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

Estrutura Hierárquica da Soberania Nacional: Análise Multicritério das Variáveis de Política de Defesa Mediante o Método SAPEVO-H²

Miguel Ângelo Lellis Moreira
Universidade Federal Fluminense - UFF
Niterói, RJ 24210-346, Brasil
miguellellis@id.uff.br

Maria Teresa Pereira
Instituto Superior de Engenharia do Porto - ISEP
Porto, 4200-072, Portugal
mtp@isep.ipp.pt

Luiz Frederico Horácio de Souza de Barros Teixeira
Centro de Análises de Sistemas Navais - CASNAV
Rio de Janeiro, RJ 20091-000, Brasil
luiz.frederico@marinha.mil.br

Carlos Francisco Simões Gomes
Universidade Federal Fluminense - UFF
Niterói, RJ 24210-346, Brasil
cfsg1@bol.com.br

Marcos dos Santos
Instituto Militar de Engenharia - IME
Urca, RJ 22290-270, Brasil
marcosdossantos@ime.eb.br

RESUMO

No âmbito da Defesa Nacional, este estudo explora a aplicação do método SAPEVO-H² na análise da Política Nacional de Defesa do Brasil, integrando uma abordagem multicritério para avaliar a interdependência das variáveis desde princípios até ações estratégicas. Considerando a complexidade das decisões de defesa, envolvendo múltiplas variáveis e a necessidade de um alinhamento estratégico, o método aplicado se apresenta como uma ferramenta favorável capaz de estruturar hierarquicamente as variáveis críticas do modelo, proporcionando uma análise detalhada de suas inter-relações. A aplicação hipotética do modelo demonstrou sua capacidade de identificar as prioridades estratégicas, permitindo o esclarecimento de como as variáveis em diferentes níveis hierárquicos são influenciadas ou impactam as variáveis de nível superior no cenário de tomada de decisão de alto nível. Este estudo reforça a relevância de metodologias sistêmicas em ambientes complexos de decisão, apontando caminhos para futuras pesquisas que poderiam expandir sua aplicabilidade para outras áreas da política pública.

PALAVRAS CHAVE. Política Nacional de Defesa, Multicritério, Método SAPEVO-H².

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

ABSTRACT

In the scope of National Defense, this study explores the application of the SAPEVO-H^2 method in the analysis of Brazil's National Defense Policy, integrating a multi-criteria approach to evaluate the interdependence of variables from principles to strategic actions. Considering the complexity of defense decisions involving multiple variables and the need for strategic alignment, the applied method presents itself as a favorable tool capable of hierarchically structuring the model's critical variables, providing a detailed analysis of their interrelations. The hypothetical application of the model demonstrated its ability to identify strategic priorities, allowing the clarification of how variables at different hierarchical levels are influenced or impact higher-level variables in the high-level decision-making scenario. This study reinforces the relevance of systemic methodologies in complex decision-making environments, pointing out paths for future research that could expand their applicability to other areas of public policy.

KEYWORDS. National Defense Policy. Multi-Criteria. SAPEVO-H^2 Method.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

1. Introdução

A tomada de decisão é um aspecto fundamental na Defesa Nacional, refletindo um processo essencialmente humano que se desenvolveu ao longo das civilizações. Conforme delineado na estruturação de políticas de defesa, a análise de um conjunto de ações e atividades visa identificar soluções que maximizem a segurança e a soberania nacional [HO *et al.*, 2022]. Neste cenário, o processo decisório no âmbito da defesa reflete uma análise complexa e de alto nível devido ao envolvimento de múltiplos cenários e circunstâncias. A complexidade aumenta com a divergência de perspectivas sobre a utilidade ou preferência de variáveis críticas. Assim, a consideração cuidadosa de diferentes pontos de vista torna-se imperativa para uma tomada de decisão eficaz e assertiva no âmbito da defesa [Raisio, Puustinen e Jäntti, 2020].

Conforme discutido na Política Nacional de Defesa (PND) [Brasil, 2020], mesmo em períodos de paz, as forças armadas são incumbidas de formular e executar estratégias de defesa que assegurem a soberania e a segurança nacional. Este mandato implica não apenas no desenvolvimento e implementação de recursos apropriados, mas também na realização de estudos estratégicos meticulosos que satisfaçam as exigências de segurança nacional. Além disso, tais estratégias devem prover suporte para a avaliação de cenários políticos, permitindo uma resposta eficaz às dinâmicas globais e promovendo a estabilidade interna [Correa e Cagnin, 2016].

A tomada de decisão de alto nível tendo como norte os Princípios e Objetivos Nacionais de Defesa, torna-se um processo estratégico que molda diretamente a segurança nacional e a postura geopolítica de uma nação. Este processo envolve análises complexas de inteligência, exigindo uma avaliação meticulosa dos riscos e cenários variados [Popper, 2022]. Desta forma, os tomadores de decisão como líderes da defesa nacional enfrentam o desafio de integrar capacidades militares com considerações diplomáticas e econômicas, necessitando de uma definição precisa de prioridades e de resposta ágil às dinâmicas globais [Camilli, 2016]. Assim, a tomada de decisão em defesa emerge para assegurar a soberania e os interesses estratégicos de um país.

