



SELEÇÃO DE NAVIOS PARA PARCELA DE UMA FORÇA EXPEDICIONÁRIA ANFÍBIA

Capitão de Mar e Guerra **RAPHAEL CORRÊA SILVA**

Comandante – NDCC Almirante Saboia
Mestrado em Defesa e Dinâmica Industrial pela
Universidade PARIS II – Ciências Políticas (Sorbonne)

Capitão de Mar e Guerra (RMI) **LEONARDO A. M. PESSÔA**

Analista de Sistemas – CASNAV
Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade
Federal do Rio de Janeiro (2015)

Professor **HELDER GOMES COSTA**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFF
Doutor em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade
Católica do Rio de Janeiro

Foto: Reuters

INTRODUÇÃO

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

Imagina-se um cenário estratégico, no qual o tomador de decisão estadunidense avalia a conveniência de substituição de unidades anfíbias para potencial utilização no mar da China.

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

Nos últimos anos, o ambiente Mar do Sul da China teve como desenvolvimento da estratégia chinesa a utilização da *nine dashline*, a qual diz respeito a uma representação das pretensões de expansão chinesas no mar do sul da China, representadas de maneira imprecisa por linhas tracejadas, conforme apresentado na figura 1:

A estratégia chinesa alcança os efeitos desejados pelo nível político que, sob a ótica internacional, está vinculada 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 pôr isso em prática é por meio das vias marítimas. A China possui nove dos portos de movimentação de contêineres mais movi-

mentados do mundo. Eles representam os *hubs* pelos quais a produção chinesa é escoada.



Esta estratégia garante à China a saída dos seus navios mercantes, além do Mar do Sul da China, para cumprir a meta do *One Belt, One Road*. Entretanto, acontece que, ao assegurar por meio da força ou dissuasão a saída dos seus navios mercantes, concomitantemente, cria-se a percepção de que a entrada de quaisquer navios no Mar do Sul da China está ou é negada. A estratégia do *Nine Dash Line* emprega navios, bases, ilhas, mísseis, aeronaves, submarinos etc. Tal potencial militar cria a percepção de que a entrada de meios militares de outros Estados, em caso de crise ou conflito na região do mar da China, engendrará perda de meios em caso de combates.

Os EUA batizaram essa estratégia de A2/AD, *Anti Access and Area Denial*, em face da dificuldade de adentrar e navegar na região. Enfatiza-se que essa 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 *Amphibious Ready Group* (ARG), o qual possibilita, ao presidente dos EUA, um poder credível de deterrência, capaz de conduzir operações anfíbias em resposta a crises, conduzir operações de contingência, dar suporte a operações especiais (US MARINE CORPS, 2013). Esse grupo é disposto em diversas regiões do mundo, estando pronto para agir como um braço armado da diplomacia. A composição de um ARG baseia-se, principalmente, em três elementos (US MARINE CORPS, 2013):

- a) um *Landing Helicopter Assault* (LHA): navio de assalto anfíbio Porta-helicópteros ou um *Landing Helicopter Dock* (LHD): navio de assalto anfíbio multipropósito;
- b) um LPD; e
- c) um LSD.

A tabela 1 apresenta descrição sucinta das características de composição de cada um deles:

LHD 1 WaspClass	LPD 17 San AntonioClass	LSD 41 WhidbeyIslandClass
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 cubicft 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 LCACsor 2 LCUs	2 LCACsor 1 LCU	4 LCACsor 3 LCUs
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		

Fonte: US Marine Corps

A composição em meios muito grandes do ARG não provê uma contraposição aceitável à estratégia A2/AD. A probabilidade de serem engajados é elevada, e, caso apenas um dos meios seja atingido, as perdas de material e pessoal serão tão acentuadas que comprometerão a vantagem do Poder Combatente e, por conseguinte, o cumprimento da missão.

Assim sendo, neste trabalho, será utilizado como contexto a substituição do LSD por um, ou por conjunto, de um novo tipo de embarcação denominado *Stern Landing Vessel* (LAW), menor em tamanho, mas com vantagens por permitir 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, não obstante a interseção entre os cinco níveis que orbitam o ambiente militar:

- a) político;
- b) estratégico;
- c) operacional;
- d) tático; e
- e) técnico.

