

SELEÇÃO DE NAVIOS PARA PARCELA DE UMA FORÇA EXPEDICIONÁRIA ANFÍBIA*

RAPHAEL CORRÊA SILVA**

Capitão de Mar e Guerra

LEONARDO ANTONIO MONTEIRO PESSÔA***

Capitão de Mar e Guerra (RM1)

HELDER GOMES COSTA****

Professor

SUMÁRIO

Introdução
Metodologias
Estudo de caso
Discussão e conclusões

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem o propósito de auxiliar uma decisão hipotética de composição de núcleo de força-tarefa anfíbia, utilizando um novo modelo de auxílio à decisão multicritério, baseado no método Electre.

Imagina-se um cenário estratégico no qual o tomador de decisão americano

avalia a conveniência de substituição de unidades anfíbias para potencial utilização no mar da China.

É sabido que tanto os Estados Unidos da América (EUA) quanto a China são potências militares e membros permanentes do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU).

Nos últimos anos, o ambiente Mar do Sul da China teve como desenvolvi-

* Artigo publicado na revista *Passadiço*, v. 34, n. 42, 2022, e submetido à *RMB* em 2023.

** Possui três comandos de navios na carreira. Realizou os cursos de Estado-Maior para Oficiais Superiores na Escola de Guerra Naval (RJ), Études Militaires Supérieures na École de Guerre (França) e de Promoção a Oficial General no Instituto Universitário Militar de Lisboa (Portugal). Mestre em Defesa e Dinâmica Industrial na Universidade Paris II – Sorbonne.

*** Analista de Sistemas no Centro de Análises de Sistemas Navais (Casnav). Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2015).

**** Doutor em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense.

mento da estratégia chinesa a utilização da *nine-dash line*, uma representação das pretensões de expansão chinesa na região, conforme o destaque em linhas tracejadas na Figura 1.

A Estratégia chinesa alcança os efeitos desejados pelo nível político que, sob a ótica internacional, está vinculado à dominação do comércio internacional, com uma política batizada de “One Belt, One

Road”, que constitui uma aplicação, na era moderna, da Rota da Seda.

Destarte, é possível deduzir que o maior interesse chinês é manter o comércio com o mundo. A melhor forma de por isto em prática é pelas vias marítimas. A China possui nove portos de movimentação de contêineres. Eles representam os *hubs* pelos quais a produção chinesa é escoada.

