LVI SBPO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
DE 04 ATÉ 07 NOVEMBRO 2024
FORTALEZA | CEARÁ

Metodologia de seleção de navios de guerra na era moderna: uma avaliação sistemática a partir dos métodos MEREC e MAIRCA

Arthur Pinheiro de Araújo Costa
Instituto Militar de Engenharia
Praça Gen. Tibúrcio, 80 - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-270
arthurcosta.araujo@ime.eb.br

Daniel Augusto de Moura Pereira
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
Rua Luiz Grande, S/N, Frei Damião, Sumé, Paraíba - PB
danielmoura@ufcg.edu.br

Gabriel Pereira de Oliveira Capela
2° Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais
Estrado do Quilombo s/n°, Rio de Janeiro-RJ
gabrielcapela02@gmail.com

Marcos dos Santos
Instituto Militar de Engenharia
Praça Gen. Tibúrcio, 80 - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-270
marcosdossantos@ime.eb.br

Guilherme Nascimento Araújo
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
Rua Luiz Grande, S/N, Frei Damião, Sumé, Paraíba - PB
guilherme.nascimento@estudante.ufcg.edu.br

Bruno Pereira Diniz
UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
Rua Luiz Grande, S/N, Frei Damião, Sumé, Paraíba - PB
brunopereiradiniz046@gmail.com

RESUMO

A escolha de um navio de guerra é essencial para a manutenção da soberania, poder de dissuasão e segurança nacional de um país. Neste sentido, o objetivo deste artigo é selecionar um navio de guerra moderno, baseado nos Métodos de Análise de Decisão Multicritério MEREC e MAIRCA, com base em seis critérios operacionais, estratégicos e logísticos. Foram avaliados sete navios de guerra, entre os melhores do mundo, com base em seis critérios. O MEREC foi utilizado para cálculo dos pesos dos critérios e o MAIRCA para ranqueamento das alternativas. Após a modelagem, o resultado indicou o Sejong the Great como o mais favorável. Após o resultado, de maneira complementar ao estudo, realizou-se uma análise de sensibilidade a partir dos Métodos THOR2, TOPSIS e SPOTIS. Nesta análise complementar, o resultado indicou que em três, dos quatro Métodos aqui estudados, a alternativa mais favorável foi o Sejong the Great, e que o Meko A foi a alternativa menos favorável em todos os cenários avaliados.

PALAVRAS-CHAVE. Apoio Multicritério à Decisão, MEREC, MAIRCA, Navio de Guerra, Marinha.
Tópicos. [1°] 25. SE- Poder Marítimo, Defesa e Pesquisa Operacional; [2°] 6.D&SP – PO em Defesa e Segurança Pública.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

ABSTRACT

The choice of a warship is essential for maintaining a country's sovereignty, deterrent power and national security. In this sense, the objective of this article is to select a modern warship, based on the MEREC and MAIRCA Multi-Criteria Decision Analysis Methods, based on six operational, strategic and logistical criteria. Seven warships were evaluated, among the best in the world, based on six criteria. MEREC was used to calculate the weights of the criteria and MAIRCA to rank the alternatives. After modeling, the result indicated Sejong the Great as the most favorable. After the result, in a complementary way to the study, a sensitivity analysis was carried out using the THOR2, TOPSIS and SPOTIS Methods. In this complementary analysis, the result indicated that in three of the four Methods studied here, the most favorable alternative was Sejong the Great, and that Meko A was the least favorable alternative in all scenarios evaluated.

KEYWORDS. Multicriteria Decision Analysis, MEREC, MAIRCA, Warship, Navy.
Paper topics: [1°] 25. SE- Maritime Power, Defense and Operational Research; [2°] 6.D&SP – OR in Defense and Public Security.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

1. Introdução

A seleção de um navio de guerra é uma decisão crucial para qualquer país com interesses marítimos, pois reflete diretamente as suas capacidades de defesa, projeção de poder e segurança nacional. Este processo envolve uma análise minuciosa das necessidades estratégicas, orçamentárias e tecnológicas, levando em consideração diversos fatores, como capacidade de combate, alcance operacional, capacidade de sobrevivência em combate, interoperabilidade com outras unidades navais e navais, o que caracteriza o problema de escolha como sendo de múltiplos critérios e alternativas, abrindo espaço para a adoção de Métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) para modelagem e resolução do problema.