Conforme discutido por Shortland, Alison e Barrett-Pink [2018], a tomada de decisão nos ambientes político e militar envolve diferentes níveis e áreas, interligando análises estratégicas, táticas e operacionais em prol de uma direção alinhada aos objetivos em uma determinada situação problemática. Esta complexidade é amplificada pela necessidade de integrar variáveis multifacetadas que transcendem os limites tradicionais entre disciplinas, exigindo um olhar holístico e multidisciplinar que considere os impactos socioeconômicos, culturais e tecnológicos das decisões tomadas [Russell *et al.*, 2015]. Desta forma, o alinhamento de ações estratégicas deve estar interconectado à estratégia de defesa, que são orientados sob os objetivos transcritos com base os princípios nacionais de defesa, provendo o esclarecimento das influências entre as variáveis deste ambiente de alta complexidade analítica [Razma, 2023].

Diante do cenário em exploração, este estudo abordará a integração de uma metodologia multicritério no que tange a PND brasileiro. Para tal ação, será considerado o método SAPEVO-H², modelo matemático híbrido destinado a grupos de decisores distribuídos nos diferentes níveis do problema, proporcionando a estruturação hierárquica dos elementos constituintes, parcialmente, do PND, sendo eles: Princípios da Política de Defesa (PPD), Objetivos Nacionais de Defesa (OND), Estratégias de Defesa (ED), e Ações Estratégicas de Defesa (AED). Para cada conjunto de variáveis será considerado um nível de avaliação, promovendo a interconectividade entre os elementos de modo a explorar suas possíveis relações e influências.

O estudo em discussão é estruturado dentro de quatro seções. Estando a Seção 1 apresentando a contextualização do estudo, a Seção 2 se dedica a explorar aspectos de referencial bibliográfico e metodológico de integração ao cenário de avaliação do PND. Na Seção 3 será apresentada uma estrutura hierárquica baseada na interconectividade dos elementos centrais constituintes do PND, desta forma promovendo uma aplicação numérica hipotética que possibilite explorara as viabilidades de avaliação e percepção das possíveis influências entre os elementos distribuídos nos diferentes níveis hierárquicos do modelo multicritério. Por fim, a Seção 4 se dedica apresentação das considerações finais e propostas de trabalhos futuros.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

2. Material e Métodos

A tomada de decisão no âmbito da defesa nacional é um processo que exige análise cuidadosa e meticulosa, dada a sua importância estratégica e as consequências potenciais de cada ação. Este processo envolve não apenas a avaliação de cenários e a formulação de estratégias apropriadas, mas também a integração de considerações políticas, éticas e sociais [Morgan *et al.*, 2020]. As decisões devem ser fundamentadas em dados e inteligência confiáveis, requerendo uma compreensão profunda tanto do contexto geopolítico seguindo as capacidades e limitações das forças armadas [Nair, 2024].

Um outro aspecto de relevância está associado necessidade de uma tomada de decisão no âmbito de defesa ser dinâmica e adaptável, sendo capaz de responder a mudanças rápidas no ambiente de segurança global. Essa complexidade destaca a necessidade de sistemas de comando e controle eficientes e de uma liderança que possa sintetizar informações de múltiplas fontes para fazer escolhas que alinhem poder militar, objetivos políticos e valores nacionais [Hitch, 2022].

Neste cenário, A Pesquisa Operacional (PO), como forma de ciência, desempenha um papel crucial na tomada de decisão no âmbito da defesa, oferecendo ferramentas e métodos analíticos que permitem estruturar, analisar e otimizar estratégias e recursos [Santos *et al.*, 2023]. No contexto militar, a aplicação da PO favorece a modelagem de cenários complexos, a simulação de conflitos e operações, e a análise de eficácia e eficiência das estratégias de emprego do poderio militar [Hausken, 2024]. Compreender as capacidades estratégicas e suas associações é essencial para desenvolver planos de ação que não apenas respondem a ameaças imediatas, mas também se alinham com os objetivos de longo prazo de segurança e estabilidade nacional [Arcos, 2023].

Os modelos de apoio à decisão oriundos da PO possibilitam aprimorar a tomada de decisão no contexto do PND, integrando abordagens quantitativas para solucionar problemas complexos de alto nível analítico. Esses modelos permitem a análise sistemática de variáveis estratégicas, táticas e operacionais, ajudando na formulação de políticas de defesa mais eficazes e na alocação otimizada de recursos militares [Hausken, 2024]. A capacidade de modelar cenários futuros e avaliar alternativas sob condições de incerteza proporcionam que os decisores desenvolvam planos que não apenas enfrentam as ameaças atuais, mas também antecipam mudanças no ambiente de segurança global [Buvanesh e Pasari, 2021].

As problemáticas militares são de suma importância global, pois seus efeitos e motivações repercutem diretamente nos cenários de defesa e soberania das nações. Ambientes altamente complexos, variáveis conflitantes, imprecisão nas informações, subjetividade e incertezas caracterizam esses problemas do mundo real. Nesse contexto, as metodologias de Apoio Multicritério À Decisão (AMD), oriundas da PO, desempenham um papel crucial ao tornar a tomada de decisão mais racional e eficiente, proporcionando uma estrutura robusta para avaliar e priorizar alternativas em meio à complexidade das operações militares. Desta forma, a abordagem AMD proporciona ferramentas essenciais para estruturar e analisar desafios estratégicos com uma abordagem sistemática estruturada e fundamentada sob aspectos metodológicos de pesquisa [Costa *et al.*, 2022].