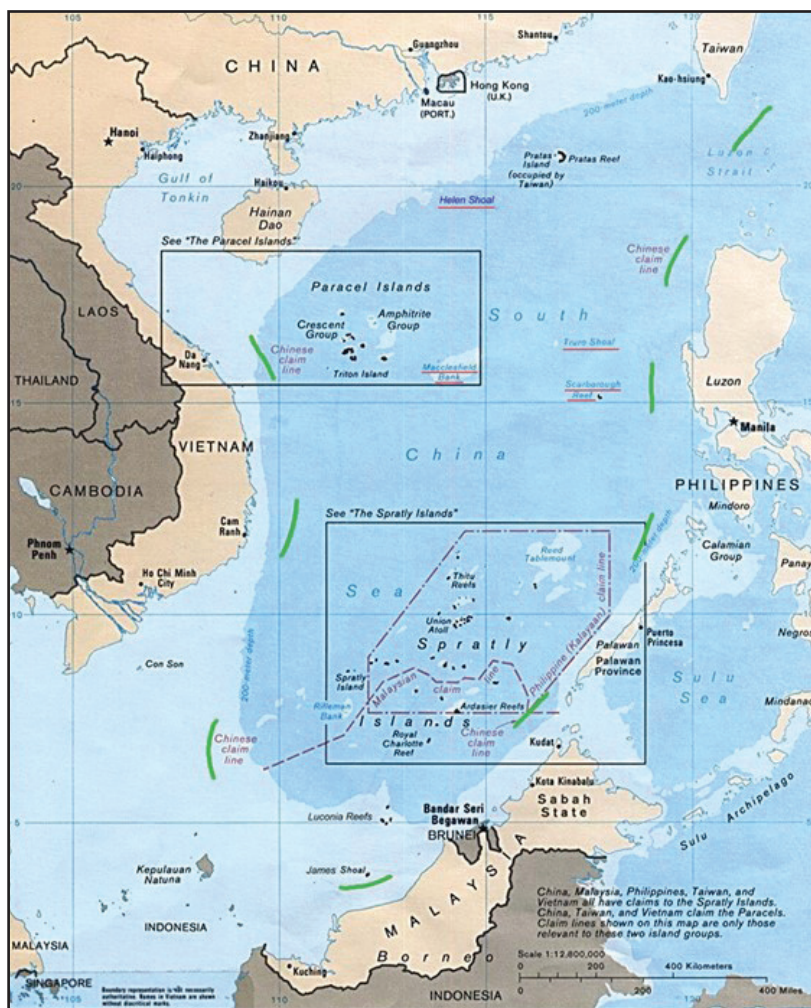


Figura 1 – *Nine-dash line*. Fonte: Agency [1988]

A China visa assegurar a saída dos seus navios mercantes para cumprir a meta do One Belt, One Road. Entretanto, acontece que, ao garantir, por meio da força ou dissuasão, a saída desses navios, há a percepção de que a entrada de quaisquer navios no Mar do Sul da China poderá ser condicionada utilizando-se os meios chineses existentes, como navios, bases, ilhas, mísseis aeronaves, submarinos etc.

A existência desses meios induz que a entrada de meios militares de outros estados, em caso de crise ou conflito na região do mar da China, engendrará a perda destes em caso de combates.

Os EUA batizaram esta estratégia de A2/AD (Anti Access and Area Denial), diante da dificuldade de adentrar e navegar na região. Cabe ressaltar que esta estratégia chinesa não se utiliza de submarinos para a negação do uso do mar.

Por outro lado, os EUA, ao longo das últimas décadas, investiram sob ótica operacional em um conceito denominado ARG (Amphibious Ready Group), o qual possibilita ao presidente dos EUA um

poder credível de deterência, capaz de conduzir operações anfíbias em resposta a crises, operações de contingência e dar suporte a operações especiais (US Marine Corps, 2013). Este grupo é disposto em diversas regiões do mundo, estando pronto para agir como um braço armado da diplomacia. A composição de navios de um ARG apresenta principalmente três tipos (US Marine Corps, 2013):

- Landing Helicopter Assault (LHA) – navio de assalto anfíbio porta-helicópteros ou um Landing Helicopter Dock (LHD) – navio de assalto anfíbio multipropósito;
- Landing Platform Dock (LPD) – navio de transporte anfíbio doca; e
- Dock Landing Ship (LSD) – navio de desembarque doca.

A Tabela 1 apresenta uma descrição sucinta das características de composição de cada um deles.

A composição do ARG em meios muito grandes não provê uma contraposição aceitável à estratégia A2/AD, uma vez que, caso apenas um dos meios seja atingido, as perdas de material e pessoal

LHD 1 <i>Wasp</i> Class	LPD 17 <i>San Antonio</i> Class	LSD 41 <i>Whidbey Island</i> Class
22 knots	22 knots	22 knots
Crew: 1,123	Crew: 360	Crew: 413
Troops: 1,687 (+184 surge)	Troops: 720 (+80 surge)	Troops: 402 (+102 surge)
20,000 square ft vehicle storage	24,000 square ft vehicle storage	12,500 square ft vehicle storage
125,000 cubic ft cargo storage	34,000 cubic ft cargo storage	5,000 cubic ft cargo storage
9 landing spots & aircraft hangar	*4 landing spots & aircraft hangar	2 landing spots
3 LCACs or 2 LCU	2 LCACs or 1 LCU	4 LCACs or 3 LCU
536,343 gal JP-5	318,308 gal JP-5	52,160 gal JP-5
64 hospital beds	24 hospital beds	8 hospital beds
6 operating rooms		

Tabela 1– Comparação de meios ARG (US MARINE CORPS, 2013)

serão tão acentuadas que comprometerão a vantagem do poder combatente e, por conseguinte, o cumprimento da missão.

