar a execução das ações planejadas. Capacidade de organização.

4.2.2 Subcritérios do critério “Perfil Moral”

O critério Perfil Moral é composto por 11 subcritérios, conforme Figura 35.

Figura 35 - Subcritérios do critério Perfil Moral



Os 11 atributos são descritos a seguir (BRASIL, 2012):

1. Senso de responsabilidade (M1): capacidade de cumprir suas atribuições e as que sejam requeridas pela administração, consciente das consequências de seus atos e omissões e de estar sempre pronto a responder por eles;
2. Coerência de atitudes (M2): faculdade de manter, ao longo do tempo, relação lógica e harmônica entre suas ações e entre estas e suas ideias expressas;
3. Espírito de cooperação (M3): capacidade de trabalhar em harmonia e boa vontade com outras pessoas para o mesmo fim, considerando os outros e respeitando os seus interesses legítimos, necessidades e pontos de vista. Capacidade de auxiliar, eficiente e desinteressadamente e de esforçar-se em benefício de uma causa comum. Capacidade de compreender as necessidades e prioridades da organização globalmente, sem ater-se apenas aos problemas peculiares e limitados da sua função;
4. Iniciativa (M4): capacidade de implantar ideias e ações. Faculdade de deliberar e agir em circunstâncias imprevistas ou fora da sua esfera de atuação, na falta de ordens ou na ausência dos superiores;
5. Liderança (M5): capacidade manifesta para conduzir homens e saber dar ordens. Ascendência moral e profissional. Incapacidade para influenciar outras pessoas. Capacidade para infundir respeito e obediência e obter eficiência e dedicação dos subordinados;
6. Poder de persuasão (M6): capacidade de convencer pessoas ou grupos a adotar ideias, atitudes ou comportamentos, por meio de argumentação lógica e concatenada, contrapondo-se a preconceitos e ideias arraigadas;
7. Entusiasmo (M7): satisfação de fazer ou desenvolver algo. Capacidade de trabalhar com prazer e determinação, sentindo-se feliz;
8. Senso de justiça (M8): capacidade de julgar, com critério e isenção de ânimo, atos e procedimentos individuais ou coletivos e de agir de forma coerente com esse entendimento;
9. Ética (M9): atributo que induz o atendimento às regras de conduta compatíveis com os princípios e valores morais consagrados no meio naval, militar e nacional. Dedicação e fidelidade aos deveres e obrigações de cidadão e profissional;
10. Coragem moral (M10): manifestação ou ação de conformidade com sua convicção do certo e do errado em proveito do interesse do serviço, por julgar que possa desagradar a outras pessoas. Assumir responsabilidade e consequências por seus

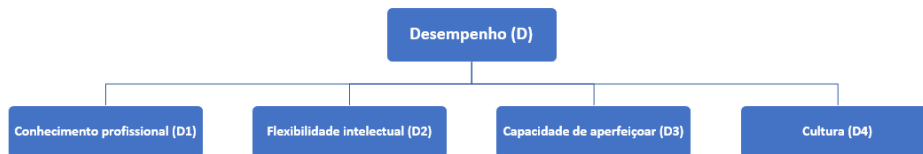
atos. Enfrentar e superar obstáculos e defender interesses que considera legítimos, evitando arriscar interesses pessoais ou gerar impopularidade;

11. Caráter (M11): atributo que induz a conduzir-se de forma consentânea com normas sociais, culturais, morais e éticas, sustentando com firmeza e convicção a manutenção, por atos e procedimentos, dos valores comunitários, compatíveis com o tempo e o meio onde viva.

4.2.3 Subcritérios do critério “Desempenho”

O critério Desempenho foi subdividido em 4 subcritérios (Figura 36).

Figura 36 - Subcritérios do critério Desempenho



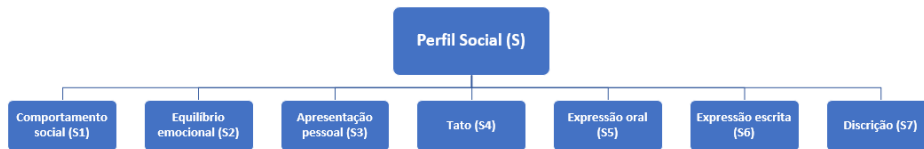
Os 4 subcritérios estão descritos abaixo:

1. Conhecimento profissional (D1): conhecimento teórico e prático de sua profissão e especialidade. Habilidade no emprego de seus conhecimentos profissionais em benefício do serviço. Domínio de campos de conhecimento correlatos ou afins à profissão;
2. Flexibilidade intelectual (D2): capacidade de aprender, fazer uso e manter-se receptivo a novos conhecimentos, informações e situações, integrando-se a conhecimentos já adquiridos, para reformulação de análise e conclusões anteriormente concebidas;
3. Capacidade de aperfeiçoar (D3): capacidade de elaborar soluções que redundem em melhoramento ou aperfeiçoamento de sistemas, métodos e normas pertencentes ou afetas à MB. Capacidade inventiva, que aliada à iniciativa, resulta na agregação de valores e bens para o serviço;
4. Cultura (D4): grau de conhecimento de assuntos alheios à profissão. Capacidade de acompanhar e analisar situações e fatos de natureza individual e de âmbito nacional e internacional, decorrente de acervo de conhecimentos e experiências acumulados.

4.2.4 Subcritérios do critério “Perfil Social”

A Figura 37 apresenta o critério Perfil Social e seus 7 subcritérios, descritos abaixo (BRASIL, 2012):

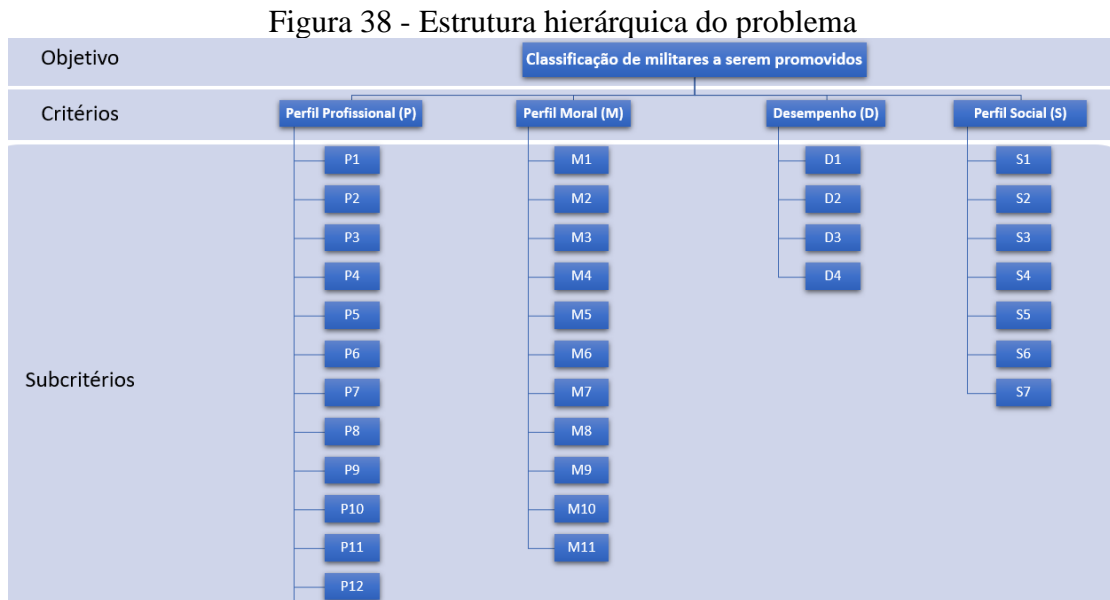
Figura 37 - Subcritérios do critério Perfil Social



5. Comportamento social (S1): correção de atitude e cortesia em todos os círculos sociais que frequenta. Cumprimento dos deveres de cidadão. Procedimento exemplar na vida particular e familiar. Educação civil, cavalheirismo, civilidade e boas maneiras;
6. Equilíbrio emocional (S2): capacidade de manter controle sobre suas reações emocionais, de modo a não comprometer o relacionamento pessoal e social e o bom desempenho no serviço;
7. Apresentação pessoal (S3): apuro militar, conjugado com o apuro dos trajes civis e militares e os cuidados com a aparência física, requeridos ao militar;
8. Tato (S4): faculdade de tratar e resolver habilmente questões com outrem. Faculdade de ser oportuno nas palavras, nos gestos, nas ordens, nas soluções, nos elogios e nas críticas;
9. Expressão oral (S5): capacidade de apresentar, oralmente, ideias, pensamentos, fatos e situações com organização, clareza, precisão, objetividade e propriedade de linguagem;
10. Expressão escrita (S6): capacidade de apresentar, por escrito, ideias, pensamentos, fatos e situações com correção, organização, clareza, precisão, objetividade, concisão e estilo apurado;
11. Discrição (S7): faculdade de se manifestar, comedidamente, em atitudes, maneiras e linguagem. Capacidade de saber relatar e comentar fatos ou situações, ou mesmo de ficar calado, levando em conta os interesses do serviço e da convivência social.

4.2.5 Estrutura hierárquica do problema

Após apresentação do objetivo, critérios e subcritérios, obtém-se a estrutura hierárquica completa do problema (Figura 38).

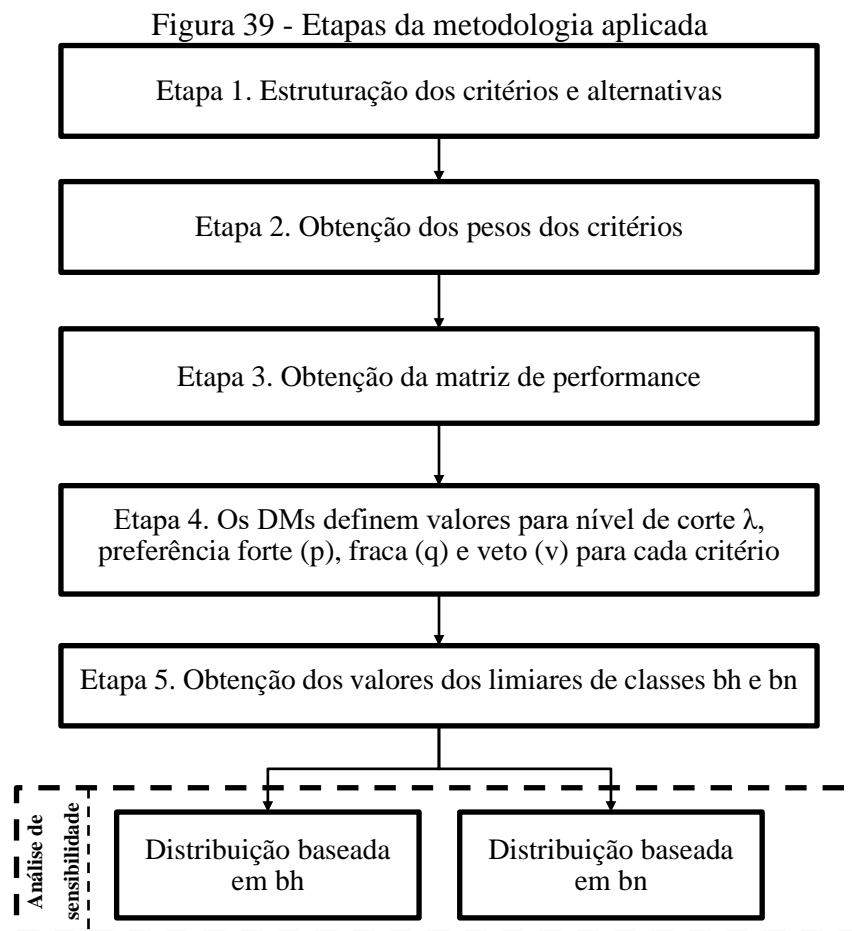


A estrutura hierárquica foi elaborada visando dividir os 33 subcritérios em quatro critérios diferentes, visando facilitar o processo de obtenção dos pesos por meio de avaliação paritária por três decisores, apresentada na seção 5. Com esta estrutura foi possível agregar os pesos dos subcritérios e analisar as alternativas à luz desses atributos.

4.3 METODOLOGIA

De acordo com a classificação proposta por Creswell e Creswell (2017), esta pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa-quantitativa mista, combinando estudo de caso e modelagem matemática (BERTRAND; FRANSOO, 2002). A seleção de pessoal militar é o objeto de pesquisa, conforme apresentado anteriormente nas Seções 1 e 2.

O referencial teórico e detalhes do estudo de caso são apresentados nas Seções 4 e 5, respectivamente. A modelagem matemática do AMD passa por cinco etapas principais, resumidas na Figura 39.