O alcance multidisciplinar do AMD abrange áreas como ciências sociais, saúde e engenharia, militar, entre outras, facilitando a identificação de soluções ótimas em cenários com múltiplas opções [Le *et al.*, 2022; Nguyen *et al.*, 2022]. Tais metodologias são fundamentais na organização dos processos de tomada de decisão, avaliando diversos fatores tanto no nível operacional quanto estratégico, conforme evidenciado por inúmeros estudos [Drumond *et al.*, 2021; Nascimento Maêda, do *et al.*, 2021].

Além disso, a escolha de um navio de guerra pode influenciar as relações diplomáticas e geopolíticas de um país, demonstrando o seu compromisso em manter a paz e a estabilidade regional, ou a sua capacidade para dissuadir potenciais ameaças. Portanto, a seleção de um navio de guerra não é apenas uma questão militar, mas também política e estratégica, com implicações a longo prazo para a segurança e o prestígio nacionais. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é selecionar um navio de guerra moderno, baseado nos Métodos de Análise de Decisão Multicritério MEREC e MAIRCA.

2. Referencial Teórico

2.1 Método MEREC

O método MEREC, introduzido por Keshavarz-Ghorabaee et al. [2021], determina a importância de cada critério, analisando seu impacto de eliminação no desempenho global das alternativas. Essa abordagem utiliza um procedimento computacional especializado que se baseia exclusivamente no conjunto de dados inicial ou na matriz de decisão. Um dos benefícios críticos do MEREC é a sua capacidade de determinar os pesos dos critérios independentemente de quaisquer julgamentos ou avaliações dos decisores, necessitando apenas da informação contida na matriz de decisão para os seus cálculos. A metodologia por trás do MEREC é dividida em seis etapas distintas [Keshavarz-Ghorabaee *et al.*, 2021]:

I. Estabelecimento da Matriz de Decisão, expressando a pontuação de cada alternativa sobre cada critério analisado;
II. Determinação da Matriz de Decisão Normalizada. Os elementos da matriz normalizada são denotados por n_{ij}^{x}. Abaixo, a primeira linha indica o conjunto de critérios benéficos, e a segunda linha representa o conjunto de critérios não benéficos;

$$n_{ij}^{x} = \begin{cases} \dfrac{\min\limits_{k} x_{kj}}{x_{ij}}, & for\ beneficial\ criteria \\ \dfrac{x_{ij}}{\max\limits_{k} x_{kj}}, & non-beneficial\ criteria \end{cases} \quad (1)$$

III. Determinação do desempenho global das alternativas (Si):

$$S_i = ln\left(1 + \left(\frac{1}{m}\sum_{j}\left|ln\left(n_{ij}^{x}\right)\right|\right)\right) \quad (2)$$

IV. Execução das alternativas, retirando cada critério (S´ij):

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

$$S'_{ij} = ln\left(1 + \left(\frac{1}{m}\sum_{k,k\neq j}\left|ln\left(n_{ij}^{x}\right)\right|\right)\right) \quad (3)$$

V. Cálculo do efeito da eliminação de cada critério através do resultado da diferença do módulo de soma entre as Equações (3) e (2) (*Ej*):

$$E_j = \sum_i \left|S'_{ij} - S_i\right| \quad (4)$$

VI. Cálculo do peso dos critérios (*ωj*):

$$\omega_j = \frac{E_j}{\Sigma_k E_k} \quad (5)$$

2.2 Método MAIRCA

Este método envolve o cálculo da soma das disparidades entre todos os critérios para determinar o desvio cumulativo para cada opção potencial. A classificação dessas alternativas é determinada após o processo, com a escolha ótima exibindo o valor de gap mínimo. É importante notar que os pesos dos critérios devem ser estabelecidos antes da aplicação do método MAIRCA. Esse procedimento se desdobra através de uma sequência de seis passos, conforme documentado por Gigović et al. [2016]:

I. Estabelecimento da Matriz de Decisão;

II. Definição de preferências para a escolha de alternativas de *IAP*;

$$P_{A_i} = \frac{1}{m};\ \sum_{i=1}^{m} P_{A_i} = 1, i = 1, 2, \ldots, m \quad (6)$$

III. Determinação da Matriz de Decisão Teórica (*Tp*):

$$T_p = \begin{matrix} & w_1 & w_2 \cdots & w_n \\ P_{A_i} & \end{matrix}\begin{bmatrix} t_{p1} & t_{p2} \cdots & t_{pn} \end{bmatrix} = \begin{matrix} & w_1 & w_2 \cdots & w_n \\ P_{A_i} & \end{matrix}\begin{bmatrix} P_{A_i}.w_1 & P_{A_i}.w_2 \cdots & P_{A_i}.w_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