A abordagem AMD nas últimas décadas têm desempenhado um papel crucial na estruturação, análise e tomada de decisão dentro dos domínios militares. Este notável incremento na adoção destas metodologias está largamente associado à sua capacidade de tratar de questões e variáveis delicadas que podem prover influência direta as políticas de defesa de uma nação [Hamurcu e Eren, 2020]. Por exemplo, em situações que demandam a aquisição de equipamentos militares, como aeronaves de treinamento, armamentos ou tanques de guerra, diversos fatores e variáveis são meticulosamente avaliados, neste cenário, a implementação de estratégias baseadas em AMD prova ser um aliado ao processo decisório de alto nível, oferecendo um suporte robusto e sistemático a gestão eficiente dos recursos militares. A aplicação dessas abordagens fortalece a capacidade de tomada de decisão, proporcionando uma base analítica sólida para enfrentar complexidades estratégicas militares [Basílio *et al.*, 2022].

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

Os desafios de tomada de decisão no contexto militar e de defesa raramente se fundamentam em uma única variável de influência. Portanto, especialmente em decisões estratégicas de alto nível, é frequente a necessidade de considerar múltiplas variáveis que frequentemente entram em conflito [Mclucas e Elsawah, 2020]. Além disso, a participação de diversos interessados é uma constante, refletindo a necessidade de harmonizar diferentes perspectivas e preferências dentro de um complexo cenário decisório. Essa diversidade de opiniões e interesses adiciona uma camada significativa de complexidade, impactando diretamente nas decisões finais em questões de defesa e segurança nacional. Esta complexidade exige uma abordagem meticulosa e estruturada para garantir que todas as variáveis e interesses sejam adequadamente ponderados e integrados na formulação de políticas e estratégias de defesa eficazes [Li, Huang e Feng, 2020].

No âmbito da defesa, a busca por consenso entre os stakeholders de uma análise é particularmente complexa, frequentemente exigindo a presença de um analista moderador que auxilie os avaliadores na construção da decisão final [Moreira *et al.*, 2023]. Este desafio é acentuado pelos elevados níveis de incerteza que caracterizam as situações de defesa, onde a experiência e a expertise dos decisores são cruciais para a avaliação dos cenários. Tais cenários demandam uma abordagem meticulosa para equilibrar as diversas perspectivas e conhecimentos envolvidos, garantindo que a decisão coletiva seja robusta, bem fundamentada e representativa das visões de todos os decisores envolvidos [Pluchinotta, Salvia e Zimmermann, 2022].

Neste cenário, metodologias de avaliação em grupo desempenham um papel fundamental, buscando prover a integração das percepções dos stakeholders estratégicos mediante sua participação ativa e interação. Essas metodologias visam alcançar um resultado favorável dentro do consenso de múltiplos avaliadores, levando em consideração não apenas as questões técnicas, mas também as implicações políticas e estratégicas [Hamurcu e Eren, 2020]. A abordagem de avaliação em grupo não se limita apenas à agregação de diferentes visões, mas também à construção de uma solução coletivamente aceitável. Isso implica respeitar as diferenças individuais e as diversas perspectivas, ao mesmo tempo em que se alinha aos objetivos comuns estabelecidos, como a segurança nacional, a proteção dos interesses estratégicos e a preservação da soberania [Jardim *et al.*, 2022].

No que tange a escolha metodológica para avaliação de variáveis oriundas do PND, se esclarece a integração de múltiplos stakeholders ao processo complexo de decisão. O fato de possuir múltiplos decisores com diferentes graus de expertises alinhados às mais diversificadas variáveis do problema de decisão, realçam a necessidade de distribuição destes líderes aos específicos níveis de avaliação da situação problemática, possibilitando a construção agregada das relevâncias das variáveis em um caráter local de desempenho, ou seja no seu nível de emprego, assim como entender a influência provida das demais variáveis pertencentes aos outros níveis da estrutura hierárquica e o impacto gerado pelos elementos de níveis inferiores aos níveis superiores. Neste contexto, o método SAPEVO-H² se demonstra uma ferramenta aderente às especificidades técnicas do problema em discussão.

2.1 Método SAPEVO-H²

O modelo de apoio metodológico SAPEVO-H², proposto por Moreira *et al.* [2023] permite a avaliação de uma situação problemática por múltiplos tomadores de decisão. Cada um pode avaliar parcial ou totalmente a hierarquia de variáveis e critérios, conforme sua expertise e parte do problema. A análise realizada reflete a estruturação prévia do problema, destacando a flexibilidade do método. Esta abordagem facilita a tomada de decisão ao considerar diversas perspectivas e expertises envolvidas. A divisão dos passos em sub passos torna o processo mais transparente e flexível em diferentes cenários de avaliação e complexidade.