Assim sendo, neste artigo será utilizada como contexto a substituição do LSD por um novo tipo de embarcação denominado Light Amphibious Warship (LAW), menor em tamanho, mas com vantagens que permitem a redução de riscos técnicos e de custos, por serem adaptados de projetos comerciais, aspectos que motivaram o início de Request for Information Rourke (2021) por parte da US Navy.

No ambiente militar existem cinco níveis que se intersectam: político, estratégico, operacional, tático e técnico.

Imagina-se que, neste caso, o fator econômico influencia sobremaneira a tomada de decisão, devendo ser considerado conjuntamente aos fatores táticos e técnicos, utilizados como critérios para embasar esta decisão.

Para uma razoável estrutura metodológica, o artigo inicia com breve introdução, seguindo-se a apresentação da metodologia do método de escolha. Após, temos o estudo de caso, finalizando com discussão e breve conclusão.

METODOLOGIA

A utilização de metodologias multicritérios em problemas da esfera militar não é recente. Segundo Costa *et al.* (2019), os exemplos são diversos, englobando principalmente aspectos logísticos e administrativos da esfera militar, com grande concentração de uso em metodologia AHP (processo hierárquico analítico),

produzidos por pesquisadores ligados a institutos da China e dos Estados Unidos.

O presente trabalho, seguindo a taxonomia delineada em Pessoa e Costa (2020), está dentro do ramo “Military and Defence Department Capability”, especificamente no tocante à *military equipment selection*.

Visual Outdeck

Na pesquisa, foi utilizada a aplicação Visual Outdeck (Visual Outranking Decision and Knowledge) (COSTA, 2021), baseada no método Electre I, proposto por Bernard Roy (ROY, 1968) e dedicado ao problema de escolha. O Elec-

tre I é um método não compensatório, da escola francesa, apoiado nos seguintes conceitos:

- comparação par a par das alternativas a serem avaliadas;
- admite preferências fortes, fracas e indiferenças,

ao se compararem duas alternativas em relação a um critério;

- relação de superação, entendida como se uma alternativa comparada é “ao menos tão boa quanto” a utilizada em comparação;

- concordância, suportando a afirmação de superação, obtendo-se uma maioria de critérios;

- discordância, procurando refutar a afirmação de superação; e

- dominância, objetivando-se encontrar o conjunto mínimo de alternativas não dominadas.

É importante destacar que o princípio do método Electre difere do esquema tradicio-

**O fator econômico
influencia sobremaneira
a tomada de decisão,
devendo ser considerado
conjuntamente aos fatores
táticos e técnicos**

nal de preferências, explorando o conceito de não dominância, em que a interpretação gráfica é importante para não haver erros quanto aos resultados (COSTA, 2016).

De maneira a formalizar matematicamente os conceitos apresentados, temos um conjunto de alternativas denominado A, no qual são descritas as ações passíveis de avaliação $A = a, \dots, j, \dots, m$.

Cada um dos elementos de A é avaliado em relação a um conjunto de critérios I, de forma que $I = 1, 2, \dots, n$ e que $a(j)$ *i* representa a avaliação da alternativa *j* à luz do critério *i*.

Pode-se então construir a matriz de avaliações representada na Tabela 2.

critérios	1	2	3	4
alternativas				
a	a(a)1	a(a)2	a(a)3	a(a)4
b	a(b)1	a(b)2	a(b)3	a(b)4
c	a(c)1	a(c)2	a(c)3	a(c)4
d	a(d)1	a(d)2	a(d)3	a(d)4

Tabela 2 – Avaliação das alternativas à luz dos critérios

Cada critério tem um peso W a ele associado, de tal forma que w_i corresponde ao peso do critério *i*. $W = w_1, \dots, w_j, \dots, w_m$.

Com base na avaliação, as alternativas são comparadas par a par, construindo duas matrizes, uma de concordância e uma de discordância.