Fonte: (COSTA *et al.*, 2021c).

A Etapa 1 foi realizada mediante entrevistas realizadas com três oficiais da MB (DMs), com reconhecida experiência em avaliação e seleção de militares para promoção. Tendo em vista que a MB já possui um conjunto de 33 critérios para avaliação de seus militares, optou-se por utilizar os atributos já utilizados pela Força, avaliados mediante aplicação do método ELECTRE-MOr. Visando tornar o processo de avaliação pareada dos critérios mais intuitiva e com menor esforço cognitivo, os critérios foram divididos em subcritérios, conforme ilustrado na subseção 4.2.

Na Etapa 2, os DMs estabeleceram suas preferências ordinais em relação aos subcritérios, mediante aplicação do método ELECTRE-MOr, o que possibilitou a obtenção de valores cardinais para os pesos de cada subcritério. As avaliações estão ilustradas na seção 5.

Já na terceira etapa, foi obtida a matriz de performance, com a escolha de 30 militares fictícios, que comporão o conjunto de alternativas do estudo de caso. Em conjunto com os

decisores, optou-se por analisar dados aleatórios e fictícios, visando não expor dados sigilosos referentes a militares da MB. Além disso, o fato de analisar dados aleatórios não implicou em limitação aos resultados apresentados neste trabalho.

Na etapa seguinte, foi realizada nova entrevista com os especialistas, desta vez com todos ao mesmo tempo, buscando obter os limiares de preferência forte, fraca e veto para cada subcritério analisado. Além disso, foi arbitrado o nível de corte igual a 0,8, valor que proporcionou uma distribuição bastante coerente das alternativas nas classes predefinidas. Ressalta-se que o valor do nível de corte foi variado para mais e para menos visando observar as mudanças nas distribuições das alternativas.

Na etapa 5, são obtidos os resultados após aplicação do método ELECTRE-MOr, com as distribuições pelos procedimentos bh e bn. O fato de apresentar duas classificações distintas, por si só, já permite ao método ELECTRE-MOr uma análise de sensibilidade (COSTA *et al.*, 2021c).

Entretanto, visando apresentar informações adicionais ao tomador de decisão e verificar o comportamento das alternativas nos mais diversos cenários de análise, o nível de corte foi variado e verificou-se diversas distribuições diferentes, como será abordado na seção 5.

5 ESTUDO DE CASO

Nesta seção, será abordado o estudo de caso, com a aplicação do método ELECTRE-MOr para distribuir 30 oficiais da MB em três classes predefinidas, visando apoiar o processo de tomada de decisão da Alta Administração Naval no que tange à promoção por merecimento, antiguidade ou não promoção de militares da Força.

A Tabela 16 sintetiza os critérios e respectivos subcritérios escolhidos para analisar as alternativas de oficiais a serem promovidos.

Tabela 16 - Definição dos critérios e subcritérios do problema

Critérios	Perfil Profissional (P)	Perfil Moral (M)	Perfil Social (S)	Desempenho (D)
Subcritérios	Aptidão para o serviço (P1)	Senso de responsabilidade (M1)	Comportamento social (S1)	Conhecimento profissional (D1)
	Capacidade de Decisão (P2)	Coerência de atitudes (M2)	Equilíbrio emocional (S2)	Flexibilidade intelectual (D2)
	Disponibilidade/Interesse para o Serviço (P3)	Espírito de cooperação (M3)	Apresentação pessoal (S3)	Capacidade de aperfeiçoar (D3)
	Perseverança (P4)	Iniciativa (M4)	Tato (S4)	Cultura (D4)
	Ponderação (P5)	Liderança (M5)	Expressão oral (S5)	
	Dinamismo (P6)	Poder de persuasão (M6)	Expressão escrita (S6)	
	Descortino (P7)	Entusiasmo (M7)	Discrição (S7)	
	Relacionamento funcional (P8)	Senso de justiça (M8)		
	Autonomia (P9)	Ética (M9)		
	Senso de disciplina (P10)	Coragem moral (M10)		
	Lealdade (P11)	Caráter (M11)		
	Capacidade Administrativa (P12)			

Com os subcritérios devidamente estabelecidos, foram realizadas comparações paritárias entre os subcritérios, levando em consideração as opiniões dos três DMs e a escala apresentada na Tabela 15.

5.1 OBTENÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS

Para obtenção dos pesos dos critérios, foi considerado o número de subcritérios subordinados a cada um. Esse procedimento foi adotado devido à grande disparidade no número de subcritérios atribuídos a cada critério. Assim, na prática, os critérios com um número mais elevado de subcritérios obtiveram um peso proporcionalmente maior na análise proposta.

A Tabela 17 apresenta os pesos dos critérios, obtidos de forma proporcional ao número de subcritérios atribuídos a cada critério em relação ao número total de subcritérios analisados.

Tabela 17 - Pesos dos critérios

Critério	Proporção	Peso do critério
Perfil Profissional (P)	12/34	35,29%
Perfil Moral (M)	11/34	32,35%
Perfil Social (S)	7/34	20,59%
Desempenho (D)	4/34	11,77%

Com os pesos dos critérios estabelecidos, foram realizadas análises paritárias entre os subcritérios à luz de cada critério específico, levando em consideração as opiniões dos três especialistas da MB.

5.2 PESOS DOS SUBCRITÉRIOS DO CRITÉRIO “PERFIL PROFISSIONAL”

A Tabela 18 apresenta as comparações par a par dos subcritérios do “Perfil Profissional”, critério com maior peso, levando em consideração as análises dos três DMs.

Tabela 18 - Comparação pareada entre os subcritérios do "Perfil Profissional"

Decisor	Perfil Profissional												Soma	Normalização	Peso consolidado	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12				
DMI	P1	0	-1	0	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-2	0,32	5,62%
	P2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	6	0,74	16,48%
	P3	0	-1	0	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-2	0	-6	0,11	3,22%
	P4	-1	-1	1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	-2	-1	-7	0,05	2,37%
	P5	1	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-7	0,05	3,38%
	P6	-1	-1	-1	1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-8	0,0005	2,02%
	P7	-1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	5	0,68	12,09%
	P8	-1	0	1	0	1	1	-1	0	-1	-1	-1	0	-2	0,32	4,10%
	P9	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	-1	0	5	0,68	9,56%
	P10	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-1	0	4	0,63	13,26%
	P11	1	0	2	2	1	1	0	1	1	1	0	1	11	1,00	19,73%

	P12	1	-1	0	1	1	1	-1	0	0	0	-1	0	1	0,47	8,17%
DM2	P1	0	-1	0	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-2	0,23	
	P2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	6	0,85	
	P3	0	-1	0	0	1	1	1	-1	1	-1	-1	0	0	0,38	
	P4	-1	-1	0	0	1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	-5	0,0002	
	P5	1	-1	-1	-1	0	1	-1	1	0	0	-1	-1	-3	0,15	
	P6	-1	-1	-1	1	-1	0	1	-1	1	0	0	1	-1	0,31	
	P7	-1	0	-1	1	1	-1	0	1	0	0	0	1	1	0,46	
	P8	-1	0	1	0	-1	1	-1	0	-1	-1	-1	0	-4	0,08	
	P9	1	0	-1	-1	0	-1	0	1	0	0	-1	0	-2	0,23	
	P10	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	-1	0	3	0,62	
	P11	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	8	1,00	
	P12	1	-1	0	1	1	-1	-1	0	0	0	-1	0	-1	0,31	
DM3	P1	0	-1	0	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-2	0,31	
	P2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	6	0,92	
	P3	0	-1	0	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-2	0	-6	0,0002	
	P4	-1	-1	1	0	1	0	-1	0	1	-1	0	-1	-2	0,31	
	P5	1	-1	-1	-1	0	1	-1	0	1	-1	1	-1	-2	0,31	
	P6	-1	-1	-1	0	-1	0	1	-1	-1	0	-1	0	-6	0,0002	
	P7	-1	0	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	1	3	0,69	
	P8	-1	0	1	0	0	1	-1	0	-1	-1	-1	0	-3	0,23	
	P9	1	0	1	-1	-1	1	0	1	0	0	-1	0	1	0,54	
	P10	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-1	0	4	0,77	
	P11	1	0	2	0	-1	1	0	1	1	1	0	1	7	1,00	
	P12	1	-1	0	1	1	0	-1	0	0	0	-1	0	0	0,46	

Ressalta-se que os subcritérios que apresentariam valores de pesos iguais a zero, após análise de determinado DM, assumiram 1% do menor valor subsequente, procedimento explicado e proposto por Gomes *et al.* (2020) para evitar critérios com peso nulo que, naturalmente, seriam excluídos do processo decisório.

O peso consolidado dos subcritérios foi obtido com base na média das avaliações dos três DMs, tornando o processo de elicitação de importâncias dos critérios democrático e transparente. Observa-se que os subcritérios com maior importância após análise dos especialistas foram Lealdade (P11), Capacidade de Decisão (P2) e Senso de disciplina (P10), perfazendo aproximadamente 50% do peso total do critério “Perfil Profissional”.

5.2.1 Pesos dos subcritérios do “Perfil Moral”

Analogamente, foram obtidos os pesos dos subcritérios do segundo critério, conforme sintetizado na Tabela 19.

Tabela 19 - Comparação pareada entre os subcritérios do "Perfil Moral"

		Perfil Moral											Soma	Normalização	Peso consolidado
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11			
DM1	M1	0	-1	0	0	-2	1	1	0	-2	-1	-2	-6	0,17	6,08%
	M2	1	0	1	1	-1	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	0,38	14,98%
	M3	0	-1	0	1	-1	1	0	-1	-1	-1	-2	-5	0,21	4,06%
	M4	0	-1	-1	0	-1	2	1	-1	-1	-1	-2	-5	0,21	4,44%
	M5	2	1	1	1	0	2	1	0	0	0	-1	7	0,71	9,28%
	M6	-1	0	-1	-2	-2	0	1	-1	-1	0	-1	-8	0,08	1,88%
	M7	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-2	-10	0,0008	7,32%
	M8	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	-1	4	0,58	5,92%
	M9	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	-1	6	0,67	10,17%
	M10	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	-1	4	0,58	14,58%
	M11	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	0	14	1,00	21,30%
DM2	M1	0	-1	0	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0,27	
	M2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	0,82	
	M3	0	-1	0	0	1	1	1	-1	1	-1	-1	0	0,36	
	M4	-1	-1	0	0	1	-1	-1	0	1	-1	-1	-4	0,0018	
	M5	1	-1	-1	-1	0	1	-1	1	0	0	-1	-2	0,18	
	M6	-1	-1	-1	1	-1	0	1	-1	1	0	0	-2	0,18	
	M7	-1	0	-1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	0,36	
	M8	-1	0	1	0	-1	1	-1	0	-1	-1	-1	-4	0,0018	
	M9	1	0	-1	-1	0	-1	0	1	0	0	-1	-2	0,18	
	M10	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	-1	3	0,64	
	M11	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	7	1,00	
DM3	M1	0	-1	0	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0,42	
	M2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	0,92	
	M3	0	-1	0	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-2	-6	0,0025	
	M4	-1	-1	1	0	1	0	-1	0	1	-1	0	-1	0,42	
	M5	1	-1	-1	-1	0	1	-1	0	1	-1	1	-1	0,42	
	M6	-1	-1	-1	0	-1	0	1	-1	-1	0	-1	-6	0,0025	
	M7	-1	0	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	2	0,67	
	M8	-1	0	1	0	0	1	-1	0	-1	-1	-1	-3	0,25	
	M9	1	0	1	-1	-1	1	0	1	0	0	-1	1	0,58	
	M10	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	-1	4	0,83	
	M11	1	0	2	0	-1	1	0	1	1	1	0	6	1,00	

Os subcritérios considerados como mais importantes no segundo critério foram Caráter (M11), Coragem moral (M10) e Coerência de atitudes (M2), totalizando cerca de 51% do peso total neste critério.

5.2.2 Pesos dos subcritérios do “Perfil Social”

A Tabela 20 apresenta os pesos consolidados dos subcritérios do terceiro critério avaliado.