O método em questão proporciona a estruturação de variáveis sob um formato de avaliação hierárquico, trazendo como base a avaliação multicritério no objetivo de evidenciar as interconectividades e relações de influência e impacto das variáveis entre si em um determinado nível de avaliação, assim como nos demais níveis, sejam inferiores ou superiores. Toda relação

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

apresentada em formato de resultados, se torna um reflexo indireto das preferências atribuídas pelos tomadores de decisão em aspectos locais de avaliação, provendo uma forma de agregação e influência global. A Figura 1 apresenta uma esquematização da estrutura axiomática do método SAPEVO-H².

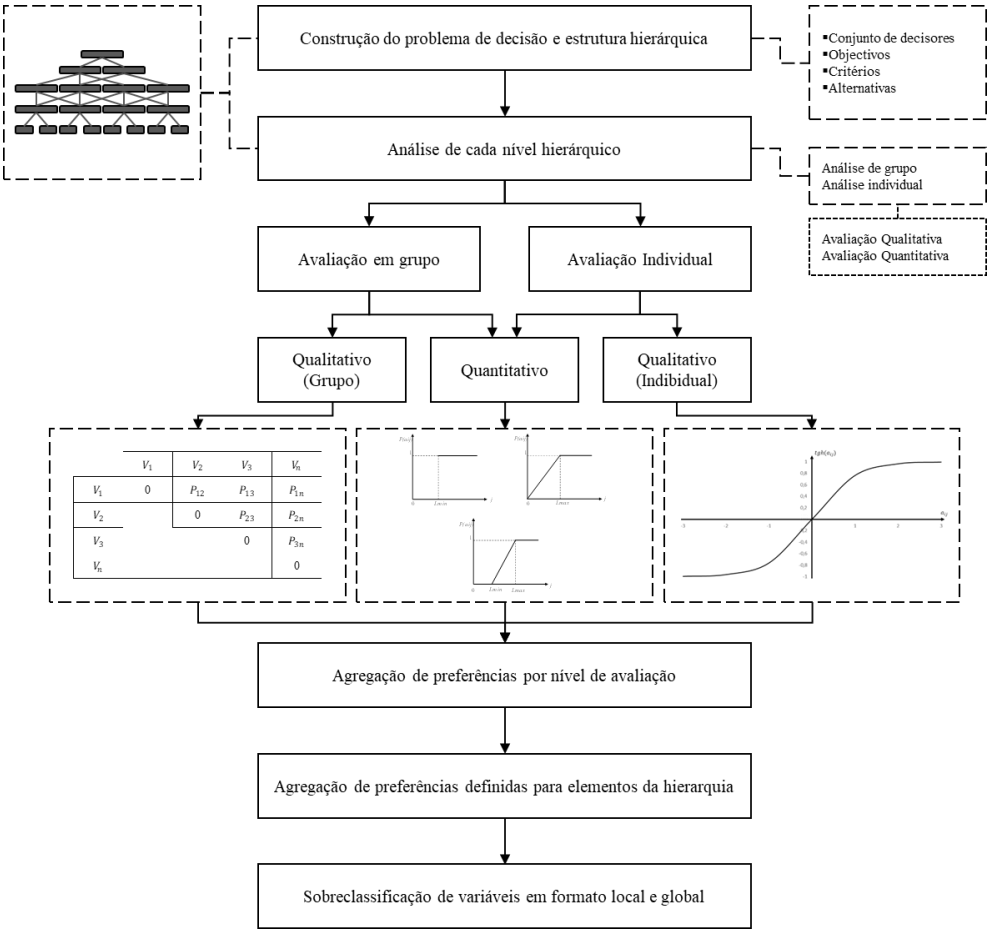


Figura 1 – Procedimento macro do método SAPEVO-H²

A estrutura axiomática integra um conjunto de decisores, permitindo que cada um avalie um problema com base em um conjunto de níveis hierárquicos. Em relação à realização de um objetivo estratégico específico, representando o topo da hierarquia em avaliação, é determinado para cada nível hierárquico um conjunto de variáveis. Para todos os conjuntos avaliados em cada nível, torna-se possível a avaliação por múltiplos tomadores de decisão ou por um único tomador de decisão. A avaliação de cada nível e variável pode ser feita de três maneiras: uma avaliação qualitativa com um grupo, uma avaliação qualitativa com um único tomador de decisão, ou uma avaliação quantitativa por um grupo ou um único stakeholder [Moreira *et al.*, 2023].

Para cada nível avaliado, um índice de classificação é construído entre as variáveis deste nível, representando o índice de desempenho local, onde é realizada a ponderação do grau de preferência de uma respectiva variável no nível superior. Uma vez atribuído o índice de importância de todas as variáveis da hierarquia, os valores são agregados, indicando a importância relativa da variável em relação à variável do nível superior. Para cada dois níveis acima de uma determinada variável, sua importância é obtida mediante um processo de agregação aditiva.

No que diz respeito à agregação aditiva, é possível obter o desempenho das alternativas, levando ao seu ranking em uma classificação global e local. Como se trata de um modelo hierárquico, é viabilizado analisar o desempenho das alternativas em cada critério ou atributo, esclarecendo o resultado global por meio das atribuições dos tomadores de decisão em diferentes níveis. É importante ressaltar que, além de obter o desempenho das alternativas, os critérios e

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

atributos em análise podem ser esclarecidos ao indicar sua importância no contexto decisório, representando as relações de preferência de um único tomador de decisão ou de um grupo de tomadores de decisão. Para uma melhor compreensão do processo axiomático, é sugerido a leitura de Moreira *et al.* [2023].