IV. Determinação da Matriz de Decisão Real (*Tr*). A primeira linha de (8) é usada para os critérios benéficos, enquanto a segunda é para os critérios não benéficos. Para o cálculo da matriz *Tr*, são utilizados valores da matriz *Tp*:

$$t_{r_{ij}} = \begin{cases} t_{pij}.\left(\dfrac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_i^{\max} - x_j^{\min}}\right), & for\ beneficial\ criteria \\ t_{pij}.\left(\dfrac{x_{ij} - x_j^{\max}}{x_j^{\min} - x_j^{\max}}\right), & for\ non-beneficial\ criteria \end{cases} \quad (8)$$

V. Determinação da Matriz de Decisão de Lacunas (G). A diferença entre Tp e Tr calcula G:

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \cdots & g_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{p11} - t_{r11} & t_{p12} - t_{r12} & \cdots & t_{p1n} - t_{r1n} \\ t_{p21} - t_{r21} & t_{p21} - t_{r21} & \cdots & t_{p2n} - t_{r2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ t_{pm1} - t_{rm1} & t_{pm2} - t_{rm2} & \cdots & t_{pmn} - t_{rmn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

VI. Classificação de alternativas (Qi). Finalmente, as alternativas são classificadas de acordo com a soma dos valores de (9). G deve ter valores que tendem a zero, já que a alternativa com menor diferença entre *Tp* e *Tr* é a escolhida:

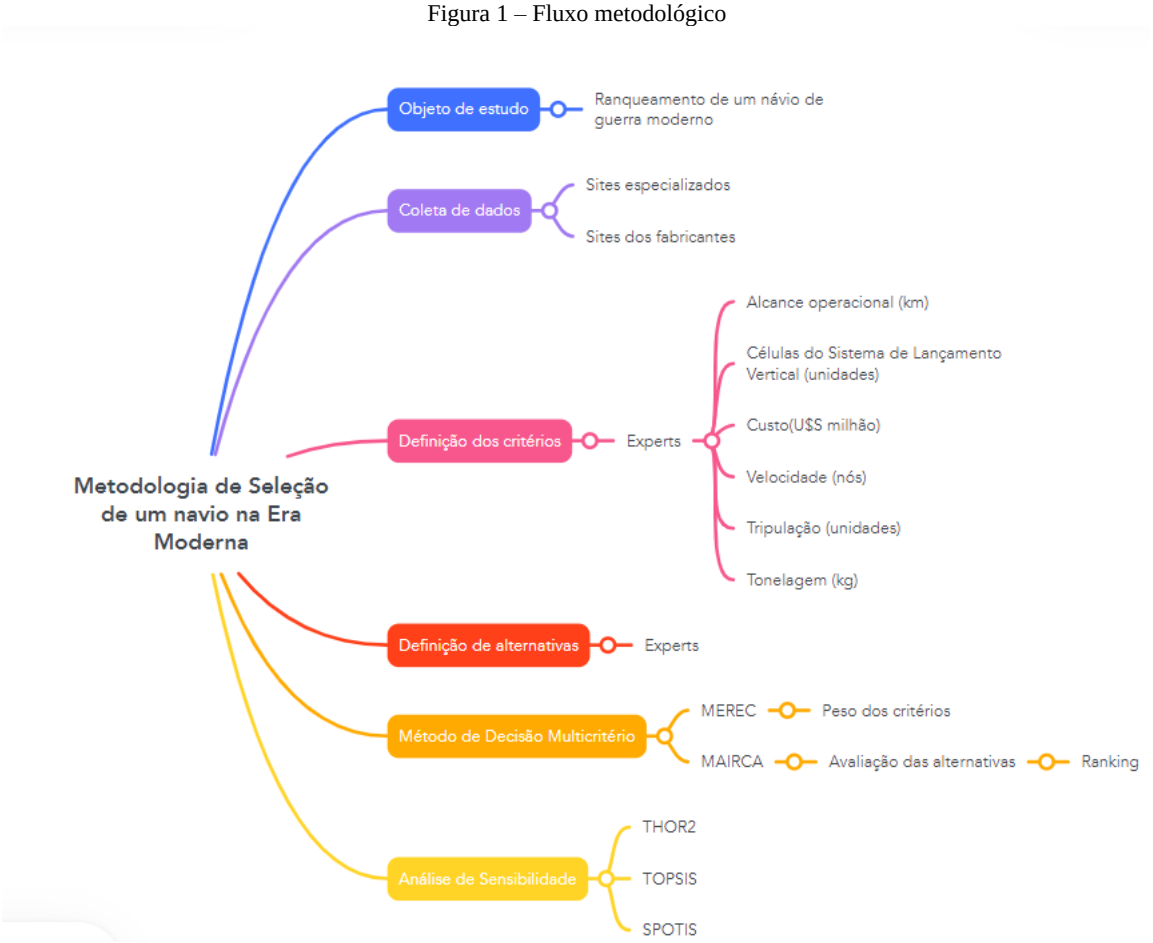
$$g_{ij} = \begin{cases} 0, & if\ t_{pij} = t_{r_{ij}} \\ t_{pij} - t_{r_{ij}}, & if\ t_{pij} > t_{r_{ij}} \end{cases} \quad (10)$$