A matriz de concordância representará, em cada célula, uma medida de risco com a afirmação de que a alternativa *j* é ao menos tão boa quanto a alternativa *k*, e será calculada a partir da relação entre a soma dos pesos, nos quais a alternativa

j é superior a alternativa *k*, sobre o somatório total dos pesos.

$$c_{j,k} = \frac{\sum_{l:a_j S a_k} w_l}{\sum_I w_i} \quad (1)$$

Já a matriz de discordância representará em suas células a maior medida proporcional na qual a alternativa *k* supera a alternativa *j*. Isto é:

$$d_{j,k} = \max_{l:a_{lj} S a_{kj}} \frac{a_{kj} - a_{lj}}{\delta} \quad (2)$$

Finalmente, é realizado um teste de dominância, no qual uma alternativa *j* é considerada superior a uma alternativa *k*, $c_{j,k} \geq p$ e $d_{j,k} \leq q$.

Aplicativo

O aplicativo Visual Outranking Decision and Knowledge (COSTA, 2021) apresenta uma maneira simples de implementação do método Electre I, possibilitando ao tomador de decisão uma análise gráfica expedita.

A Figura 2 apresenta a tela de entrada do aplicativo, indicando que o problema pode ser importado por meio de arquivo CSV (armazenamento de dados).

Também possui controle dinâmico dos pesos e dos níveis de concordância e de discordância, conforme apresentado na Figura 3.

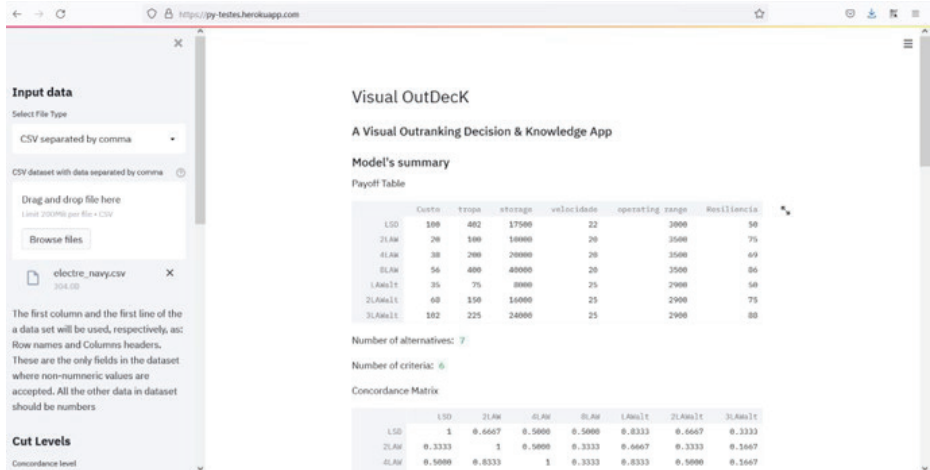


Figura 2 – Inserção de dados no Visual OutDeck. Fonte: autores

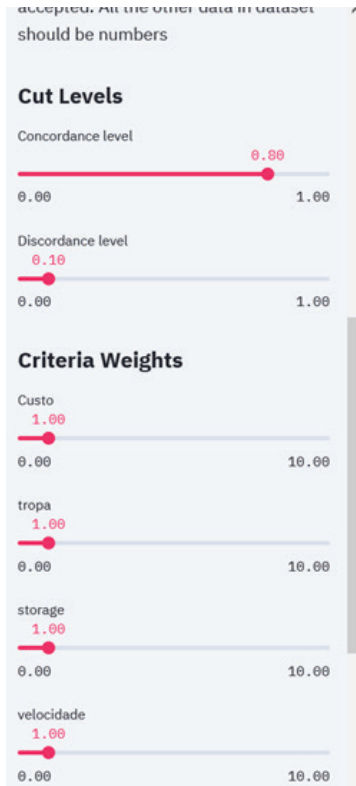


Figura 3 – Inserção de dados no Visual OutDeck. Fonte: autores

ESTUDO DE CASO

Pretende-se, com base no julgamento de especialista, utilizar o Visual OutDeck para explorar a análise de alternativas em substituição ao LSD em um ARG.

A utilização deste método, mais do que mostrar um resultado final de avaliação, é um grande diferencial na possibilidade do decisor explorar o impacto de sensibilidade, tanto nos pesos quanto nos valores de *cut levels*.