3. Proposta de Avaliação Hierárquica

A PND estabelece um quadro estratégico para a segurança e defesa do país, focalizando tanto em ameaças internas quanto externas. Dada estrutura delineia as diretrizes gerais que governam o emprego das Forças Armadas e a organização de recursos nacionais para garantir a soberania, a integridade territorial e o desenvolvimento nacional. Essa política é fundamentada em princípios de defesa que visam não apenas manter a paz e estabilidade regional, mas também fortalecer a capacidade do Brasil de agir de forma autônoma e com dissuasão favorável.

Os PPD destacam a importância de manter as Forças Armadas motivadas, preparadas e equipadas, promover investimentos em setores estratégicos como saúde, educação e tecnologia, e a participação ativa do Brasil em organismos internacionais. Assim, esses princípios não só corroboram a defesa nacional em termos de preparo militar, mas também enfatizam a segurança como um elemento indissociável do desenvolvimento econômico e social do país, estando estes direcionados e apresentando influência sobre os OND, que direcionam as ED e levam à determinação, análise e priorização das ações baseadas nas AED.

Se por um lado os elementos superiores de uma estrutura hierárquica proporcionam o direcionamento das ações em níveis inferiores, por outro lado, dadas ações podem impactar e esclarecer a efetividade das ED, OND e PPD. Na busca de esclarecer possível relação entre as variáveis e seus respectivos níveis hierárquicos, a Figura 2 ilustra dada associação.

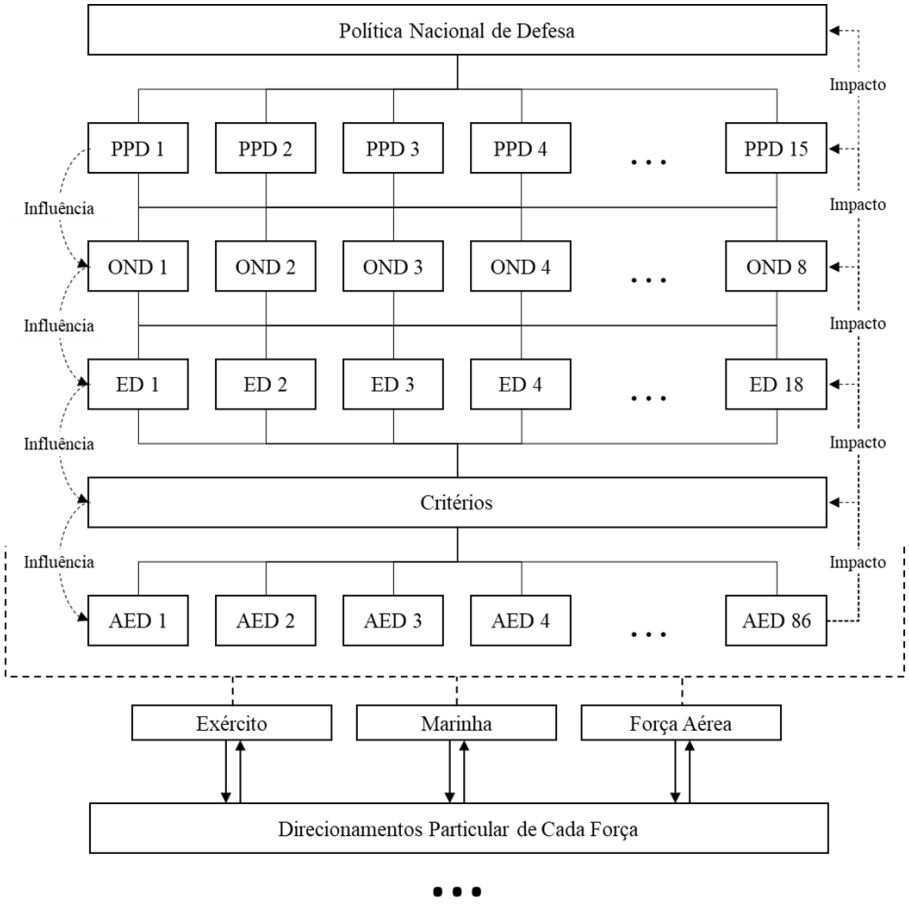


Figura 2 – Representação da estrutura hierárquica mediante a Política Nacional de Defesa

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

3.1. Aplicação Numérica

Para a construção do estudo, utilizou-se da opinião de oficiais pertencentes as três Forças Armadas, em busca de tangibilizar o estudo em proposição. Seguindo a PND são estabelecidos 15 PPD, 08 OND, 18 ED, e 86 AED. Seguindo uma viabilidade de aplicação do estudo, será considerado nesta avaliação de caráter hipotético a análise dos três primeiros níveis. Também deve ser ressaltado que o exemplo em aplicação é uma sintetização de um ambiente de avaliação, onde a hierarquia demonstrada na Figura 2 é de fato maior que o demonstrado, havendo outros níveis de análises, mas estes sendo variáveis particulares à avaliação de cada Força. Para uma compreensão específica de cada variável analisada, se sugere a leitura da PND [BRASIL, 2020].