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

3. Metodologia

O fluxo metodológico utilizado neste estudo pode ser visualizado através da Figura 1. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, do tipo estudo de caso e exploratória. A coleta de dados aconteceu durante os meses de Janeiro e Fevereiro de 2024, em sites especializados sobre a temática em estudo e nos catálogos online de fabricantes. Foram pré-selecionadas, a partir da indicação de experts, sete alternativas de navios para este tudo.

Figura 1 – Fluxo metodológico



Fonte: Autores (2024)

Os pesos dos critérios foram derivados a partir do método MEREC, seguindo os seis passos descritos no item 2.1. Este Método emprega uma estrutura computacional abrangente e precisa para gerar os pesos com base nos valores das alternativas e critérios. Ele ainda avalia o impacto da remoção de cada critério no desempenho global de cada uma das alternativas.

Os critérios de avaliação de navios de guerra foram selecionados com base na análise coletiva de 13 especialistas em guerra naval com ampla experiência em combate. Esses especialistas determinaram que as características mais definidoras para comparar esses tipos de navios incluem seu alcance operacional (medido em quilômetros), o número de células do sistema de lançamento vertical (VLS), o custo (em milhões de dólares), a velocidade máxima (em nós), o tamanho da tripulação e a tonelagem. Esses critérios são fundamentais para avaliar o desempenho, a capacidade e o valor geral dos navios de guerra navais em cenários de combate modernos.

- **Alcance Operacional (km):** Este critério mede a distância máxima que o navio pode percorrer sem reabastecimento. Valores mais altos indicam maior capacidade de atuação fora de casa;

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

- **Células do Sistema de Lançamento Vertical (VLS):** Refere-se ao número de células de mísseis disponíveis, indicando diretamente o poder de fogo do navio. Um número maior sugere uma capacidade ofensiva mais excelente;
- **Custo (US$ milhões):** Esse critério é essencial para avaliar a viabilidade financeira de aquisição e operação dos navios. Custos mais baixos podem ser mais atraentes, mas devem ser equilibrados com as capacidades oferecidas;
- **Velocidade (nós):** A capacidade de um navio de guerra de se mover rapidamente é crucial para táticas ofensivas e defensivas. Velocidades mais altas oferecem vantagens táticas;
- **Tripulação:** O número de pessoal necessário para operar o navio de forma eficiente. Uma tripulação menor pode indicar maior eficiência ou automação, mas isso depende da comparação com as capacidades do navio e
- **Tonelagem:** A tonelagem, ou deslocamento, mede o tamanho do navio, o que afeta diretamente sua capacidade de carga, estabilidade e, potencialmente, sua capacidade de sobrevivência em combate.

A posteriori, foi gerado, a partir do Método MAIRCA, o ranking das alternativas de navios pré-selecionadas. Em seguida, de maneira complementar, e a título de comparação de ordenamento das alternativas com o ordenamento gerado pelo MAIRCA, foi realizada uma análise de sensibilidade a partir dos Métodos THOR2, TOPSIS e SPOTIS

4. Resultados e discussões

Os navios analisados neste estudo são apontados como alguns dos navios de guerra mais modernos, servindo como componentes vitais das principais forças navais do mundo, e estão divididos da seguinte maneira:

- **Type 055**: A Marinha do Exército de Libertação Popular (PLAN) construiu os cruzadores de mísseis guiados Type 055 da classe Renhai, alguns dos mais modernos navios de guerra atualmente em serviço. Eles incorporam o auge do esforço da China para desenvolver potentes combatentes de superfície de longo alcance [Wertheim, 2023]. Foram projetados para criar energia e fornecer escolta para a crescente frota de porta-aviões do PLAN. Estes cruzadores são um testemunho das capacidades marítimas e ambições estratégicas da China em alto mar;
- **Mogami:** As fragatas da classe Mogami possuem um design sofisticado, com um deslocamento de carga de 3900 toneladas e automação avançada, permitindo uma tripulação reduzida de cerca de 90 marinheiros. Com um comprimento de 132,5 metros e uma velocidade máxima de mais de 30 nós, esses navios atendem às necessidades da Força de Autodefesa Marítima do Japão por eficiência e custo-benefício em meio aos desafios demográficos do Japão [Takahashi, 2023];
- **Eslavo:** O cruzador de batalha Slava Class, menor e menos dispendioso que seus pares, carrega o míssil P-500 Bazalt e se distingue por seu guindaste e mísseis antinavio montados lateralmente. Apesar de sua imponência, o uso de materiais inflamáveis em sua construção compromete sua capacidade de controle de danos [Naval Technology, 2010];
- **Arleigh Burke:** Os contratorpedeiros da classe Arleigh Burke, encomendados pela Marinha dos EUA em 1991, estão entre os navios de guerra tecnologicamente mais avançados. Projetados com o sistema de combate Aegis, eles se destacam na defesa aérea, de mísseis e submarina, capazes de enfrentar várias ameaças simultaneamente. Esses navios também apoiam a guerra anti-superfície, tornando-os ativos versáteis em operações navais. Suas capacidades robustas e design multimissão permitem que eles operem de forma eficaz em vários ambientes de ameaça, reforçando o domínio marítimo global da Marinha dos EUA [Naval Technology, 2023];
- **Atago:** A classe Atago, a modificação avançada da classe Kongō no Japão, está equipada com o Sistema de Combate Aegis. Iniciada no ano fiscal de 1988, a Força de Autodefesa Marítima (MSDF) tinha como objetivo reforçar a defesa aérea da frota, integrando contratorpedeiros Aegis ao lado de contrapartes equipadas com tártaro. Com o

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

envelhecimento da classe Tachikaze e seus sistemas tártaros desatualizados nos anos 2000, o Japão construiu a classe Atago no ano fiscal de 2002 e 2003 como substitutos modernos [Seaforces, 2022];

- **Meko A:** Projetados pelo estaleiro alemão Blohm+Voss, os navios de combate da classe A da MEKO são uma evolução da família MEKO de embarcações navais, que têm servido várias marinhas globais desde a década de 1980 [Naval Technology, 2020]; e
- **Sejon The Great:** A classe Sejong the Great representa a terceira fase do programa Korean Destroyer eXperimental (KDX) da Coreia do Sul. Esta iniciativa significativa de construção naval visou reforçar as capacidades da Marinha da República da Coreia (ROKN) na proteção das zonas marítimas que cercam a Coreia do Sul contra diversas ameaças, ao mesmo tempo em que avança em sua transformação em uma marinha de águas azuis [Navy Recognition, 2024].

Em seguida, foi gerada a Matriz de Decisão do problema, composta por sete alternativas e seis critérios, conforme mostra a Tabela 1. Dela, é possível verificar que os critérios alcancem operacional, células do Sistema de Lançamento Vertical, velocidade e tripulação foram classificados como monotônicos de benefício. Por outro lado, os critérios custo e tonelagem foram classificados como monotônicos de custo.

Tabela 1 – Matriz de decisão

Critérios / Alternativas	Benefício	Benefício	Custo	Benefício	Benefício	Custo
	Alcance Operacional (km)	Células do Sistema de Lançamento Vertical (VLS)	Custo (US$ milhões)	Velocidade (nós)	Tripulação	Tonelagem
Type 055	9300	112	900	30	300	11000
Sejong the Great	10200	128	925	30	300	7700
Mogami	15000	16	372	37	90	3900
Slava	14000	64	750	32	485	9380
Arleigh Burke	8150	90	2200	31	359	8300
Atago	9620	96	1480	30	300	7700
Meko A	10000	16	520	26	136	2700

Fonte: Autores (2024)

4.1 Pesos dos critérios

Os pesos gerados pelo método MEREC podem ser visualizados através da Tabela 2:

Tabela 2 – Peso dos Critérios

Alcance Operacional	0.061
Células VLS	0.311
Custo	0.223
Velocidade	0.038
Tripulação	0.240
Tonelagem	0.126

Fonte: Autores (2024)

Com base nos pesos de critérios determinados através do método MEREC, há uma ênfase significativa em células VLS com um peso de 0,311 e um custo de 0,223, destacando a importância do poder de fogo e da eficiência econômica na avaliação de navios de guerra. A tripulação recebeu o terceiro maior peso (0,240), ressaltando a relevância de operações eficientes e manutenção da eficácia da tripulação.