Tabela 20 - Comparação pareada entre os subcritérios do "Perfil Social"

Perfil Social											
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Soma	Normalização	Peso consolidado
DM1	S1	0	-1	0	1	-1	-1	1	-1	0,40	17,86%
	S2	1	0	1	1	-1	-1	1	2	0,70	11,61%
	S3	0	-1	0	1	-1	-1	1	-1	0,40	15,48%
	S4	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	-5	0,0004	2,98%
	S5	1	1	1	1	0	0	1	5	1,00	20,24%
	S6	1	1	1	1	0	0	1	5	1,00	22,32%
	S7	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	-5	0,00	9,52%
DM2	S1	0	0	0	1	-1	-1	1	0	0,60	
	S2	0	0	1	1	-1	-1	0	0	0,60	
	S3	0	-1	0	0	1	1	1	2	1,00	
	S4	-1	-1	0	0	1	-1	-1	-3	0,0004	
	S5	1	1	-1	-1	0	1	-1	0	0,60	
	S6	1	1	-1	1	-1	0	1	2	1,00	
	S7	-1	0	-1	1	1	-1	0	-1	0,40	
DM3	S1	0	1	0	1	-1	1	1	3	1,00	
	S2	-1	0	1	1	-2	-2	0	-3	0,0033	
	S3	0	-1	0	-1	1	1	-1	-1	0,33	
	S4	-1	-1	1	0	1	0	-1	-1	0,33	
	S5	1	2	-1	-1	0	1	-1	1	0,67	
	S6	-1	2	-1	0	-1	0	1	0	0,50	
	S7	-1	0	1	1	1	-1	0	1	0,67	

Neste critério, destacam-se Expressão escrita (S6), Expressão oral (S5) e Comportamento social (S1), com cerca de 60% do peso total.

5.2.3 Pesos dos subcritérios do critério “Desempenho”

A Tabela 21 ilustra a obtenção dos pesos dos subcritérios do Desempenho.

Tabela 21 - Comparação pareada entre os subcritérios do critério "Desempenho"

Desempenho								
		D1	D2	D3	D4	Soma	Normalização	Peso consolidado
DM1	D1	0	1	1	1	3	1,00	46,60%
	D2	-1	0	0	-1	-2	0,00	33,98%
	D3	-1	0	0	-1	-2	0,00	3,88%
	D4	-1	1	1	0	1	0,60	15,53%

DM2	D1	0	1	0	1	2	1,00
	D2	-1	0	1	1	1	0,75
	D3	0	-1	0	0	-1	0,20
	D4	-1	-1	0	0	-2	0,00
DM3	D1	0	-1	0	1	0	0,40
	D2	1	0	1	1	3	1,00
	D3	0	-1	0	-1	-2	0,00
	D4	-1	-1	1	0	-1	0,20

Dentre os subcritérios, destacam-se Conhecimento profissional (D1) e Flexibilidade intelectual (D2), com cerca de 80% do peso total do critério.

5.3 PESOS GLOBAIS DOS SUBCRITÉRIOS

Após realização das comparações paritárias pelos três decisores, foi possível obter um valor cardinal para os pesos de cada um dos 34 subcritérios avaliados, conforme apresenta a Tabela 22.

Tabela 22 - Pesos globais dos subcritérios

Critério	Peso do critério	Subcritério	Peso do subcritério
Perfil Profissional (P)	35,29%	Aptidão para o serviço (P1)	1,98%
		Capacidade de Decisão (P2)	5,82%
		Disponibilidade/Interesse para o Serviço (P3)	1,14%
		Perseverança (P4)	0,84%
		Ponderação (P5)	1,19%
		Dinamismo (P6)	0,71%
		Descortino (P7)	4,27%
		Relacionamento funcional (P8)	1,45%
		Autonomia (P9)	3,37%
		Senso de disciplina (P10)	4,68%
		Lealdade (P11)	6,96%
		Capacidade Administrativa (P12)	2,88%
Perfil Moral (M)	32,35%	Senso de responsabilidade (M1)	1,97%
		Coerência de atitudes (M2)	4,85%
		Espírito de cooperação (M3)	1,31%
		Iniciativa (M4)	1,44%
		Liderança (M5)	3,00%
		Poder de persuasão (M6)	0,61%
		Entusiasmo (M7)	2,37%
		Senso de justiça (M8)	1,91%
		Ética (M9)	3,29%
		Coragem moral (M10)	4,72%
		Caráter (M11)	6,89%

Desempenho (D)	11,76%	Conhecimento profissional (D1)	5,48%
		Flexibilidade intelectual (D2)	4,00%
		Capacidade de aperfeiçoar (D3)	0,46%
		Cultura (D4)	1,83%
Perfil Social (S)	20,59%	Comportamento social (S1)	3,68%
		Equilíbrio emocional (S2)	2,39%
		Apresentação pessoal (S3)	3,19%
		Tato (S4)	0,61%
		Expressão oral (S5)	4,17%
		Expressão escrita (S6)	4,60%
		Discrição (S7)	1,96%

Analisando os pesos globais dos subcritérios, observa-se que aqueles que apresentaram as maiores importâncias à luz de cada critério específico, via de regra, apresentaram bom desempenho global. O fato de os pesos dos critérios terem sido estabelecidos de forma proporcional à quantidade de subcritérios subordinados fez com que não houvesse grandes discrepâncias entre os valores cardinais dos pesos dos atributos.

Os resultados consolidados de pesos dos subcritérios foram apresentados aos três especialistas consultados, que validaram os valores obtidos mediante cardinalização de suas preferências ordinais.

5.4 MATRIZ DE PERFORMANCE

Com a definição dos critérios, subcritérios e seus respectivos pesos, foram definidas as alternativas que compõem o estudo de caso. Ao todo, foram escolhidos 30 oficiais, avaliados à luz dos subcritérios estabelecidos.

Os limiares de Preferência Fraca (q), Preferência estrita (p) e Veto (v) foram definidos mediante consenso entre os três especialistas. Os valores de b_h e b_n foram obtidos pela aplicação das equações (7)-(9) e são calculados automaticamente pela ferramenta computacional ELECTRE-MOr Web, conforme ilustrado na Figura 22. Além disso, foi estabelecido que as 30 alternativas seriam distribuídas em três classes.

A Tabela 23 apresenta as alternativas, com seus desempenhos estabelecidos por notas de 0 a 10 em cada subcritério.

Tabela 23 - Matriz de performance dos oficiais.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	D1	D2	D3	D4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	
OF1	7	9	9	7	9	7	6	9	7	9	7	6	9	6	8	7	10	7	10	9	6	10	8	9	8	8	7	6	8	8	8	7	9	7	
OF2	9	6	9	9	7	8	10	10	9	8	9	8	10	10	8	9	8	9	9	8	9	9	8	8	8	7	9	9	10	9	7	9	10	6	
OF3	10	10	9	8	8	6	7	8	6	9	8	10	8	9	8	9	7	9	7	6	8	8	10	8	9	10	9	10	8	9	10	8	9	9	
OF4	9	8	10	8	9	8	6	9	9	8	7	9	6	9	10	6	7	7	7	7	9	8	10	8	10	6	8	10	9	9	9	10	10	7	
OF5	8	7	8	7	9	10	7	7	9	6	9	10	7	8	6	8	8	8	7	10	10	6	8	8	6	6	7	8	6	7	7	9	6	9	
OF6	9	10	9	8	8	10	7	8	8	10	7	6	7	8	8	8	9	10	8	10	6	8	8	7	9	8	8	8	10	6	8	9	10	7	
OF7	9	9	10	9	6	7	6	8	8	8	8	7	9	7	9	6	8	9	8	8	8	8	6	9	8	8	8	9	9	7	7	9	10	9	
OF8	6	9	8	9	10	7	7	9	8	8	10	10	9	10	7	8	10	10	9	8	8	8	8	10	10	10	8	6	8	9	6	9	10	8	9
OF9	10	9	8	7	10	8	8	10	7	10	6	8	8	10	9	9	9	9	8	6	7	6	10	9	7	9	7	7	9	10	9	7	8	7	
OF10	9	9	7	7	8	7	8	7	7	10	9	6	9	6	8	9	6	6	8	7	9	9	8	8	9	10	7	8	9	6	8	7	7	8	
OF11	7	8	10	8	9	8	7	7	9	8	10	7	9	9	8	9	6	8	6	8	8	9	8	8	8	9	10	10	8	10	10	9	7	6	
OF12	9	9	8	7	6	10	7	9	6	9	9	8	9	9	8	6	7	6	9	7	6	8	7	10	9	10	6	9	6	7	7	7	6	8	
OF13	9	6	8	7	7	7	9	7	7	8	8	9	6	9	9	6	8	7	8	9	7	6	10	6	7	7	8	6	8	9	6	10	7	10	
OF14	8	9	9	9	7	8	8	7	9	10	8	10	8	7	6	6	7	7	8	8	9	10	9	9	9	7	8	9	6	7	9	8	10	8	
OF15	9	9	10	8	6	8	7	7	8	9	7	10	9	8	7	9	8	9	7	8	8	7	10	8	6	6	9	6	9	8	9	6	6	8	
OF16	6	8	7	7	7	7	6	8	8	7	8	6	9	7	8	7	9	9	8	7	8	7	9	10	8	9	7	9	6	8	7	9	7	10	
OF17	8	8	6	6	8	9	9	10	8	10	9	8	7	8	6	7	6	9	6	9	9	9	6	9	10	9	9	8	9	9	9	6	9	8	
OF18	9	7	8	9	6	8	8	7	7	7	9	9	9	9	8	8	9	7	7	9	6	7	9	7	10	10	7	6	7	8	8	9	6	7	
OF19	9	8	6	7	8	10	7	10	10	9	9	6	7	7	9	9	9	7	9	9	9	7	8	8	7	7	10	10	8	7	6	8	9	8	
OF20	6	10	7	8	9	6	7	7	9	7	7	8	9	9	10	8	7	6	8	10	6	9	7	9	10	10	10	6	8	9	9	7	7	9	
OF21	9	10	8	6	10	10	8	10	9	6	8	9	7	9	9	7	9	6	8	9	7	8	6	9	7	6	8	6	8	8	6	7	8	7	
OF22	7	9	8	8	7	9	9	7	10	9	7	9	9	6	8	7	8	7	9	7	6	6	9	7	9	8	8	6	8	9	7	9	7	9	
OF23	8	7	10	7	10	10	10	8	6	9	8	10	6	9	7	7	10	7	9	8	9	9	9	9	9	7	7	9	6	8	9	6	7	7	
OF24	8	7	9	7	9	10	9	8	6	9	8	10	7	9	10	10	9	6	10	8	8	9	9	10	9	8	8	7	10	9	10	9	7	9	
OF25	6	10	9	8	7	9	8	9	9	10	9	6	9	8	6	10	9	8	7	9	8	9	7	9	10	9	8	9	8	10	7	10	7	6	
OF26	8	7	9	9	6	7	10	7	7	9	10	9	9	9	10	6	7	8	7	9	9	7	7	8	8	8	6	7	10	9	8	7	9	8	
OF27	8	10	7	6	7	6	8	9	8	6	6	7	8	10	8	9	7	9	9	10	7	6	7	10	6	9	8	9	10	7	8	9	8	6	
OF28	7	9	7	7	9	8	10	7	9	9	8	8	10	10	6	7	10	8	10	10	8	7	8	9	9	7	10	6	9	8	9	7	8	9	
OF29	9	9	8	7	9	10	9	8	9	6	10	7	9	8	7	7	6	9	9	7	7	6	6	8	7	7	9	7	7	6	10	8	7	8	
OF30	10	8	6	7	7	7	9	7	8	8	9	7	9	9	10	8	8	10	8	7	7	6	6	6	7	9	9	7	8	9	9	8	7	8	
q	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
p	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
v	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pesos	0,02	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,05	0,07	0,03	0,02	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07	0,05	0,04	0,00	0,02	0,04	0,02	0,03	0,01	0,04	0,05	0,02	
bh ₂	8,7	8,7	8,7	8,2	8,6	8,7	8,6	8,8	8,5	8,7	8,7	8,7	8,7	8,6	8,7	8,6	8,5	8,6	8,7	8,7	8,5	8,4	8,5	8,7	8,7	8,7	8,6	8,7	8,6	8,7	8,8	8,8	8,7	8,6	
bh ₁	7,4	7,4	7,4	7,1	7,3	7,5	7,3	7,7	7,3	7,4	7,3	7,3	7,5	7,4	7,5	7,3	7,4	7,3	7,4	7,4	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,3	7,4	7,4	7,6	7,6	7,5	7,3		
bn ₂	9,0	9,1	8,8	8,0	8,7	8,7	8,3	8,6	8,5	8,9	8,5	8,9	8,7	9,2	8,5	8,7	8,5	8,6	8,6	9,0	8,3	8,3	8,6	8,9	8,8	8,9	8,8	8,5	8,9	9,1	8,8	8,7	8,3	8,5	
bn ₁	7,5	7,5	7,4	6,8	6,9	7,1	6,8	7,2	6,8	7,6	7,1	6,7	7,0	7,5	7,0	6,7	7,3	6,7	7,0	7,5	6,7	6,9	7,1	7,7	7,0	7,0	7,2	6,3	7,6	6,9	7,0	6,9	6,8	7,2	

5.5 RESULTADOS ALCANÇADOS

Após a aplicação de todas as etapas do ELECTRE-MOr, com o apoio do *software* ELECTRE-MOr Web, foram obtidas as distribuições otimistas e pessimistas para as duas formas de normalização (bh e bn), para um nível de corte de 0,8, escolhido em conjunto com os especialistas por apresentar boa discriminação na classificação de alternativas. Os valores de concordância, discordância e credibilidade encontram-se no Apêndice A.