Não é novidade o interesse americano por um novo tipo de embarcação denominado Light Amphibious Warship (LAW).

Para tal, são consideradas as definições para o Request for Information (ROURKE, 2021), no qual descreve-se a conveniência de utilização do LAW em portos e praias menores, além das tarefas de apoio e reconhecimento.

Dessa forma, foram elencados os seguintes critérios a serem considerados: capacidade de armazenamento, capacidade de tropa, velocidade, alcance operacional, resiliência e custo.

O critério resiliência foi pensado considerando a esperança matemática de manutenção de tropa superior a um terço, dada uma probabilidade de sobrevivência de 50%. Assim sendo, de acordo com a existência de mais veículos em cada alter-

nativa, alterava-se a distribuição binomial de maneira correspondente. Destarte, cabe destacar que a comparação depende de características da missão proposta.

As alternativas utilizadas, apresentadas na Tabela 3, como base para o estudo de caso, são baseadas em dados quantitativos de meios navais de superfície não existentes, mas simulados com proximidade à realidade, com exceção do LSD, no qual foi considerada a classe LSD-41-, *Whidbey Island*.

Consideram-se duas classes novas de LAW: LAW e LAWalt, sendo as alternativas compostas por unidade (alternativas LAWalt) ou por composições de unidades de mesma classe (2LAW, 4LAW e 8LAW ou 2LAWalt e 3LAWalt). Não foram considerados arranjos de navios de classes diferentes, de modo a preservar a velocidade e o alcance operacional dos conjuntos de maneira uniforme.

Quanto ao custo, imaginou-se uma proporção ao custo do LSD, prevendo ganho de escala com a utilização de mais embarcações a serem produzidas.

Avaliação Inicial

Ao serem importados os dados em arquivo CSV, como valores de dominância, consideram-se todos os pesos como unitá-

Alternativas	Custo	Tropa	Armazenagem	Velocidade	Alc. Operacional	Resiliência
LSD	100	402	17.500	22	3.000	50
2LAW	20	100	10.000	20	3.500	75
4LAW	38	200	20.000	20	3.500	69
8LAW	56	400	40.000	20	3.500	86
LAWalt	35	75	8.000	25	2.900	50
2LAWalt	68	150	16.000	25	2.900	75
3LAWalt	102	225	24.000	25	2.900	88

Tabela 3 – Alternativas

rios, conforme a relação de dominância apresentada na Figura 4.

Destaca-se nesta avaliação inicial a não dominância entre as alternativas LSD, 3LAWalt e 8LAW. Como esperado, as relações de dominância 3LAWalt 2LAWalt, 2LAWalt LAWalt, 8LAW 4LAW e 4LAW 2LAW estão presentes, mas notamos que também não há dominância para o conjunto de pesos entre as alternativas 2LAWalt e 8LAW.

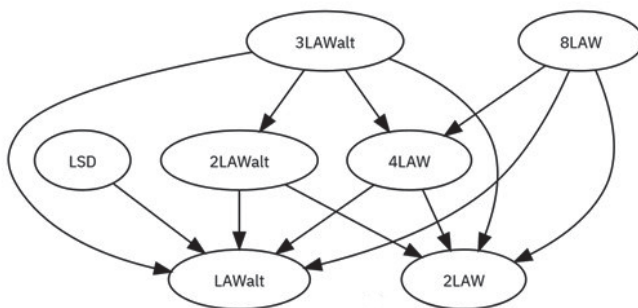


Figura 4 – Representação inicial das relações de dominância

Elicitação de pesos e cut levels

Prosseguindo-se com a elicitacão, foram definidos como limites de discordância o valor de 0,8 e o de 0,1.

Decorrendo-se de uma análise com interação do tomador de decisão, foram definidos pesos, em uma escala de 1 a 10.

Os três critérios considerados mais importantes para este conjunto foram: Armazenagem (9,62); Resiliência (8,19) e Custo (7,98), seguidos pelo critério Tropa (3,76), o que pode ser entendido em composição ao critério Resiliência, Alcance Operacional (2,86) e Velocidade (2,02).