A atribuição do maior peso às células VLS sublinha o reconhecimento do método MEREC da necessidade de fortes capacidades ofensivas e defensivas nos navios de guerra

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

modernos, permitindo-lhes envolver múltiplos alvos de forma eficaz. O segundo maior peso dado ao custo reflete a compreensão da importância da viabilidade econômica na sustentabilidade das forças navais, equilibrando poder de fogo com responsabilidade fiscal.

O critério com menor peso foi Velocidade (0,038), indicando que, embora importante, a agilidade e a rapidez do navio são consideradas menos críticas do que a capacidade de armamento, o custo, a eficiência da tripulação e outras características físicas, como a tonelagem (0,126).

Analisando o navio classificado em primeiro lugar sob esses critérios, podemos inferir que ele se destaca não apenas em capacidades ofensivas e defensivas (refletidas em muitas células VLS), mas também apresenta um equilíbrio entre custo e eficiência operacional. Isso demonstra uma combinação ideal de poder de fogo, sustentabilidade econômica e eficiência da tripulação, tornando-o o melhor navio de guerra avaliado pelos critérios selecionados.

Por outro lado, o navio classificado em último lugar provavelmente não equilibrou esses fatores críticos de forma tão eficiente quanto o navio primeiro colocado, particularmente em áreas de maior peso, como células VLS e custo. Isso ressalta a eficácia do método MEREC em identificar e priorizar os aspectos mais críticos na determinação da capacidade e do valor dos navios de guerra modernos, destacando as áreas-chave que diferenciam o melhor navio no atual contexto de segurança marítima.

4.2 Avaliação das alternativas

A matriz de classificação gerada através da análise MAIRCA (Tabela 3) apresenta uma hierarquia da eficácia dos navios de guerra com base nos valores de gap calculados. No topo da lista, a classe Sejong the Great é o navio mais bem classificado com o menor valor de diferença de 0,046177. Isso indica que, de acordo com os critérios ponderados e analisados, o Sejong the Great atende aos referenciais estratégicos e operacionais, tornando-se o mais capaz entre os navios de guerra avaliados.

Tabela 3 - Avaliação de navios.

Navios	Gaps	Rank
Type 055	0,060417	**3**
Sejong the Great	0,046177	**1**
Mogami	0,081378	**5**
Slava	0,050250	**2**
Arleigh Burke	0,081781	**6**
Atago	0,069287	**4**
Meko A	0,089131	**7**

Fonte: Autores (2024)

A classe Slava segue de perto em segundo lugar com uma diferença de 0,050250, mostrando seu forte desempenho em todos os critérios avaliados. O Type 055 ocupa o terceiro lugar, com uma diferença de 0,060417, destacando ainda mais a natureza competitiva desses ativos navais de primeira linha.

A classe Atago assume a quarta posição com um valor de diferença de 0,069287, seguida pela classe Mogami em quinto lugar com uma diferença de 0,081378. A classe Arleigh Burke ocupa a sexta posição com uma diferença de 0,081781, indicando áreas onde melhorias poderiam melhorar sua classificação comparativa.

A classe Meko A está se mostra como a alternativa menos favorável, com o maior valor de gap de 0,089131, sugerindo que, em relação aos critérios específicos aplicados nesta análise, ela enfrenta os desafios mais significativos para igualar o desempenho e as capacidades dos outros navios de guerra avaliados.