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

Para dar razoável estrutura metodológica, o artigo inicia por esta breve introdução, seguindo-se a apresentação da metodologia do método de escolha. O estudo de caso é apresentado na seção 3. A seção 4 apresenta a discussão e breve conclusão.

METODOLOGIA

A utilização de metodologias multicritério 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, produzidos por pesquisadores ligados a institutos da China e dos Estados Unidos.

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

Visual Outdeck

O presente trabalho utiliza a aplicação *Visual Outdeck* (*Visual Outranking De-*

cision and Knowledge) (COSTA, 2021), baseado no método *Electre I*, proposto por Bernard Roy (ROY, 1968), dedicado ao problema de escolha. O método *Electre I* é um método não compensatório, da escola francesa, apoiado nos seguintes conceitos:

- comparação par a par das alternativas a serem avaliadas;
- admissão de preferências fortes, fracas e indiferenças, ao compararem-se duas alternativas em relação a um critério;
- “relação de superação”, entendido 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 tradicional de preferências, explorando o conceito de não dominância, donde uma interpretação gráfica é importante para não haver erros de interpretação quanto aos resultados (COSTA, 2016).

De maneira a formalizar matematicamente os conceitos apresentados, seja um conjunto de alternativas denominado A em 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 $I = 1, 2, \dots, i, \dots, n$ 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.

Tabela 2 - Avaliação das alternativas à luz dos critérios

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

Fonte: Autores

Cada critério tem um peso w a ele associado, de tal forma que w_i corresponde ao peso do critério i . $W = w_1, \dots, w_2, \dots, w_m$

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 do quanto a afirmação de que a alter-

nativa 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 à alternativa k , em relação ao somatório total dos pesos.

$$c_{j,k} = \frac{\sum_{l: a_{lj} > a_{lk}} w_l}{\sum_l w_l}$$

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

$$d_{j,k} = \max_{l: a_{lj} > a_{lk}} \frac{a_{kj} - a_{lj}}{\delta}$$

Finalmente, é realizado um teste de dominância, no qual, para uma alternativa j ser 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, mostrando que o problema pode ser importado por meio de arquivo *csv*, além de possuir um controle dinâmico dos pesos e dos níveis de concordância e de discordância, conforme apresentado na figura 3.



ESTUDO DE CASO

O que se pretende é, 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 desse método, mais do que mostrar um resultado final de avaliação, tem, como grande diferencial, a possibilidade de o decisor explorar o impacto de sensibilidade, tanto nos pesos, quanto nos valores de *cut levels*.

Tabela 3 - Alternativas

Alternativas	Custo	Tropa	Armazenagem	Velocidade	Alcance Operacional	Resiliência
LSD	100	402	17500	22	3000	50
2LAW	20	100	10000	20	3500	75
4LAW	38	200	20000	20	3500	69
8LAW	56	400	40000	20	3500	86
LAWalt	35	75	8000	25	2900	50
2LAWalt	68	150	16000	25	2900	75
3LAWalt	102	225	24000	25	2900	88

Fonte: Autores

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

Para tal, são consideradas as definições para o *Request for Information* (ROURKE, 2021), no qual se descreve 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;
- 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 alternativa, alterava-se a distribuição binomial de maneira correspondente. Destarte, cabe-se destacar que a comparação depende de características da missão proposta.

As opções 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, à exceção do LSD na qual foi considerada a classe LSD-41- *Whidbey Island class*.

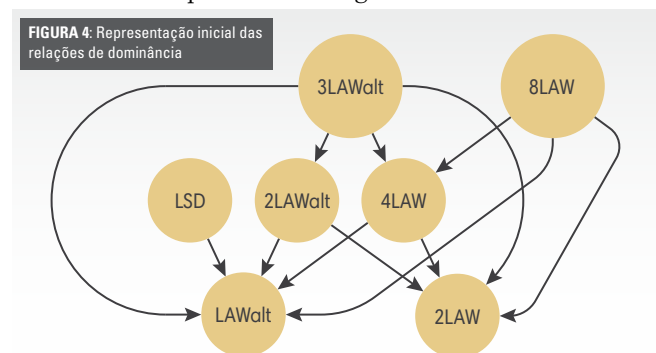
Consideram-se duas classes novas de LAW: LAW e LAWalt, sendo a alternativa ou compostas por unidade (alternativas LAWalt) ou por composições de unidades de mesma classe (2LAW, 4LAW e 8LAW ou 2LAWalt e 3LAWalt). Não foram considerados arranjos de navios de classes dife-

rentes, 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, imaginando-se um ganho de escala com a utilização de mais embarcações a serem produzidas.