Tabela 24 - Resultado obtido após aplicação do ELECTRE-MOr.

	Lambda				Consolidado
	0,8				
	bh		bn		
	Pessimista	Otimista	Pessimista	Otimista	
OF1	C	B	B	B	B
OF2	B	A	B	A	B
OF3	B	A	B	A	B
OF4	B	A	B	A	B
OF5	C	B	C	A	C
OF6	B	A	B	A	B
OF7	C	B	B	B	B
OF8	B	A	B	A	B
OF9	C	A	B	A	A
OF10	C	A	B	A	A
OF11	B	A	B	A	B
OF12	C	A	C	A	C
OF13	C	A	C	B	C
OF14	B	A	B	A	B
OF15	C	A	B	B	B
OF16	C	B	C	A	C
OF17	C	A	B	A	A
OF18	C	A	C	A	C
OF19	B	A	B	A	B
OF20	C	A	B	A	A
OF21	C	A	B	B	B
OF22	C	A	C	B	C
OF23	C	A	B	A	A
OF24	B	A	B	A	B
OF25	B	A	B	A	B
OF26	C	A	B	A	A
OF27	C	A	C	A	C
OF28	B	A	B	A	B
OF29	C	A	C	B	C
OF30	C	B	B	B	B

Os resultados após a aplicação do método apresentam quatro classificações, o que permite uma análise transparente e robusta (COSTA *et al.*, 2021c). Para o agrupamento de alternativas, visando obter a categorização dos oficiais em três classes predefinidas, utilizou-se o seguinte critério:

Uma alternativa que apresente um resultado compatível com uma determinada classe em três ou quatro cenários é categorizada nesta classe; uma alternativa que apresente uma certa classificação em dois dos quatro cenários será categorizada na classe mais baixa.

Para ilustrar o procedimento de clusterização proposto, a alternativa OF1 será alocada na classe B porque apresenta tal desempenho em três dos quatro cenários. Já a alternativa OF2 será alocada na classe B, uma vez que apresenta duas classificações correspondentes à classe A e duas à classe B, sendo esta a pior classificação apresentada pela alternativa. A Tabela 25 apresenta as classificações consolidadas, para um valor de λ igual a 0,8.

Tabela 25 - Classificação consolidada das alternativas, com nível de corte de 0,8.

Alternativas	Classe
OF9	A
OF10	
OF17	
OF20	
OF23	
OF26	
OF1	B
OF2	
OF3	
OF4	
OF6	
OF7	
OF8	
OF11	
OF14	
OF15	
OF19	
OF21	
OF24	

OF25	C
OF28	
OF30	
OF5	
OF12	
OF13	
OF16	
OF18	
OF22	
OF27	
OF29	

Analisando os resultados, observa-se que apenas 6 dos 30 (20%) oficiais avaliados apresentaram desempenho classe A, categoria que corresponde à promoção por merecimento. A classe B conta com 16 oficiais (cerca de 53% das alternativas), que seriam promovidos por tempo de serviço, enquanto 8 oficiais (ou 26,7%) apresentaram o pior desempenho possível e não seriam promovidos, de acordo com a modelagem proposta.

Ressalta-se que os resultados poderiam ser abordados de uma forma diferente, analisando somente uma forma de obtenção das classes (bh ou bn), a critério do tomador de decisão.

5.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

O método ELECTRE-MOr também permite a realização de análises de sensibilidade, variando o nível de corte e verificando a distribuição de alternativas (COSTA *et al.*, 2021c). A Tabela 26 mostra a análise de sensibilidade, com a classificação consolidada das alternativas após a variação λ . Para verificar cenários mais exigentes e flexíveis, utilizou-se os seguintes valores para o nível de corte λ : 0,75; 0,85; 0,9; 0,95 e 1).

Tabela 26 - Análise de sensibilidade do resultado, variando o nível de corte.

Lambda						
	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1
OF1	B	B	C	C	C	C
OF2	B	B	B	A	A	C
OF3	B	B	B	A	A	C

OF4	B	B	A	C	C	C
OF5	C	C	C	C	C	C
OF6	B	B	A	C	C	C
OF7	B	B	C	C	C	C
OF8	B	B	B	A	A	C
OF9	A	A	A	C	C	C
OF10	B	A	C	C	C	C
OF11	B	B	B	A	A	C
OF12	B	C	C	C	C	C
OF13	B	C	C	C	C	C
OF14	B	B	B	C	C	C
OF15	B	B	C	C	C	C
OF16	B	C	C	C	C	C
OF17	B	A	C	C	C	C
OF18	C	C	C	C	C	C
OF19	B	B	A	C	C	C
OF20	A	A	A	C	C	C
OF21	B	B	C	C	C	C
OF22	B	C	C	C	C	C
OF23	A	A	A	C	C	C
OF24	B	B	A	C	C	C
OF25	B	B	A	A	A	C
OF26	B	A	A	C	C	C
OF27	C	C	C	C	C	C
OF28	B	B	A	A	A	C
OF29	C	C	C	C	C	C
OF30	B	B	B	C	C	C
Classe A	10,00%	20,00%	33,33%	20,00%	20,00%	0,00%
Classe B	76,67%	53,33%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Classe C	13,33%	26,67%	46,67%	80,00%	80,00%	100,00%

Após a análise de sensibilidade, verifica-se resultados coerentes apresentados pela metodologia proposta. À medida que o valor de λ foi aumentado (tornando a análise mais exigente), houve uma tendência de diminuição das alternativas nas classes A e B, ou seja, de

militares que seriam promovidos por merecimento ou por tempo de serviço, e aumento das alternativas distribuídas nas classes C (não promovidos). Analisando o cenário mais flexível (nível de corte igual a 0,75), observa-se que apenas 13,3% dos oficiais não seriam promovidos.

Além disso, observou-se que, para o caso mais exigente possível, com $\lambda=1$, todos os oficiais foram alocados na classe mais baixa. Dessa forma, a análise de sensibilidade forneceu informações adicionais ao tomador de decisão, pois possibilitou verificar as mudanças nas distribuições das alternativas quando o nível de corte foi variado (de 0,75 até 1), permitindo tomar decisões baseadas em cenários mais flexíveis ou rigorosos, a critério da Alta Administração Naval. Em outras palavras, a variação do λ e, conseqüentemente, das distribuições, pode ser utilizada como forma de priorizar as alternativas que permanecem nas classes mais altas com o aumento do nível de corte.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs uma metodologia para apoiar o processo decisório de promoção de oficiais das FFAA, levando em consideração as opiniões de múltiplos decisores e dados qualitativos e quantitativos, trazendo transparência e melhor compreensão acerca do problema em análise. Ressalta-se que a metodologia pode ser replicada para diversas situações que envolvam meritocracia, como escala de comando e direção, escolha de militares para comissões permanentes no exterior, dentre outras.

A pesquisa foi aplicada na MB, respondendo-se ao problema expresso na subseção 1.1 e considerando o Objetivo Geral, na subseção 1.2. Como resultado, a classificação dos militares pelo método ELECTRE-MOr evidenciou uma categorização consolidada em três classes, de forma priorizada, baseada na meritocracia dos militares, de uma forma transparente e justa.

Os passos iniciais do método ELECTRE-MOr permitiram, mediante avaliação pareada dos subcritérios, transformar preferências ordinais em cardinais, levando em conta os pontos de vista de diversos decisores. Essa característica traz consigo uma forte característica sociológica, uma vez que todos os especialistas têm pesos iguais na análise proposta, o que torna o processo decisório mais transparente e democrático.

Com relação aos objetivos específicos da pesquisa, apresentados na subseção 1.3, destaca-se a importância dos estudos bibliométricos sobre o emprego do AMD em seleção de pessoal e problemas militares, que permitiram verificar as principais características e nuances das problemáticas. Isso proporcionou um melhor entendimento e estruturação da situação problemática, por meio da abordagem VFT.

Como contribuições citadas na subseção 1.4, destaca-se o desenvolvimento de uma plataforma computacional baseada na proposta do método, completamente aberta, sem necessidade de cadastro ou pagamento por parte dos usuários. Essa ferramenta auxiliou na expansão das aplicações em diferentes áreas da ciência, por especialistas e não especialistas, em níveis operacionais, táticos e estratégicos, proporcionando resultados satisfatórios de uma forma simples e intuitiva.

Visando ilustrar a aplicabilidade do método ELECTRE-MOr, foi analisado um problema real da MB, no que tange à promoção de oficiais. Para a estruturação e entendimento do problema, foi utilizada a metodologia VFT, proporcionando uma compreensão das necessidades estratégicas e operacionais relacionadas à promoção de militares das FFAA, tendo sido selecionados os critérios e subcritérios importantes para a análise do problema estudado.

A apresentação de duas categorizações pessimistas e otimistas pelo método ELECTRE-MOr permitiu verificar o comportamento de alternativas em diversos cenários, com a possibilidade de escolher diversos parâmetros de análise, seja considerando o maior número de ocorrências de classificações, como foi feito neste trabalho, seja considerando apenas uma das duas formas de distribuição (bh ou bn). Esta flexibilidade de análises fornece informações adicionais ao DM, oferecendo possíveis decisões nos mais diversos cenários.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi alcançado, com a proposição de um framework voltado para apoiar o processo decisório no que tange à promoção de oficiais das FFAA, considerando dados qualitativos e quantitativos, além da agregação de opiniões de múltiplos decisores. Ressalta-se que a metodologia apresentada nesta pesquisa pode ser aplicada em diversos problemas reais, dos níveis táticos, operacionais e estratégicos.

Os trabalhos futuros poderiam adotar este modelo de distribuição em classes predefinidas de alternativas utilizando o ELECTRE-MOr com outras modelagens, a saber:

- a) Aplicação em conjunto com outros métodos de AMD para ordenação ou escolha de alternativas nas classes mais altas;
- b) Implementação de distribuição não linear entre as escalas semânticas durante a avaliação qualitativa dos critérios e alternativas;
- c) Aplicação em conjunto com modelos de *Machine Learning* não supervisionados, por exemplo a técnica de clusterização, comparando os resultados obtidos com o método ELECTRE-MOr; e
- d) Implementação de análise de sensibilidade, variando os pesos dos critérios e verificando o comportamento das alternativas em diferentes cenários.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-BASSET, M. et al. A bipolar neutrosophic multi criteria decision making framework for professional selection. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 10, n. 4, 2020.
- ABUABARA, L.; PAUCAR-CACERES, A.; BURROWES-CROMWELL, T. Consumers' values and behaviour in the Brazilian coffee-in-capsules market: Promoting circular economy. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 23, p. 7269–7288, 2019.
- ADETUNJI, O.; BISCHOFF, J.; WILLY, C. J. Managing system obsolescence via multicriteria decision making. **Systems Engineering**, v. 21, n. 4, p. 307–321, 2018.
- ALMEIDA-DIAS, J.; FIGUEIRA, J. R.; ROY, B. Electre Tri-C: A multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions. **European Journal of Operational Research**, v. 204, n. 3, p. 565–580, 2010.
- ALMEIDA-DIAS, J.; FIGUEIRA, J. R.; ROY, B. A multiple criteria sorting method where each category is characterized by several reference actions: The Electre Tri-nC method. **European Journal of Operational Research**, v. 217, n. 3, p. 567–579, 2012.
- ALOINI, D. et al. Technology assessment with IF-TOPSIS: An application in the advanced underwater system sector. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 131, p. 38–48, 2018.
- ALTUNOK, T. et al. Comparative analysis of multi-criteria decision making methods for postgraduate student selection. **Egitim Arastirmalari - Eurasian Journal of Educational Research**, n. 40, p. 1–15, 2010.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.
- BAHADORI, M. et al. A supplier selection model for hospitals using a combination of artificial neural network and fuzzy VIKOR. **International Journal of Healthcare Management**, v. 13, n. 4, p. 286–294, 2020.
- BALEŽENTIS, A.; BALEŽENTIS, T.; BRAUERS, W. K. M. Personnel selection based on computing with words and fuzzy MULTIMOORA. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 9, p. 7961–7967, 2012.
- BALEŽENTIS, T.; ZENG, S. Group multi-criteria decision making based upon interval-valued fuzzy numbers: An extension of the MULTIMOORA method. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 2, p. 543–550, 2013.
- BASTIAN, N. D. et al. The AMEDD uses goal programming to optimize workforce planning decisions. **Interfaces**, v. 45, n. 4, p. 305–324, 2015.
- BASTIAN, N. D. et al. A multi-criteria, network analytic approach to war game participant selection. **Journal of Defense Modeling and Simulation**, v. 13, n. 2, p. 183–194, 2016.
- BELTON, V.; STEWART, T. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach.**

[s.l.] Springer Science & Business Media, 2002.