Neste estudo comparativo, a análise MAIRCA, com foco nos menores valores de gap para a classificação mais alta, efetivamente identifica o Sejong, The Great como a alternativa mais favorável. Esse resultado destaca a capacidade deste método de discernir as diferenças sutis nas

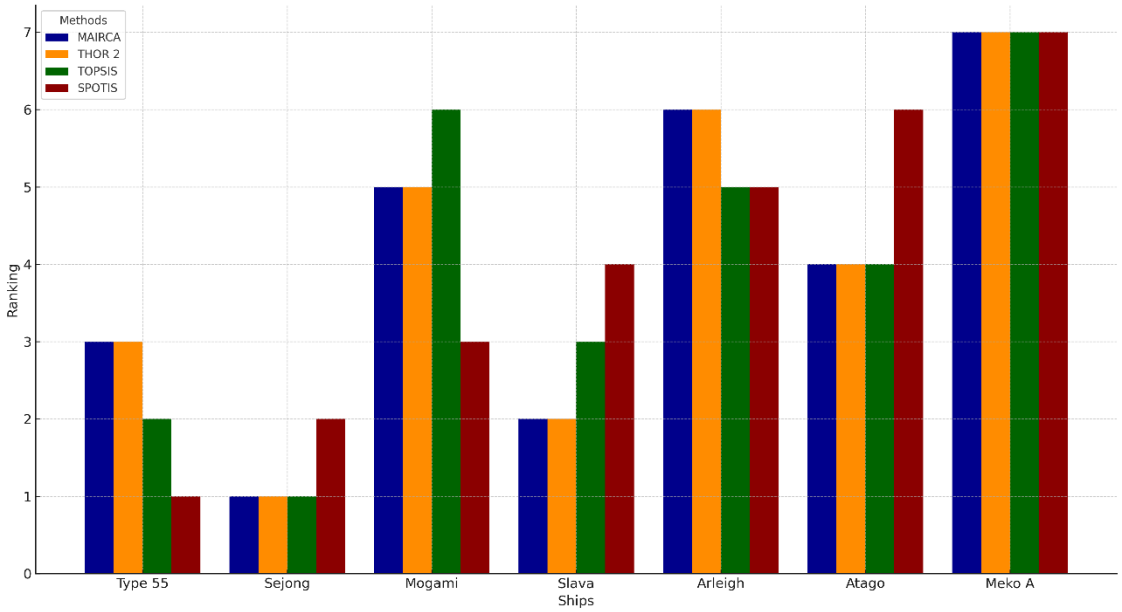
DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

capacidades dos navios de guerra e no valor estratégico, fornecendo orientação perspicaz para aquisições navais e planejamento estratégico.

4.3 Estudo comparativo: Análise de sensibilidade para o ordenamento das alternativas

De maneira complementar ao resultado precípuo deste estudo, realizou-se uma análise de sensibilidade para verificar se ordenação das alternativas gerada pelo MAIRCA era a mesma em outros três Métodos de AMD estabelecidos na literatura: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) [Hwang e Yoon, 1981], Stable Preference Ordering Towards Ideal Solution (SPOTIS) [Dezert *et al.*, 2020] e THOR 2 [Tenório, 2020], mantendo a geração de pesos pelo Método MEREC.

Figura 2 - Comparação de Rankings por Método.



Fonte: Autores (2024)

Da Figura 2, pode-se perceber que:

- A alternativa Type 55 foi a terceira nos métodos MAIRCA e THOR2, segunda no TOPSIS e primeira no SPOTIS;
- A alternativa Sejong the Great foi a primeira nos métodos MAIRCA, THOR2 e TOPSIS, e a segunda no método SPOTIS;
- A alternativa Mogami foi a quinta nos métodos MAIRCA e THOR2, a sexta no método TOPSIS, a terceira no método SPOTIS
- A alternativa SLAVA foi a segunda nos métodos MAIRCA e THOR2, terceira no TOPSIS e quarta no SPOTIS;
- A alternativa Arleigh foi a sexta nos métodos MAIRCA e THOR2 e a quinta nos métodos TOPSIS e SPOTIS;
- A alternativa Atago foi a quarta nos métodos MAIRCA, THOR2 e TOPSIS e a sexta no SPOTIS;
- A alternativa Meko A foi a sétima nos métodos MAIRCA, THOR2, TOPSIS e SPOTIS.

Os resultados supracitados mostram que o Sejong the Great foi a alternativa mais favorável em três dos quatro métodos utilizados. Por outro lado, a alternativa menos favorável foi a Meko A em todos os métodos.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

5. Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi selecionar um navio de guerra moderno, baseado nos Métodos de Decisão Multicritério MEREC e MAIRCA. Os resultados apontaram que a alternativa Sejong the Great foi a mais favorável, seguida do navio Slava, Type 055, Atago, Mogami, Arleigh Burke e Meko A.