Avaliação Inicial

Logo ao serem importados os dados em arquivo .csv, considerando todos os pesos como unitários, tem-se a relação de dominância apresentada na figura 4:



Fonte: Autores

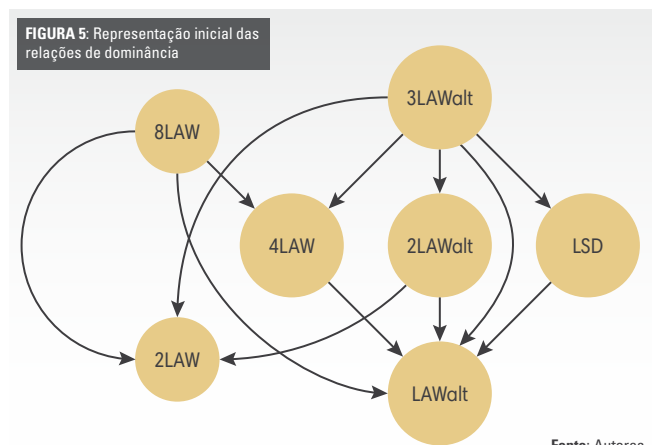
Destaca-se, nessa avaliação inicial, a não dominância entre as opções LSD, 3LAWalt e 8LAW. Como esperado, as relações de dominância $3LAW alt > 2LAW alt$; $2LAW alt > LAW alt$; $8LAW > 4LAW$ e $4LAW > 2LAW$ estão presentes, mas note-se que também não há dominância para esse conjunto de pesos entre as alternativas 2LAWalt e 8LAW.

Elicitação de pesos e *cut levels*

Prosseguindo-se com a elicitación, foram definidos como limites de discordância o valor de 0,8 e o de discordância em 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 esse conjunto foram: armazenagem (9,62), resiliência (8,19) e custo (7,98). Seguem-se os critérios 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:



Dessas relações, podem-se extrair os seguintes resultados:

- A única opção desse conjunto que domina a opção LSD é a 3LAWalt;
- Para esse conjunto de pesos, não há relações de dominância entre a opção 8LAW e 3LAWalt, bem como também não se extraem relações de dominância entre 8LAW e LSD; e
- Não há relações de dominância entre as opções 2LAWalt, 4LAW e LSD.

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

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

Isso se dá pela facilidade de uso do *Visual outdeck*, permitindo a análise de sensibilidade no peso dos critérios e apresentando uma resposta gráfica dos seus resultados. Esses resultados representam diretamente as relações de dominância entre as opções propostas e como elas são impactadas com alterações nos pesos e nos *cutlevels* (discordância e concordância).

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

Destaca-se, também, a facilidade de inserção dos dados, com importação de arquivos do tipo *.csv*, tornando mais expedita a análise, por não necessitar das inserções das opções campo a campo.

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

REFERÊNCIAS

COSTA, H. G. Graphical interpretation of outranking principles: avoiding misinterpretation results from *electre*. *Journal of Modelling in Management*, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 26-42, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297589342_Graphical_interpretation_of_outranking_principles. Acesso em: 20 mar. 2021.

COSTA, H. G.; ROBOREDO, M. G.; PESSÔA, L. A. M. *Metodologias multicritério no campo militar: um panorama do domínio tático/operacional*.

9 DOTTED line: English: Map of the South China Sea, with 9-dotted line highlighted in green. *Wikimedia Commons*, 2020. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17066897>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PESSÔA, L. A. M.; COSTA, H. G. Multicriteria applied to defence: a panorama of the scientific literature. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 26, 2020. [Review]. [S.l.]: IJCIOM, 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/proceedings/artigo.asp?e=icieom&a=2020&c=37390>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ROURKE, R. *Navy Light Amphibious Warship (LAW) Program: background and issues for Congress: number R46374*. [Washington, DC]: Congressional Research Service, 2022. Disponível em: <https://sgp.fas.org/crs/weapons/R46374.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). *La Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle (RIRO)*, Paris, v. 8, p. 57-75. Disponível em: <https://www.roiro-ro.org/articles/ro/abs/196801ro196802v100571/ro196802v100571.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.



Foto: U.S. Navy