BERRIEL, P. C. et al. Retomada econômica no município de Nilópolis durante a pandemia de COVID-19: uma análise a partir do método ELECTRE-MOr. **Congresso Internacional XXXI EPIO – XXXIII ENDIO y RED-M IX**, 2020.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241–264, 2002.

BISDIKIAN, C.; KAPLAN, L. M.; SRIVASTAVA, M. B. On the quality and value of information in sensor networks. **ACM Transactions on Sensor Networks**, v. 9, n. 4, 2013.

BRASIL. **DGPM-313: Normas para avaliação de militares, organização, funcionamento e procedimentos da comissão de promoções de praças, aplicação da quota compulsória, alteração de dados cadastrais e cômputo e registro de tempos**, 2012.

CARDOSO, R. S. et al. Uso de SAD no apoio à decisão na destinação de resíduos plásticos e gestão de materiais. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 1, p. 67–95, abr. 2009.

ÇARMAN, F.; TUNCER ŞAKAR, C. An MCDM-integrated maximum coverage approach for positioning of military surveillance systems. **Journal of the Operational Research Society**, v. 70, n. 1, p. 162–176, 2019.

CHEN, L.-S.; CHENG, C.-H. Selecting IS personnel use fuzzy GDSS based on metric distance method. **European Journal of Operational Research**, v. 160, n. 3 SPEC. ISS., p. 803–820, 2005.

CHENG, E. W. L.; LI, H. Contractor selection using the analytic network process. **Construction Management and Economics**, v. 22, n. 10, p. 1021–1032, 2004.

CINELLI, M. et al. How to Support the Application of Multiple Criteria Decision Analysis? Let Us Start with a Comprehensive Taxonomy. **Omega**, p. 102261, 2020.

CLAUSEWITZ, C. VON. **On war**. [s.l.] Princeton University Press, 2008.

CORRENTE, S.; GRECO, S.; SŁOWIŃSKI, R. Multiple criteria hierarchy process for ELECTRE Tri methods. **European Journal of Operational Research**, v. 252, n. 1, p. 191–203, 2016.

COSTA, H. G. Model for webibliomining: proposal and application. **Revista FAE**, p. 115–126, 2010.

COSTA, I. P. DE A. et al. Choosing a hospital assistance ship to fight the Covid-19 pandemic. **Revista de Saude Publica**, v. 54, 2020a.

COSTA, I. P. DE A. et al. Desenvolvimento axiomático e implementação computacional do método híbrido ELECTRE-MOr: apoiando à decisão da Marinha do Brasil na aquisição de lanchas no combate à COVID-19. **Congresso Internacional XXXI EPIO – XXXIII ENDIO y RED-M IX 2020**, 2020b.

COSTA, I. P. DE A. et al. Choosing flying hospitals in the fight against the COVID-19 pandemic: structuring and modeling a complex problem using the VFT and ELECTRE-MOR methods. **IEEE Latin America Transactions**, v. 19, n. 6, p. 1099–1106, 2021a.

COSTA, I. P. DE A. et al. **ELECTRE-MOR WEB Software (v.1), sob registro INPI: BR512021001100-7**. Disponível em: <<http://electremor.com/>>. Acesso em: 15 jun. 2021b.

COSTA, I. P. DE A. et al. Strategic Study for Managing the Portfolio of IT Courses Offered by a Corporate Training Company: An Approach in the Light of the ELECTRE-MOR Multicriteria Hybrid Method. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, p. 1–29, 17 set. 2021c.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. [s.l.] Sage publications, 2017.

DA SILVA, G. B.; COSTA, H. G.; DE BARROS, M. D. Entrepreneurship in engineering education: A literature review. **International Journal of Engineering Education**, v. 31, n. 6, p. 1701–1710, 2015.

DAĞDEVIREN, M. A hybrid multi-criteria decision-making model for personnel selection in manufacturing systems. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 21, n. 4, p. 451–460, 2010.

DE ALMEIDA, I. D. P. et al. Study of the Location of a Second Fleet for the Brazilian Navy: Structuring and Mathematical Modeling Using SAPEVO-M and VIKOR Methods. **ICPR-Americas 2020. Communications in Computer and Information Science**, v. 1408, p. 113–124, 2021.

DE BARROS, M. D. et al. **Mapping of the scientific production on the ITIL application published in the national and international literature**. (C. R. et al., Eds.)Universidade Federal Fluminense, 156 - Sao Domingos Rua Passos da Patria, Niterói - RJ, 24210-240, Brazil: Elsevier B.V., 2015Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84960874665&doi=10.1016%2Fj.procs.2015.07.013&partnerID=40&md5=3794ad93b2855ea39553dfc5b88f3da3>>

DE CARVALHO PEREIRA, F. et al. **Bibliometric analysis of information systems related to innovation**. (C. R. et al., Eds.)Universidade Federal Fluminense - UFF, Passos da Pátria street, 156, Rio de Janeiro, 24210-240, Brazil: Elsevier B.V., 2015Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84960910521&doi=10.1016%2Fj.procs.2015.07.052&partnerID=40&md5=0575d6b3f392b7320c3a8a5416029336>>

DE LEENEER, I.; PASTIJN, H. Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. **European Journal of Operational Research**, v. 139, n. 2, p. 327–338, 2002.

DI BONA, G. et al. A-IFM reliability allocation model based on multicriteria approach. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 33, n. 5, p. 676–698, 2016.

DI BONA, G.; FORCINA, A. Analytic Critical Flow Method (ACFM): A Reliability Allocation Method Based on Analytic Hierarchy Process. **Journal of Failure Analysis and**

Prevention, v. 17, n. 6, p. 1149–1163, 2017.

DRUMOND, P. et al. Multicriteria Analysis in Additive Manufacturing: An ELECTRE-MOR Based Approach. In: **Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems III**. [s.l.] IOS Press, 2021. p. 126–132.

DURBACH, I. N.; STEWART, T. J. Modeling uncertainty in multi-criteria decision analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 223, n. 1, p. 1–14, 2012.

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.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Data science for business and decision making**. Cambridge, MA: Academic Press Elsevier, 2019.

FERNÁNDEZ, E. et al. ELECTRE TRI-nB: A new multiple criteria ordinal classification method. **European Journal of Operational Research**, v. 263, n. 1, p. 214–224, 2017.

FIGUEIRA, J.; MOUSSEAU, V.; ROY, B. ELECTRE methods. In: **Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys**. [s.l.] Springer, 2005. p. 133–153.

FRANCO, L. A.; MONTIBELLER, G. Problem structuring for multicriteria decision analysis interventions. **Wiley encyclopedia of operations research and management science**, 2010.

FRIEDMAN, B. A. **On Tactics**. [s.l.] Naval Institute Press, 2017.

FRINI, A.; GUITOUNI, A.; BENASKEUR, A. Solving Dynamic Multi-Criteria Resource-Target Allocation Problem Under Uncertainty: A Comparison of Decomposition and Myopic Approaches. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 16, n. 06, p. 1465–1496, 2017.

GAZIBEY, Y.; KANTEMIR, O.; DEMIREL, A. Interaction among the criteria affecting main battle tank selection: An analysis with DEMATEL method. **Defence Science Journal**, v. 65, n. 5, p. 345–355, 2015.

GENC, T. Application of ELECTRE III and PROMETHEE II in evaluating the military tanks. **International Journal of Procurement Management**, v. 8, n. 4, p. 457–475, 2015.

GIGOVIĆ, L. et al. The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depots. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 4, 2016.

GOMES, C. F. S. THOR—Um Algoritmo Híbrido de Apoio Multicritério à Decisão para Processos Decisórios com Alternativas Discretas. **UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Doutorado**, 1999.

GOMES, C. F. S. et al. SAPEVO-M: a group multicriteria ordinal ranking method. **Pesquisa Operacional**, v. 40, 2020.

GOMES, C. F. S.; COSTA, H. G. Aplicação de métodos multicritério ao problema de escolha de modelos de pagamento eletrônico por cartão de crédito. **Production**, v. 25, n. 1, p. 54–68,

2015.

GOMES, L.; GOMES, C. F. S. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, , 2019.

GOMES, L.; MURY, A.-R.; GOMES, C. F. S. Multicriteria ranking with ordinal data. **Systems Analysis-Modelling-Simulation**, v. 27, n. 2, p. 139–146, 1997.

GRECO, S.; FIGUEIRA, J.; EHRGOTT, M. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of art surveys**. [s.l.] Springer, 2016. v. 37

HAMURCU, M.; EREN, T. Selection of Unmanned Aerial Vehicles by Using Multicriteria Decision-Making for Defence. **Journal of Mathematics**, v. 2020, 2020.

HAN, D.-H.; KIM, Y.-D.; LEE, J.-Y. Multiple-criterion shortest path algorithms for global path planning of unmanned combat vehicles. **Computers & Industrial Engineering**, v. 71, p. 57–69, 2014.

HATAMI-MARBINI, A.; TAVANA, M. An extension of the Electre I method for group decision-making under a fuzzy environment. **Omega**, v. 39, n. 4, p. 373–386, 2011.

HEIDARY DAHOOIE, J. et al. Competency-based IT personnel selection using a hybrid SWARA and ARAS-G methodology. **Human Factors and Ergonomics In Manufacturing**, v. 28, n. 1, p. 5–16, 2018.

HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. **Proceedings of the National academy of Sciences**, v. 102, n. 46, p. 16569–16572, 2005.

IJADI MAGHSOODI, A. et al. An integrated parallel big data decision support tool using the W-CLUS-MCDA: A multi-scenario personnel assessment. **Knowledge-Based Systems**, v. 195, 2020.

ISHIKIRIYAMA, C. S.; MIRO, D.; GOMES, C. F. S. Text Mining Business Intelligence: a small sample of what words can say. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 261–267, 2015.

JOU, Y.-T. et al. Multi-criteria failure mode effects and criticality analysis method: a comparative case study on aircraft braking system. **International Journal of Reliability and Safety**, v. 10, n. 1, p. 1–21, 2016.

KABAK, M.; BURMAOĞLU, S.; KAZANÇOĞLU, Y. A fuzzy hybrid MCDM approach for professional selection. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 3, p. 3516–3525, 2012.

KADZIŃSKI, M.; TERVONEN, T.; FIGUEIRA, J. R. Robust multi-criteria sorting with the outranking preference model and characteristic profiles. **Omega**, v. 55, p. 126–140, 2015.

KARABASEVIC, D. et al. Selection of candidates in the mining industry based on the application of the SWARA and the MULTIMOORA methods. **Acta Montanistica Slovaca**, v. 20, n. 2, p. 116–124, 2015.

KARABASEVIC, D. et al. The Framework for the Selection of Personnel Based on the SWARA and ARAS Methods Under Uncertainties. **Informatica (Netherlands)**, v. 27, n. 1, p.

49–65, 2016.

KEENEY, R. L. *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking* (Cambridge, MA: Harvard University). 1992.

KEENEY, R. L. Creativity in decision making with value-focused thinking. **Sloan Management Review**, v. 35, p. 33, 1994.

KEENEY, R. L. Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. **European Journal of operational research**, v. 92, n. 3, p. 537–549, 1996.

KELLY, J.; BRENNAN, M. **How Operational Art Devoured Strategy**. Carlisle: Strategic Studies Institute, Army War College, 2009.

KERŠULIENE, 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.

KERŠULIENE, V.; TURSKIS, Z. A hybrid linguistic fuzzy multiple criteria group selection of a chief accounting officer. **Journal of Business Economics and Management**, v. 15, n. 2, p. 232–252, 2014.

KHALIFA, A. S. Strategy and what it means to be strategic: redefining strategic, operational, and tactical decisions. **Journal of Strategy and Management**, 2021.