Na busca de uma demonstração de aplicabilidade do método SAPEVO-H² ao cenário e estrutura hierárquica construída, se traz uma aplicação hipotética de avaliação, expondo possíveis desempenhos das variáveis nos múltiplos níveis estabelecidos. O método SAPEVO-H² traz duas formas de entrada, dada sua flexibilidade, opera com entradas cardinais e ordinais. Nos exemplos tratados neste estudo, se considera entradas ordinais, avaliadas sob comparação par a par entre as variáveis de cada nível em relação a um dado elemento do nível superior. Como entrada ordinal, se considera a escala de sete pontos estabelecida na Tabela 1.

Tabela 1 - Escala ordinal para avaliação de importância e desempenho das variáveis

Descrição verbal	Pontuação
Absolutamente pior / Absolutamente menos importante	-3
Muito Pior / Muito menos importante	-2
Pior / Menos importante	-1
Equivalente / Tão importante quanto	0
Melhor / Mais importante	1
Muito melhor / Muito mais importante	2
Absolutamente melhor / Absolutamente mais importante	3

Desta forma, iniciando pelos PPD, sendo os princípios estabelecidos no primeiro nível e trazendo um direcionamento nacional da defesa, a Tabela 2 demonstra possíveis utilidades construídas mediante a estrutura de comparação par a par viabilizada pelo modelo em implementação. Neste processo de avaliação, as entradas ordinais formam uma pontuação que quando normalizada viabiliza a transcrição em utilidade, representando o desempenho de cada variável em análise em relação as demais do conjunto. Para melhor detalhamento do processo axiomático na construção do desempenho, é sugerido a leitura de Moreira *et al.* [2023].

Tabela 2 – Atribuição e construção das utilidades aos PPD

	PPD 1	PPD 2	PPD 3	PPD 4	PPD 5	PPD 6	PPD 7	PPD 8	PPD 9	PPD 10	PPD 11	PPD 12	PPD 13	PPD 14	PPD 15	Utilidade
PPD 1	0	2	0	-2	-1	-1	0	2	3	1	2	-2	0	3	-2	0,073
PPD 2	-2	0	-2	-3	-3	-3	-2	0	1	-1	0	-3	-2	1	-3	0,028
PPD 3	0	2	0	-2	-1	-1	0	2	3	1	2	-2	0	3	-2	0,073
PPD 4	2	3	2	0	1	1	2	3	3	3	3	0	2	3	0	0,121
PPD 5	1	3	1	-1	0	0	1	3	3	2	3	-1	1	3	-1	0,099
PPD 6	1	3	1	-1	0	0	1	3	3	2	3	-1	1	3	-1	0,099
PPD 7	0	2	0	-2	-1	-1	0	2	3	1	2	-2	0	3	-2	0,073
PPD 8	-2	0	-2	-3	-3	-3	-2	0	1	-1	0	-3	-2	1	-3	0,028
PPD 9	-3	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-1	0	-2	-1	-3	-3	0	-3	0,009
PPD 10	-1	1	-1	-3	-2	-2	-1	1	2	0	1	-3	-1	2	-3	0,049
PPD 11	-2	0	-2	-3	-3	-3	-2	0	1	-1	0	-3	-2	1	-3	0,028
PPD 12	2	3	2	0	1	1	2	3	3	3	3	0	2	3	0	0,121
PPD 13	0	2	0	-2	-1	-1	0	2	3	1	2	-2	0	3	-2	0,073
PPD 14	-3	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-1	0	-2	-1	-3	-3	0	-3	0,009
PPD 15	2	3	2	0	1	1	2	3	3	3	3	0	2	3	0	0,121

O formato de avaliação par a par, mesmo expondo um esforço cognitivo relevante, favorece neste cenário de complexidade por sintetizar a necessidade de comparação entre apenas duas variáveis de cada vez. Seguindo as utilidades estabelecidas entre os PPD na Tabela 2, entende-se os princípios de maior relevância entre o conjunto estabelecido, desta forma, possibilitando a priorização destes princípios quando necessário o direcionamento das demais variáveis. Entende-

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

se que todo princípio se faz necessário, entretanto em um cenário real de alta complexidade de análise, se entende também a limitação de recursos, sejam tecnológicos ou sociais, trazendo assim a necessidade de priorização das variáveis.

Não obstante, assim como se analisou os PPD, o conjunto de OND é analisado, avaliando o conjunto de objetivos de forma particular a cada princípio. Considerando os desempenhos dos OND em cada PPD e o peso deste último, a Tabela 3 expõem a construção de uma utilidade agregada refletindo a influência do nível superior, assim como o impacto dos OND em caráter global de avaliação.