Os resultados finais são apresentados na Figura 5.

Destas relações podem-se extrair os seguintes resultados:

- a única alternativa deste conjunto que domina a alternativa LSD é a 3LAWalt;
- para este conjunto de pesos não há relações

de dominância entre a alternativa 8LAW e 3LAWalt, bem como não se extraem relações de dominância entre 8LAW e LSD; - não há relações de dominância entre as alternativas 2LAWalt, 4LAW e LSD.

Assim sendo, neste caso hipotético, seria definida pelo tomador de decisão a substituição do LSD por 3LAWalt, utilizando como justificativa a relação de dominância explícita.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O modelo de representação desta escolha permitiu uma exploração mais completa por parte do decisor, de maneira a se avaliar a aplicação do método Electre de sobreclassificação.

Isto se dá pela facilidade de uso do Visual OutDecK, permitindo a análise

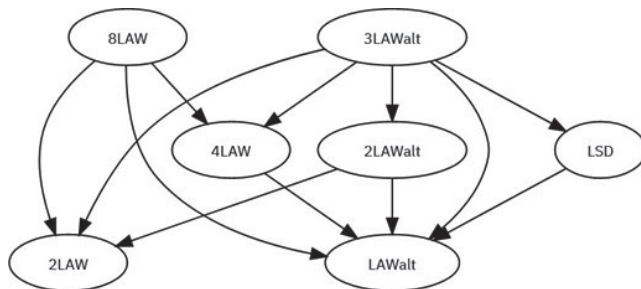


Figura 5 – Representação inicial das relações de dominância

de sensibilidade no peso dos critérios e apresentando uma resposta gráfica dos seus resultados, que representam diretamente as relações de dominância entre as alternativas propostas e como as mesmas são impactadas, com alterações nos pesos e nos *cut levels* (discordância e concordância).

Também a sua disponibilização em *web* torna a execução facilitada, não necessitando da instalação de programa proprietário.

Destaca-se, ainda, a facilidade de inserção dos dados, com importação de

arquivos do tipo CSV, tornando mais expedita a análise, por não necessitar das inserções das alternativas campo a campo.

Como limitação, a exportação de resultados ainda está sujeita a melhoramentos, de modo a facilitar a comparação com outros métodos. Neste trabalho, foi considerado apenas um tomador de decisão. Futuras pesquisas podem focar na análise do resultado por grupo, representando a estrutura militar de estado-maior presente de maneira comum no processo decisório militar.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<ARTES MILITARES>; Decisão; Estratégia; Estudo;
<FORÇAS ARMADAS>; Força Anfíbia;

REFERÊNCIAS

- AGENCY, U. S. C. I. (1988). “English: Map of the South China Sea, with 9-dotted line high-lighted in green”. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17066897>.
- COSTA, H. G. (2016). “Graphical interpretation of outranking principles: Avoiding misinterpretation results from electre i”. *Journal of Modelling in Management*, 11(1):26-42. ISSN 1746-5664.
- COSTA, H. G. (2021). “Visual outranking decision knowledge”. Disponível em: <https://py-testes.herokuapp.com/>.
- COSTA, H. G., Roboredo, M. G., e Pessôa, L. A. M. “Metodologias Multicritério no campo militar: um panorama do domínio tático/operacional”, 2019.
- PESSÔA, L. A. M. e Costa, H. G. (2020). “Multicriteria applied to defence: a panorama of the scientific literature”. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/proceedings/artigo.asp?e=icieom&a=2020&c=37390>.
- ROURKE, R. (2021). “Navy Light Amphibious Warship (LAW) Program: Background and Issues for Congress”. Number R46374. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46374/33>.
- ROY, B. (1968). “Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE)”. *La Revue d’Informatique et de Recherche Opérationnelle (RIRO)*, (8):57-75.
- US MARINE CORPS (2013). “Amphibious Ready Group And Marine Expeditionary Unit Overview”. Disponível em: <https://www.marines.mil/Portals/1/AmphibiousReadyGroupAndMarineExpeditionaryUnitOverview.pdf>.