KILIC, H. S.; DEMIRCI, A. E.; DELEN, D. An integrated decision analysis methodology based on IF-DEMATEL and IF-ELECTRE for personnel selection. **Decision Support Systems**, v. 137, 2020.

KIRACI, K.; AKAN, E. Aircraft selection by applying AHP and TOPSIS in interval type-2 fuzzy sets. **Journal of Air Transport Management**, v. 89, 2020.

KOBAN, L. A.; MACDONALD GIBSON, J. Small-unit water purifiers for remote military outposts: A new application of multicriteria decision analysis. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 24, n. 3–4, p. 146–161, 2017.

KORKMAZ, I.; GÖKÇEN, H.; ÇETINYOKUŞ, T. An analytic hierarchy process and two-sided matching based decision support system for military personnel assignment. **Information Sciences**, v. 178, n. 14, p. 2915–2927, 2008.

KRISHANKUMAR, R. et al. A novel extension to VIKOR method under intuitionistic fuzzy context for solving personnel selection problem. **Soft Computing**, v. 24, n. 2, p. 1063–1081, 2020.

KRYLOVAS, A. et al. New KEMIRA method for determining criteria priority and weights in solving MCDM problem. **International Journal of Information Technology and Decision Making**, v. 13, n. 6, p. 1119–1133, 2014.

KULAKOWSKI, K. Inconsistency in the ordinal pairwise comparisons method with and without ties. **European Journal of Operational Research**, v. 270, p. 314:327, 2018.

LANSLOWNE, Z. F. Ordinal ranking methods for multicriterion decision making. **Naval Research Logistics**, v. 43, n. 5, p. 613–627, 1996.

LIDDELL HART, B. H. **Strategy**. 2. ed. New York: BN Publishing, 2008.

MAÊDA, S. M. DO N. et al. Multi-criteria analysis applied to aircraft selection by Brazilian Navy. **Production**, v. 31, p. 1–13, 2021.

MAÊDA, S. M. DO N. et al. Avaliação edafoclimática e econômica de regiões para o plantio de mogno africano: uma abordagem à luz do método ELECTRE-MOr. **Congresso Internacional XXXI EPIO – XXXIII ENDIO y RED-M IX**, 2020.

MALLOY, T. F. et al. Advancing alternative analysis: Integration of decision science. **Environmental Health Perspectives**, v. 125, n. 6, p. 1–12, 2017.

MARTINS, I. D. et al. A review of the multicriteria decision analysis applied to oil and gas decommissioning problems. **Ocean & Coastal Management**, v. 184, p. 105000, 2020.

MOREIRA, M. Â. L. et al. **PROMETHEE-SAPEVO-M1 a Hybrid Modeling Proposal: Multicriteria Evaluation of Drones for Use in Naval Warfare**. International Joint conference on Industrial Engineering and Operations Management. **Anais...Military Institute of Engineering (IME)**, Urca, RJ 22290-270, Brazil: Springer, 2020Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097128127&doi=10.1007%2F978-3-030-56920-4_31&partnerID=40&md5=7942c4f2d9cfee9521babeefb41e06f4>

MOREIRA, M. Â. 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, 27 abr. 2021.

NABEEH, N. A. et al. An Integrated Neutrosophic-TOPSIS Approach and Its Application to Personnel Selection: A New Trend in Brain Processing and Analysis. **IEEE Access**, v. 7, p. 29734–29744, 2019.

NEPOMUCENO, L. D. DE O.; COSTA, H. G. Analyzing perceptions about the influence of a master course over the professional skills of its alumni: A multicriteria approach. **Pesquisa Operacional**, v. 35, n. 1, p. 187–211, 2015.

PEREIRA, F. DE C.; COSTA, H. G.; PEREIRA, V. Patent filings versus articles published: A review of the literature in the context of Multicriteria Decision Aid. **World Patent Information**, v. 50, p. 17–26, 2017.

PESSÔA, L. A. M.; COSTA, H. G. **Multicriteria applied to Defence: a panorama of the scientific literature**. International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management- ABEPRO-ADINGOR-IISE-AIMASEM (IJCIEOM 2020). **Anais...2020**

PETROVIĆ, M. et al. Supporting performance appraisal in ELECTRE based stepwise benchmarking model. **Omega**, v. 78, p. 237–251, 2018.

RAJ MISHRA, A. et al. Multi-criteria it personnel selection on intuitionistic fuzzy information

measures and aras methodology. **Iranian Journal of Fuzzy Systems**, v. 17, n. 4, p. 55–68, 2020.

ROCHA, C.; DIAS, L. C. An algorithm for ordinal sorting based on ELECTRE with categories defined by examples. **Journal of Global Optimization**, v. 42, n. 2, p. 255–277, 2008.

ROUSSAT, N.; DUJET, C.; MÉHU, J. Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. **Waste Management**, v. 29, n. 1, p. 12–20, 2009.

ROUYENDEGH, B. D.; ERKAN, T. E. An application of the Fuzzy ELECTRE method for academic staff selection. **Human Factors and Ergonomics In Manufacturing**, v. 23, n. 2, p. 107–115, 2013.

ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples. **Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle**, v. 2, n. 8, p. 57–75, 1968.

ROY, B. ELECTRE III: Un algorithme de classements fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. 1978.

ROY, B.; BERTIER, B. Le methods ELECTRE II: Une methode de classement en presence de criteres multiples, note de travail no. 142. **Direction Scientifique, Groupe Metra**, 1971.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. **Aide multicritère à la décision: méthodes et cas**. [s.l.] Economica Paris, 1993.

ROY, B.; FIGUEIRA, J. R.; ALMEIDA-DIAS, J. Discriminating thresholds as a tool to cope with imperfect knowledge in multiple criteria decision aiding: Theoretical results and practical issues. **Omega**, v. 43, p. 9–20, 2014.

ROY, B.; JC, H. CLASSEMENT DES PROLONGEMENTS DE LIGNES DE METRO EN BANLIEUE PARISIENNE: PRESENTATION D'UNE METHODE MULTICRITERE ORIGINALE. 1982.

ROY, B.; SKALKA, J. M. ELECTRE IS: Aspects méthodologiques et guide d'utilisation. **Document du LAMSADE**, v. 30, p. 125, 1984.

SÁNCHEZ-LOZANO, J. M.; SALMERÓN-VERA, F. J.; ROS-CASAJÚS, C. Prioritization of cartagena coastal military batteries to transform them into scientific, tourist and cultural places of interest: A gis-mcdm approach. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 23, p. 1–16, 2020.

SÁNCHEZ-LOZANO, J. M.; SERNA, J.; DOLÓN-PAYÁN, A. 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. **Aerospace Science and Technology**, v. 42, p. 58–65, 2015.

SANG, X.; LIU, X.; QIN, J. An analytical solution to fuzzy TOPSIS and its application in personnel selection for knowledge-intensive enterprise. **Applied Soft Computing Journal**, v. 30, p. 190–204, 2015.

SANSEVERINO, A. M. **Metodologia para delineamento de estratégias e tomada de decisão para atuação no cargo técnico em assuntos educacionais**. [s.l.] Universidade Federal

Fluminense, 2020.

SANTOS, M. DOS et al. Simulation of Operation of an Integrated Information for Emergency Pre-Hospital Care in Rio de Janeiro Municipality. **Procedia Computer Science**, v. 55, p. 931–938, 2015.

SANTOS, M. DOS; COSTA, I. P. DE 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, 19 maio 2021.

ŞENOL, M. B. Evaluation and prioritization of technical and operational airworthiness factors for flight safety. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**, v. 92, n. 7, p. 1049–1061, 2020.

STARČEVIĆ, S. et al. Analytical hierarchy process method and data envelopment analysis application in terrain vehicle selection. **Transport**, v. 34, n. 5, p. 600–616, 2019.

SUHARYO, O. S.; MANFAAT, D.; ARMONO, H. D. Establishing the location of naval base using fuzzy MCDM and covering technique methods: A case study. **International Journal of Operations and Quantitative Management**, v. 23, n. 1, p. 61–87, 2017.

TENÓRIO, F. M. et al. Navy Warship Selection and Multicriteria Analysis: The THOR Method Supporting Decision Making. In: **International Joint conference on Industrial Engineering and Operations Management**. [s.l.] Springer, 2020. p. 27–39.

ULUTAŞ, A. et al. A new hybrid mcdm model for personnel selection based on a novel grey pipreca and grey OCRA methods. **Mathematics**, v. 8, n. 10, p. 1–14, 2020.

UROSEVIC, S. et al. An approach to personnel selection in the tourism industry based on the SWARA and the WASPAS methods. **Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research**, v. 51, n. 1, p. 75–88, 2017.

VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of operational research**, v. 169, n. 1, p. 1–29, 2006.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Manual for VOSviewer version 1.6. 8. **CWTS Meaningful Metrics**. Universiteit Leiden, 2018.

VAN HOAN, P.; HA, Y. ARAS-fucom approach for VPAF fighter aircraft selection. **Decision Science Letters**, v. 10, n. 1, p. 53–62, 2020.

WANG, J. et al. **Air combat effectiveness assessment of military aircraft using a fuzzy AHP and TOPSIS methodology**. School of Mechanical Engineering and Automation, Northeastern University, Shenyang, Liaoning Province, China: 2008Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-58049177313&doi=10.1109%2FASC-ICSC.2008.4675442&partnerID=40&md5=a7fafc8cde30d322fb4ed7a77ea9b4a4>>

WANG, K.; ZHENG, Y. J. A new particle swarm optimization algorithm for fuzzy optimization of armored vehicle scheme design. **Applied Intelligence**, v. 37, n. 4, p. 520–526, 2012.

WEIR, J. D.; HENDRIX, J.; GUTMAN, A. J. The triage method: Screening alternatives over time with multiobjective decision analysis. **International Journal of Multicriteria Decision Making**, v. 4, n. 4, p. 311–331, 2014.

ZHANG, C.; MA, C.-B.; XU, J.-D. **A new fuzzy MCDM method based on trapezoidal fuzzy AHP and hierarchical fuzzy integral**. (W. L., J. Y., Eds.) School of Aeronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, 710072, China: 2005Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-26944467567&partnerID=40&md5=42c5462050765996ac66dd621ccbf823>>

ZHANG, H. et al. Target threat assessment based on interval data fusion. **Journal of Computational Information Systems**, v. 8, n. 6, p. 2609–2616, 2012.

Tabela 31 - Valores de credibilidade para o procedimento bh.