Tabela 3 – Utilidades globais dos OND e desempenhos individuais respectivos aos PPD

	PPD 1	PPD 2	PPD 3	PPD 4	PPD 5	PPD 6	PPD 7	PPD 8	PPD 9	PPD 10	PPD 11	PPD 12	PPD 13	PPD 14	PPD 15	Utilidade
OND 1	0,149	0,117	0,173	0,199	0,127	0,118	0,171	0,155	0,129	0,155	0,107	0,125	0,122	0,147	0,119	0,143
OND 2	0,089	0,117	0,130	0,095	0,185	0,111	0,122	0,096	0,114	0,118	0,182	0,108	0,105	0,108	0,121	0,119
OND 3	0,136	0,140	0,115	0,111	0,090	0,106	0,073	0,111	0,129	0,068	0,099	0,087	0,203	0,081	0,107	0,109
OND 4	0,143	0,105	0,167	0,100	0,102	0,136	0,125	0,164	0,124	0,082	0,090	0,155	0,100	0,155	0,094	0,121
OND 5	0,110	0,137	0,109	0,109	0,082	0,123	0,129	0,085	0,120	0,158	0,128	0,110	0,103	0,110	0,144	0,116
OND 6	0,116	0,143	0,145	0,114	0,177	0,170	0,172	0,098	0,176	0,151	0,111	0,136	0,120	0,160	0,103	0,137
OND 7	0,143	0,105	0,083	0,135	0,082	0,100	0,074	0,127	0,122	0,135	0,132	0,110	0,118	0,094	0,152	0,115
OND 8	0,115	0,136	0,079	0,137	0,155	0,136	0,134	0,164	0,085	0,133	0,151	0,170	0,130	0,146	0,159	0,139
Pesos	0,073	0,028	0,073	0,121	0,099	0,099	0,073	0,028	0,009	0,049	0,028	0,121	0,073	0,009	0,121	

Observando as utilidades estabelecidas para os OND, é compreendido uma certa proximidade entre estes elementos, mas havendo destaque para alguns outros como variáveis de maior priorização no que tange o alcance dos princípios e gestão da Política de Defesa. Em conformidade como uma modelagem hierárquica, é compreendido que as relações de influência e impacto entre os níveis são esclarecidas entre a função de agregação possibilitada no modelo.

Seguindo a aplicabilidade do estudo para a análise do terceiro nível, composto pelas ED, a Tabela 4 apresenta seus respectivos desempenhos individuais para cada objetivo do segundo nível, recebendo a específica influência dos pesos dos OND para construção das utilidades.

Tabela 4 – Utilidades globais das ED e desempenhos individuais respectivos aos OND

	OND 1	OND 2	OND 3	OND 4	OND 5	OND 6	OND 7	OND 8	Utilidade
ED 1	0,083	0,026	0,026	0,027	0,084	0,061	0,053	0,031	0,050
ED 2	0,060	0,062	0,061	0,039	0,065	0,082	0,086	0,028	0,060
ED 3	0,041	0,048	0,046	0,089	0,042	0,074	0,097	0,080	0,065
ED 4	0,041	0,042	0,047	0,022	0,042	0,088	0,028	0,029	0,043
ED 5	0,072	0,088	0,085	0,062	0,039	0,052	0,093	0,068	0,069
ED 6	0,052	0,052	0,065	0,085	0,024	0,087	0,045	0,051	0,058
ED 7	0,026	0,053	0,082	0,035	0,088	0,033	0,086	0,081	0,059
ED 8	0,079	0,057	0,078	0,029	0,059	0,054	0,033	0,101	0,062
ED 9	0,077	0,022	0,073	0,031	0,086	0,027	0,049	0,056	0,053
ED 10	0,022	0,094	0,066	0,079	0,091	0,024	0,057	0,029	0,056
ED 11	0,076	0,095	0,048	0,055	0,034	0,025	0,049	0,066	0,056
ED 12	0,072	0,074	0,043	0,049	0,083	0,036	0,091	0,025	0,058
ED 13	0,080	0,040	0,054	0,036	0,022	0,050	0,035	0,091	0,053
ED 14	0,053	0,079	0,047	0,094	0,054	0,032	0,030	0,033	0,052
ED 15	0,033	0,031	0,085	0,088	0,025	0,074	0,029	0,034	0,050
ED 16	0,046	0,071	0,024	0,079	0,066	0,085	0,058	0,056	0,061
ED 17	0,022	0,036	0,029	0,067	0,044	0,057	0,059	0,096	0,052
ED 18	0,065	0,030	0,043	0,033	0,050	0,058	0,023	0,044	0,044
Pesos	0,143	0,119	0,109	0,121	0,116	0,137	0,115	0,139	

Possibilitada a construção das utilidades das ED mediante a função de agregação aditiva, se possibilita a priorização de estratégias tendo em consideração as respectivas importâncias estabelecidas aos objetivos e aos princípios, estando dois níveis acima. Neste cenário, por se tratar de um modelo hierárquico, a partir do terceiro nível de qualquer estrutura, a função de agregação é possibilitada não só para o nível superior, conforme exposto na Tabela 4, mas também a construção das respectivas relações de impacto para os demais níveis, neste caso para o primeiro nível, conforme exposto na Tabela 5, elicitando os respectivos desempenhos individuais de cada ED para cada PPD. Deve ser ressaltado que a construção das utilidades não se faz necessária, pois

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

estas se mantêm, desde que os pesos dos elementos do segundo nível, quando ponderados, já apresentavam a influência das variáveis do primeiro nível.