De maneira complementar, realizou-se uma análise de sensibilidade, utilizando os Métodos THOR2, TOPSIS e SPOTIS, com efeito de comparação do ordenamento das alternativas geradas pelo MAIRCA. Desta análise, pode-se perceber que a alternativa Sejong the Great é a mais favorável em três dos quatro métodos utilizados, sendo a segunda apenas no Método SPOTIS. Por outro lado, em todos os quatro Métodos utilizados neste trabalho, a alternativa menos favorável foi o Meko A.

Como sugestão de estudos futuros, pode-se realizar a geração dos pesos a partir de outros Métodos de AMD, para então realizar nova modelagem com o método MAIRCA, além de realizar outra análise de sensibilidade com relação aos critérios escolhidos.

Referências

DEZERT, J. *et al.* **The SPOTIS rank reversal free method for multi-criteria decision-making support.** IEEE 23rd International Conference on Information Fusion (FUSION). **Anais**...IEEE, 2020.

DRUMOND, P. *et al.* **Multicriteria analysis in additive manufacturing: An ELECTRE-MOr based approach.** Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. **Anais**...Military Institute of Engineering, Brazil: IOS Press BV, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85120499970&doi=10.3233%2FFAIA210240&partnerID=40&md5=81fc26da04f233e54a35e71a30a2b9aa>

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.

HWANG, C.-L.; YOON, K. Methods for multiple attribute decision making. *In*: **Multiple attribute decision making**. [s.l.] Springer, 1981. p. 58–191.

KESHAVARZ-GHORABAEE, M. *et al.* Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). **Symmetry**, v. 13, n. 4, p. 525, 2021.

LE, H.-A. *et al.* Determining the Best Dressing Parameters for External Cylindrical Grinding Using MABAC Method. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 12, n. 16, 2022.

NASCIMENTO MAÊDA, S. M. DO *et al.* (2021). **Economic and edaphoclimatic evaluation of Brazilian regions for African mahogany planting - an approach using the SAPEVO-M-NC ordinal method**. Procedia Computer Science. **Anais**...Universidade Federal Fluminense - UFF, Rua Passos da Pátria 156, Niterói, 24210-240, Brazil: Elsevier B.V., 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124940576&doi=10.1016%2Fj.procs.2022.01.196&partnerID=40&md5=306aa09a36113ce2fc9c7764dae00459>

NAVAL TECHNOLOGY. **Slava Class Guided Missile Cruiser**. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/projects/slavaclassguidedmiss/?cf-view>. Acesso em: 6 mar. 2024.

NAVAL TECHNOLOGY. **MEKO A Class Combat Ship Family**. Disponível em:

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br

<https://www.naval-technology.com/projects/meko-a-class-combat-ship/?cf-view>. Acesso em: 6 mar. 2024.

NAVAL TECHNOLOGY. **Arleigh Burke-Class (Aegis) Destroyer, USA**. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/projects/burke/>. Acesso em: 6 mar. 2024.

NAVY RECOGNITION. **Sejon the Great class Destroyer**. Disponível em: <http://www.navyrecognition.com/index.php/132-republic-of-korea-navy-vessels-ships-and-equipment/rok-navy-frigates-a-destroyers/844-sejong-the-great-sejongdaewang-kdx-iii-class-aegis-destroyer-republic-of-korea-rok-navy-yulgok-yi-i-seoae-yu-seong-ryong-hyu>. Acesso em: 6 mar. 2024.

NGUYEN, H.-Q. *et al*. A Comparative Study on Multi-Criteria Decision-Making in Dressing Process for Internal Grinding. **Machines**, v. 10, n. 5, 2022.

SEAFORCES. **Atago class Guided Missile Destroyer - DDG**. Disponível em: <https://www.seaforces.org/marint/Japan-Maritime-Self-Defense-Force/Destroyer/Atago-class.htm>. Acesso em: 6 mar. 2024.

TAKAHASHI, K. **Japan's MHI Launches 7th Mogami-class Frigate for JMSDF**. Disponível em: <https://www.navalnews.com/naval-news/2023/09/japans-mhi-launches-7th-mogami-class-frigate-for-jmsdf/>. Acesso em: 6 mar. 2024.

TENÓRIO, F. M. **Modelagem multicritério: uma evolução do método THOR**. [s.l: s.n.], 2020.

WERTHEIM, E. **Type 055 Renhai-class Cruiser: China's Premier Surface Combatant**. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2023/march/type-055-renhai-class-cruiser-chinas-premier-surface-combatant>. Acesso em: 6 mar. 2024.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193750
https://proceedings.science/p/193750?lang=pt-br