Credibilidade	(OFi; bh)	Credibilidade	(bh; OFi)	Credibilidade	(OFi; bh)	Credibilidade	(bh; OFi)
$\sigma(\text{OF1};\text{bh2})$	1,00E-04	$\sigma(\text{bh2};\text{OF1})$	0,8047	$\sigma(\text{OF1};\text{bh1})$	0,6835	$\sigma(\text{bh1};\text{OF1})$	0,0069
$\sigma(\text{OF2};\text{bh2})$	0,0656	$\sigma(\text{bh2};\text{OF2})$	0,596	$\sigma(\text{OF2};\text{bh1})$	0,9057	$\sigma(\text{bh1};\text{OF2})$	0
$\sigma(\text{OF3};\text{bh2})$	0,0177	$\sigma(\text{bh2};\text{OF3})$	0,633	$\sigma(\text{OF3};\text{bh1})$	0,8923	$\sigma(\text{bh1};\text{OF3})$	0
$\sigma(\text{OF4};\text{bh2})$	0,0041	$\sigma(\text{bh2};\text{OF4})$	0,596	$\sigma(\text{OF4};\text{bh1})$	0,8485	$\sigma(\text{bh1};\text{OF4})$	0
$\sigma(\text{OF5};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF5})$	0,835	$\sigma(\text{OF5};\text{bh1})$	0,6364	$\sigma(\text{bh1};\text{OF5})$	0,0011
$\sigma(\text{OF6};\text{bh2})$	0,0026	$\sigma(\text{bh2};\text{OF6})$	0,7239	$\sigma(\text{OF6};\text{bh1})$	0,8114	$\sigma(\text{bh1};\text{OF6})$	0
$\sigma(\text{OF7};\text{bh2})$	9,00E-04	$\sigma(\text{bh2};\text{OF7})$	0,8283	$\sigma(\text{OF7};\text{bh1})$	0,7845	$\sigma(\text{bh1};\text{OF7})$	7,00E-04
$\sigma(\text{OF8};\text{bh2})$	0,0202	$\sigma(\text{bh2};\text{OF8})$	0,5253	$\sigma(\text{OF8};\text{bh1})$	0,8956	$\sigma(\text{bh1};\text{OF8})$	0
$\sigma(\text{OF9};\text{bh2})$	0,0068	$\sigma(\text{bh2};\text{OF9})$	0,6599	$\sigma(\text{OF9};\text{bh1})$	0,7475	$\sigma(\text{bh1};\text{OF9})$	0
$\sigma(\text{OF10};\text{bh2})$	1,00E-04	$\sigma(\text{bh2};\text{OF10})$	0,7778	$\sigma(\text{OF10};\text{bh1})$	0,6936	$\sigma(\text{bh1};\text{OF10})$	0,0047
$\sigma(\text{OF11};\text{bh2})$	0,0037	$\sigma(\text{bh2};\text{OF11})$	0,6835	$\sigma(\text{OF11};\text{bh1})$	0,8316	$\sigma(\text{bh1};\text{OF11})$	0
$\sigma(\text{OF12};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF12})$	0,798	$\sigma(\text{OF12};\text{bh1})$	0,6768	$\sigma(\text{bh1};\text{OF12})$	0,0098
$\sigma(\text{OF13};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF13})$	0,771	$\sigma(\text{OF13};\text{bh1})$	0,6431	$\sigma(\text{bh1};\text{OF13})$	0,0078
$\sigma(\text{OF14};\text{bh2})$	0,0164	$\sigma(\text{bh2};\text{OF14})$	0,6094	$\sigma(\text{OF14};\text{bh1})$	0,8687	$\sigma(\text{bh1};\text{OF14})$	0
$\sigma(\text{OF15};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF15})$	0,798	$\sigma(\text{OF15};\text{bh1})$	0,7306	$\sigma(\text{bh1};\text{OF15})$	0,0016
$\sigma(\text{OF16};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF16})$	0,8013	$\sigma(\text{OF16};\text{bh1})$	0,6936	$\sigma(\text{bh1};\text{OF16})$	0,0163
$\sigma(\text{OF17};\text{bh2})$	1,00E-04	$\sigma(\text{bh2};\text{OF17})$	0,6801	$\sigma(\text{OF17};\text{bh1})$	0,7845	$\sigma(\text{bh1};\text{OF17})$	0
$\sigma(\text{OF18};\text{bh2})$	5,00E-04	$\sigma(\text{bh2};\text{OF18})$	0,7609	$\sigma(\text{OF18};\text{bh1})$	0,6734	$\sigma(\text{bh1};\text{OF18})$	0,0375
$\sigma(\text{OF19};\text{bh2})$	0,0016	$\sigma(\text{bh2};\text{OF19})$	0,7407	$\sigma(\text{OF19};\text{bh1})$	0,8148	$\sigma(\text{bh1};\text{OF19})$	0
$\sigma(\text{OF20};\text{bh2})$	2,00E-04	$\sigma(\text{bh2};\text{OF20})$	0,6801	$\sigma(\text{OF20};\text{bh1})$	0,6667	$\sigma(\text{bh1};\text{OF20})$	5,00E-04
$\sigma(\text{OF21};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF21})$	0,771	$\sigma(\text{OF21};\text{bh1})$	0,7104	$\sigma(\text{bh1};\text{OF21})$	6,00E-04
$\sigma(\text{OF22};\text{bh2})$	0,0046	$\sigma(\text{bh2};\text{OF22})$	0,771	$\sigma(\text{OF22};\text{bh1})$	0,6633	$\sigma(\text{bh1};\text{OF22})$	0,0626
$\sigma(\text{OF23};\text{bh2})$	0,0019	$\sigma(\text{bh2};\text{OF23})$	0,6195	$\sigma(\text{OF23};\text{bh1})$	0,7172	$\sigma(\text{bh1};\text{OF23})$	0
$\sigma(\text{OF24};\text{bh2})$	0,125	$\sigma(\text{bh2};\text{OF24})$	0,5623	$\sigma(\text{OF24};\text{bh1})$	0,835	$\sigma(\text{bh1};\text{OF24})$	0
$\sigma(\text{OF25};\text{bh2})$	0,0055	$\sigma(\text{bh2};\text{OF25})$	0,5825	$\sigma(\text{OF25};\text{bh1})$	0,8182	$\sigma(\text{bh1};\text{OF25})$	0
$\sigma(\text{OF26};\text{bh2})$	0,0061	$\sigma(\text{bh2};\text{OF26})$	0,7138	$\sigma(\text{OF26};\text{bh1})$	0,7609	$\sigma(\text{bh1};\text{OF26})$	6,00E-04
$\sigma(\text{OF27};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF27})$	0,7643	$\sigma(\text{OF27};\text{bh1})$	0,6633	$\sigma(\text{bh1};\text{OF27})$	0,0011
$\sigma(\text{OF28};\text{bh2})$	0,0252	$\sigma(\text{bh2};\text{OF28})$	0,6667	$\sigma(\text{OF28};\text{bh1})$	0,8586	$\sigma(\text{bh1};\text{OF28})$	0
$\sigma(\text{OF29};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF29})$	0,7845	$\sigma(\text{OF29};\text{bh1})$	0,6263	$\sigma(\text{bh1};\text{OF29})$	0,026
$\sigma(\text{OF30};\text{bh2})$	0	$\sigma(\text{bh2};\text{OF30})$	0,8788	$\sigma(\text{OF30};\text{bh1})$	0,7037	$\sigma(\text{bh1};\text{OF30})$	0,0103

Tabela 36 - Valores de credibilidade para o procedimento bn.

Credibilidade	(OFi;bn)	Credibilidade	(bn;OFi)	Credibilidade	(OFi;bn)	Credibilidade	(bn;OFi)
$\sigma(\text{OF1};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF1})$	0,8316	$\sigma(\text{OF1};\text{bn1})$	0,8148	$\sigma(\text{bn1};\text{OF1})$	0
$\sigma(\text{OF2};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF2})$	0,5387	$\sigma(\text{OF2};\text{bn1})$	0,9192	$\sigma(\text{bn1};\text{OF2})$	0
$\sigma(\text{OF3};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF3})$	0,6869	$\sigma(\text{OF3};\text{bn1})$	0,9293	$\sigma(\text{bn1};\text{OF3})$	0
$\sigma(\text{OF4};\text{bn2})$	0,0019	$\sigma(\text{bn2};\text{OF4})$	0,6667	$\sigma(\text{OF4};\text{bn1})$	0,899	$\sigma(\text{bn1};\text{OF4})$	0
$\sigma(\text{OF5};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF5})$	0,771	$\sigma(\text{OF5};\text{bn1})$	0,7172	$\sigma(\text{bn1};\text{OF5})$	0
$\sigma(\text{OF6};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF6})$	0,734	$\sigma(\text{OF6};\text{bn1})$	0,8586	$\sigma(\text{bn1};\text{OF6})$	0
$\sigma(\text{OF7};\text{bn2})$	4,00E-04	$\sigma(\text{bn2};\text{OF7})$	0,8316	$\sigma(\text{OF7};\text{bn1})$	0,8182	$\sigma(\text{bn1};\text{OF7})$	0
$\sigma(\text{OF8};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF8})$	0,5387	$\sigma(\text{OF8};\text{bn1})$	0,9293	$\sigma(\text{bn1};\text{OF8})$	0
$\sigma(\text{OF9};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF9})$	0,7071	$\sigma(\text{OF9};\text{bn1})$	0,8586	$\sigma(\text{bn1};\text{OF9})$	0
$\sigma(\text{OF10};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF10})$	0,7879	$\sigma(\text{OF10};\text{bn1})$	0,8215	$\sigma(\text{bn1};\text{OF10})$	0
$\sigma(\text{OF11};\text{bn2})$	0,0073	$\sigma(\text{bn2};\text{OF11})$	0,7104	$\sigma(\text{OF11};\text{bn1})$	0,9091	$\sigma(\text{bn1};\text{OF11})$	0
$\sigma(\text{OF12};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF12})$	0,8013	$\sigma(\text{OF12};\text{bn1})$	0,7879	$\sigma(\text{bn1};\text{OF12})$	0
$\sigma(\text{OF13};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF13})$	0,8182	$\sigma(\text{OF13};\text{bn1})$	0,7845	$\sigma(\text{bn1};\text{OF13})$	0
$\sigma(\text{OF14};\text{bn2})$	0,0039	$\sigma(\text{bn2};\text{OF14})$	0,6599	$\sigma(\text{OF14};\text{bn1})$	0,899	$\sigma(\text{bn1};\text{OF14})$	0
$\sigma(\text{OF15};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF15})$	0,8721	$\sigma(\text{OF15};\text{bn1})$	0,8451	$\sigma(\text{bn1};\text{OF15})$	0
$\sigma(\text{OF16};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF16})$	0,7845	$\sigma(\text{OF16};\text{bn1})$	0,7609	$\sigma(\text{bn1};\text{OF16})$	5,00E-04
$\sigma(\text{OF17};\text{bn2})$	3,00E-04	$\sigma(\text{bn2};\text{OF17})$	0,6465	$\sigma(\text{OF17};\text{bn1})$	0,8081	$\sigma(\text{bn1};\text{OF17})$	0
$\sigma(\text{OF18};\text{bn2})$	0,0018	$\sigma(\text{bn2};\text{OF18})$	0,7811	$\sigma(\text{OF18};\text{bn1})$	0,7138	$\sigma(\text{bn1};\text{OF18})$	0
$\sigma(\text{OF19};\text{bn2})$	1,00E-04	$\sigma(\text{bn2};\text{OF19})$	0,6801	$\sigma(\text{OF19};\text{bn1})$	0,899	$\sigma(\text{bn1};\text{OF19})$	0
$\sigma(\text{OF20};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF20})$	0,7374	$\sigma(\text{OF20};\text{bn1})$	0,8485	$\sigma(\text{bn1};\text{OF20})$	0
$\sigma(\text{OF21};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF21})$	0,8384	$\sigma(\text{OF21};\text{bn1})$	0,835	$\sigma(\text{bn1};\text{OF21})$	0
$\sigma(\text{OF22};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF22})$	0,8249	$\sigma(\text{OF22};\text{bn1})$	0,7643	$\sigma(\text{bn1};\text{OF22})$	0
$\sigma(\text{OF23};\text{bn2})$	0,002	$\sigma(\text{bn2};\text{OF23})$	0,7273	$\sigma(\text{OF23};\text{bn1})$	0,8653	$\sigma(\text{bn1};\text{OF23})$	0
$\sigma(\text{OF24};\text{bn2})$	0,1382	$\sigma(\text{bn2};\text{OF24})$	0,633	$\sigma(\text{OF24};\text{bn1})$	0,899	$\sigma(\text{bn1};\text{OF24})$	0
$\sigma(\text{OF25};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF25})$	0,5286	$\sigma(\text{OF25};\text{bn1})$	0,9192	$\sigma(\text{bn1};\text{OF25})$	0
$\sigma(\text{OF26};\text{bn2})$	0,0017	$\sigma(\text{bn2};\text{OF26})$	0,7609	$\sigma(\text{OF26};\text{bn1})$	0,8889	$\sigma(\text{bn1};\text{OF26})$	0
$\sigma(\text{OF27};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF27})$	0,7138	$\sigma(\text{OF27};\text{bn1})$	0,7306	$\sigma(\text{bn1};\text{OF27})$	1,00E-04
$\sigma(\text{OF28};\text{bn2})$	0,0932	$\sigma(\text{bn2};\text{OF28})$	0,7441	$\sigma(\text{OF28};\text{bn1})$	0,9495	$\sigma(\text{bn1};\text{OF28})$	0
$\sigma(\text{OF29};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF29})$	0,8081	$\sigma(\text{OF29};\text{bn1})$	0,7273	$\sigma(\text{bn1};\text{OF29})$	0
$\sigma(\text{OF30};\text{bn2})$	0	$\sigma(\text{bn2};\text{OF30})$	0,9327	$\sigma(\text{OF30};\text{bn1})$	0,8687	$\sigma(\text{bn1};\text{OF30})$	0

APÊNDICE B – Contribuições para a pesquisa

- Artigos publicados indexados na base Journal Citation Report (JCR):
 1. Publicação do artigo " Strategic Study for Managing the Portfolio of IT Courses Offered by a Corporate Training Company: An Approach in the Light of the ELECTRE-MOr Multicriteria Hybrid Method", no periódico *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 2021;
 2. Publicação do artigo "Choosing flying hospitals in the fight against the COVID-19 pandemic: structuring and modeling a complex problem using the VFT and ELECTRE-MOr methods", no periódico *IEEE Latin America Transactions*, 2021;
 3. Publicação do artigo "Choosing a hospital assistance ship to fight the covid-19 pandemic", na *Revista de Saúde Pública*, 2020;
 4. Publicação do artigo "PROMETHEE-SAPEVO-M1 a Hybrid Approach Based on Ordinal and Cardinal Inputs: Multi-Criteria Evaluation of Helicopters to Support Brazilian Navy Operations", no periódico *Algorithms*, 2021;
 5. Publicação do artigo "Multiple Criteria Decision Making and prospective scenarios model for the selection of companies to be incubated", no periódico *Algorithms*, 2021.

- Artigos publicados indexados na base Scopus:
 6. Publicação do artigo "Multicriteria decision-making in the selection of warships: a new approach to the AHP method", no periódico *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 2021;
 7. Publicação do artigo "multi-criteria analysis applied to aircraft selection by Brazilian Navy", no periódico *Production*, 2021;
 8. Publicação do artigo "Strategic support for the distribution of vaccines against Covid-19 to Brazilian remote areas: A multicriteria approach in the light of the ELECTRE-MOr method", no periódico *Procedia Computer Science*, 2021;
 9. Publicação do artigo "Prospective scenarios applied in course portfolio management: An approach in light of the Momentum and ELECTRE-MOr methods", no periódico *Procedia Computer Science*, 2021;

10. Publicação do artigo "A multicriteria decision-making approach to classify military bases for the Brazilian Navy", no periódico *Procedia Computer Science*, 2021;
11. Publicação do artigo "Evaluation of drones for public security: a multicriteria approach by the PROMETHEE-SAPEVO-M1 systematic", no periódico *Procedia Computer Science*, 2021;
12. Publicação do artigo "Strategy Analysis for project portfolio evaluation in a technology consulting company by the hybrid method THOR", no periódico *Procedia Computer Science*, 2021;
13. Publicação do artigo "Sensitivity Analysis by the PROMETHEE-GAIA method: Algorithms evaluation for COVID-19 prediction", no periódico *Procedia Computer Science*, 2021;
14. Publicação do artigo "Strategy study to prioritize marketing criteria: an approach in the light of the DEMATEL method", no periódico *Procedia Computer Science*, 2021;
15. Publicação do artigo "Study of the Location of a Second Fleet for the Brazilian Navy: Structuring and Mathematical Modeling Using SAPEVO-M and VIKOR Methods", como capítulo do livro *Communications in Computer and Information Science*, da editora Springer, 2021;
16. Publicação do artigo "Multicriteria Analysis in Additive Manufacturing: An ELECTRE-MOr Based Approach", como capítulo do livro *Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems*, da editora IOS Press Ebooks, 2021.
17. Publicação do artigo "The SAPEVO-M-NC Method", como capítulo do livro *Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems*, da editora IOS Press Ebooks, 2021.
18. Publicação do artigo "Strategic Analysis for the Installation of Field Hospitals for COVID-19 Control: An Approach Based on P-Median Model", como capítulo do livro *Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems*, da editora IOS Press Ebooks, 2021.
19. Publicação do artigo "Ordering of Warships for the Brazilian Navy Using the New Method: AHP-Gaussian with Pearson's Correlation", como capítulo do livro

Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems, da editora IOS Press Ebooks, 2021.

20. Publicação do artigo "Bibliometric Studies on Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Applied in Personnel Selection", como capítulo do livro Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems, da editora IOS Press Ebooks, 2021.
21. Publicação do artigo "Investments in Times of Pandemics: An Approach by the SAPEVO-M-NC Method", como capítulo do livro Modern Management based on Big Data II and Machine Learning and Intelligent Systems, da editora IOS Press Ebooks, 2021.

- Trabalhos publicados em congressos internacionais:

22. Publicação do artigo "Proposal and application of new multicriteria hybrid model – ELECTRE-MOr: a contribution with the Brazilian Navy in the acquisition of speedboats to combat COVID-19", no simpósio INnovations for Systems Information and Decision Meeting - INSID, 2020.
23. Publicação do artigo "Finance in times of crisis: Application of the SAPEVO-M method for composing investment portfolios", no simpósio INnovations for Systems Information and Decision Meeting - INSID, 2020.
24. Publicação do artigo "Application of the AHP-TOPSIS-2N hybrid method for selection of an attack helicopter to be acquired by the Brazilian Navy", no simpósio INnovations for Systems Information and Decision Meeting - INSID, 2020.
25. Publicação do artigo "Brazilian Navy ships in the fight against COVID-19 pandemic: Structuring and modeling a complex problem using the THOR 2 Multicriteria method", no simpósio INnovations for Systems Information and Decision Meeting - INSID, 2020.
26. Publicação do artigo "Study of the location of a second fleet for the Brazilian Navy: Structuring and mathematical modeling using SAPEVO-M and VIKOR methods", no simpósio INnovations for Systems Information and Decision Meeting - INSID, 2020.

27. Publicação do artigo "Operational Research as a Tool for the Selection of Mortality Tables: The Actuarial Problem of the Brazilian Armed Forces", no evento International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2020.
28. Publicação do artigo "Bibliometric Studies on Prospective Scenarios and Multicriteria Decision Aid", no evento International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2020.
29. Publicação do artigo "Processing time reduction of actuarial calculus of the Armed Forces: an application of Parallel Computing", no evento International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2020.
30. Publicação do artigo "Efficiency analysis and cavitation prediction: Choice of the most suitable propeller for a Brazilian Navy ship", no evento International Conference of Production Research, ICPR - Americas, 2020.
31. Publicação do artigo "Hospital aircraft in the fight against the coronavirus pandemic: structuring and modeling a complex problem using AHP and VFT methods", no evento International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, 2020.
32. Publicação do artigo "Analysis of the technical and economic feasibility of using electric propulsion in Brazilian Navy passenger transport vessels: an approach of AHP method", no evento International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, 2020.
33. Publicação do artigo "Application of the AHP-TOPSIS-2N hybrid method for selection of an attack helicopter to be acquired by the Brazilian Navy", no evento *International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, 2020.
34. Publicação do resumo "Technical and economic feasibility study for the implementation of electric propulsion in passenger transport vessels of the Brazilian Navy", no evento The 27th International Sustainable Development Research Society Conference, 2021.
35. Publicação do resumo "Selection of renewable energy source for Brazilian Navy's organizations through the AHP-TOPSIS-2N multicriteria method", no evento The 27th International Sustainable Development Research Society Conference, 2021.

36. Publicação do resumo "Selection of renewable energy source for Brazilian Navy's organizations through the AHP-TOPSIS-2N multicriteria method", no evento The 27th International Sustainable Development Research Society Conference, 2021.
37. Publicação do resumo "Finance in times of crisis: Application of the ELECTRE-MOr method for composing investment portfolios", no evento 31st European Conference on Operational Research (EURO), 2021.
38. Publicação do resumo "Edafoclimatic and economic evaluation of regions for african mahogany planting in Brazil - analysis by a new ordinal method", no evento 31st European Conference on Operational Research (EURO), 2021.
39. Publicação do resumo expandido "Avaliação edafoclimática e econômica de regiões para o plantio de mogno africano: uma abordagem à luz do método ELECTRE-MOr", no *Congreso Internacional XXXIII ENDIO - XXXI EPIO - RED-M IX Virtual*, 2020.
40. Publicação do resumo expandido "Desenvolvimento axiomático e implementação computacional do método híbrido ELECTRE-MOr: apoiando à decisão da Marinha do Brasil na aquisição de lanchas no combate à Covid-19", no *Congreso Internacional XXXIII ENDIO - XXXI EPIO - RED-M IX Virtual*, 2020.
41. Publicação do resumo expandido "Aplicação do método ELECTRE-MOr na tomada de decisão sobre a retomada econômica no município de Nilópolis durante a pandemia de Covid-19", no *Congreso Internacional XXXIII ENDIO - XXXI EPIO - RED-M IX Virtual*, 2020.
42. Publicação do resumo expandido "Avaliação de autoclaves para a pesquisa da vacina contra o Covid-19 na FIOCRUZ a partir do método multicritério ELECTRE-MOr", no *Congreso Internacional XXXIII ENDIO - XXXI EPIO - RED-M IX Virtual*, 2020.
43. Publicação do resumo expandido "Aplicação do método ELECTRE-MOr na manufatura aditiva: classificação de impressora 3D do tipo Fused Deposition Modeling (FDM)", no *Congreso Internacional XXXIII ENDIO - XXXI EPIO - RED-M IX Virtual*, 2020.

- Artigos publicados em congressos nacionais:
44. Publicação do artigo " Estudo bibliométrico sobre métodos de Apoio Multicritério à Decisão aplicados em problemas militares", no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2021.
 45. Publicação do artigo " Estudo para apoio da alta Administração Naval com o direcionamento na Descentralização do Poder Naval: Estruturação e modelagem matemática à luz do método híbrido ELECTRE-MOr", no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2021.
 46. Publicação do artigo "Apoio humanitário ao combate à pandemia de COVID-19 no estado do Amazonas: uma abordagem multicritério para escolha de navio de assistência hospitalar da Marinha do Brasil mais adequado a ser empregado", no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2020.
 47. Publicação do artigo "Apoio humanitário ao combate à pandemia de COVID-19 no estado do Amazonas: uma abordagem multicritério para escolha de navio de assistência hospitalar da Marinha do Brasil mais adequado a ser empregado", no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2020.
 48. Publicação do artigo "Análise da viabilidade técnica e econômica de implantar a propulsão elétrica em embarcações de transporte de passageiros da Marinha do Brasil: uma abordagem à luz do método AHP", no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2020.
 49. Publicação do artigo "Pesquisa Operacional como ferramenta para seleção de tábuas de mortalidade: o problema atuarial das Forças Armadas brasileiras", no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2020.
 50. Publicação do artigo "Desenvolvimento axiomático e implementação computacional do método híbrido ELECTRE-MOr: escolha de avião-hospital no apoio ao combate à COVID-19", no 15º Congresso Brasileiro de Sistemas - CBS, 2020.
 51. Publicação do artigo "Análise da viabilidade técnica e econômica de regiões para o plantio do mogno africano: uma abordagem à luz do método SAPEVO-M", no 15º Congresso Brasileiro de Sistemas - CBS, 2020.

52. Publicação do artigo "Investimentos em tempos de pandemia: uma abordagem pelos métodos MOMENTUM e SAPEVO-M-NC", no XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2021.
 53. Publicação do artigo "Análise multicritério para seleção de portfólio de projetos em uma empresa de desenvolvimento de *software*: Uma abordagem à luz do método MELCHIOR", no XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2021.
 54. Publicação do artigo "Estudo estratégico para o gerenciamento de cursos ofertados por uma empresa de treinamentos corporativos: uma abordagem à luz dos métodos ELECTRE-MOr e SAPEVO-M-NC", no XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2021.
 55. Publicação do artigo "Uma revisão sistemática dos métodos multicritério ordinais", no XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2021.
 56. Publicação do artigo "Composição de Portfólio de Investimentos: Uma Abordagem Multicritério Aplicada à Econometria", no XLIV Encontro da ANPAD, 2020.
 57. Publicação do artigo "Aquisição de um helicóptero de ataque para o Corpo de Fuzileiros Navais: um olhar sob a perspectiva do método AHP-TOPSIS-2N", no XXVII Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), 2020.
 58. Publicação do artigo "Resfriamento do ar de admissão em turbinas a gás: uma análise matemática sobre a eficiência da propulsão de navios da Marinha do Brasil", no XXVII Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), 2020.
 59. Publicação do artigo "Ordenação de *softwares* ERP a partir do método multicritério THOR: estudo de caso de uma empresa de materiais de construção", no XXIII Seminários em Administração (SEMEAD), 2020.
- Registro de *software*:
60. Desenvolvimento de ferramenta computacional web implementando o método ELECTRE-MOr (<http://electremor.com/>), inscrito sob registro INPI: BR512021001100-7.

- Aulas ministradas relacionadas ao método ELECTRE-MOr:
 61. Aula sobre o método ELECTRE I na disciplina “Desenvolvimento de Plataformas Computacionais de Apoio à Tomada de Decisões” para os alunos do mestrado em Sistemas e Computação do IME.
 62. Aula sobre o método ELECTRE-MOr na disciplina “Desenvolvimento de Plataformas Computacionais de Apoio à Tomada de Decisões” para os alunos do mestrado em Sistemas e Computação do IME.
 63. Aula sobre o método ELECTRE-MOr no Programa Acadêmico de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) em Engenharia de Produção da UFF.
 64. Aula intitulada “ELECTRE-MOr Web Software Tutorial: learn by getting your hands on!” na Casa da Pesquisa Operacional (CPO).