Tabela 5 – Desempenhos individuais das ED respectivos aos PPD

	PPD 1	PPD 2	PPD 3	PPD 4	PPD 5	PPD 6	PPD 7	PPD 8	PPD 9	PPD 10	PPD 11	PPD 12	PPD 13	PPD 14	PPD 15
ED 1	0,049	0,049	0,050	0,052	0,047	0,049	0,052	0,048	0,050	0,054	0,048	0,048	0,047	0,050	0,050
ED 2	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,057	0,063	0,062	0,060	0,058	0,060	0,059	0,060
ED 3	0,065	0,064	0,063	0,064	0,064	0,065	0,063	0,067	0,064	0,064	0,064	0,067	0,063	0,066	0,065
ED 4	0,042	0,044	0,044	0,042	0,045	0,044	0,045	0,040	0,045	0,044	0,042	0,042	0,043	0,043	0,041
ED 5	0,070	0,069	0,069	0,070	0,070	0,068	0,067	0,070	0,069	0,068	0,071	0,068	0,071	0,068	0,070
ED 6	0,058	0,058	0,061	0,057	0,060	0,060	0,059	0,059	0,060	0,055	0,056	0,059	0,058	0,060	0,055
ED 7	0,060	0,061	0,055	0,059	0,057	0,058	0,056	0,059	0,058	0,060	0,062	0,059	0,063	0,056	0,064
ED 8	0,061	0,063	0,060	0,064	0,063	0,061	0,063	0,062	0,060	0,062	0,062	0,062	0,064	0,062	0,063
ED 9	0,054	0,054	0,052	0,055	0,048	0,051	0,052	0,053	0,052	0,054	0,051	0,051	0,055	0,051	0,054
ED 10	0,056	0,057	0,057	0,053	0,055	0,056	0,054	0,055	0,057	0,055	0,059	0,055	0,057	0,055	0,058
ED 11	0,055	0,055	0,057	0,057	0,059	0,054	0,056	0,058	0,054	0,055	0,059	0,056	0,055	0,056	0,056
ED 12	0,059	0,058	0,059	0,060	0,056	0,057	0,058	0,057	0,059	0,061	0,060	0,057	0,057	0,057	0,060
ED 13	0,052	0,052	0,051	0,055	0,054	0,052	0,053	0,054	0,050	0,052	0,051	0,053	0,053	0,053	0,052
ED 14	0,053	0,052	0,056	0,051	0,053	0,052	0,053	0,053	0,052	0,050	0,053	0,053	0,051	0,053	0,051
ED 15	0,051	0,050	0,053	0,048	0,049	0,052	0,049	0,051	0,052	0,045	0,046	0,050	0,053	0,051	0,046
ED 16	0,059	0,060	0,062	0,059	0,063	0,063	0,063	0,060	0,062	0,062	0,061	0,062	0,057	0,063	0,060
ED 17	0,051	0,052	0,049	0,050	0,053	0,053	0,052	0,054	0,050	0,052	0,052	0,055	0,050	0,054	0,053
ED 18	0,043	0,044	0,045	0,045	0,044	0,044	0,046	0,043	0,044	0,045	0,042	0,044	0,043	0,045	0,043

Se tratando de uma aplicação hipotética, este estudo se limita na avaliação dos três níveis. Para uma análise real e de alto nível, é indicado a inclusão de critérios para avaliação dos demais níveis, neste caso quando analisado as ações estratégicas expostas no quarto nível da hierarquia. Em continuidade da aplicação, os próximos níveis inferiores, conforme discutido na Figura 2, representariam variáveis e direcionamentos particulares das três Forças Armadas existentes, trazendo suas próprias perspectivas de tomada de decisão, mas sendo estas refletidas e direcionadas mediante as prioridades e relevâncias estabelecidas nos níveis macros do modelo.

Neste cenário de avaliação, mediante o apoio metodológico do método SAPEVO-H², é compreendido que independentemente do número de níveis hierárquico e sua avaliação sendo por grupos ou trazendo uma visão individual de cada Força, é possibilitado a construção da relevância de uma ação e o quanto esta pode impactar ou representar uma importância para o alcance de uma estratégia, objetivo ou garantia dos princípios de defesa estabelecidos em âmbito nacional. Assim sendo, mesmo sendo um estudo de aplicação hipotética, se compreende o valor agregado deste estudo como modelo de apoio à decisão, não apenas em análises de nível nacional, mas também sendo um modelo de suporte em processos decisórios particulares a cada Força.

Ao compreender a interconexão entre os diferentes níveis hierárquicos, ao aplicar o método SAPEVO-H², as relevâncias das variáveis superiores, estabelecidas como PPD e OND são apresentadas para priorizar as ações e estratégias mais críticas em cenários reais. Por exemplo, se a análise revela que a ED-3 “Regularidade orçamentária” tem um impacto significativo em vários OND, as AED associadas a essa ED podem receber maior ênfase na alocação de recursos. Isso é particularmente útil em situações em que as forças armadas precisam decidir entre diferentes ações estratégicas, como o fortalecimento da presença militar em áreas de interesse geoestratégico, como a Amazônia Azul, ou o Atlântico Sul. Esse processo estruturado permite que decisões complexas sejam tomadas com uma visão clara de como cada ação contribui para a soberania nacional, integridade territorial e os demais objetivos da defesa nacional.

Respectivamente, mediante o estudo de caso hipotético elicitado, se compreende a problemática de análise das variáveis estabelecidas sob uma estrutura hierárquica seguindo a PND Brasileira, transcrevendo prioridades a serem efetivadas através das preferências atribuídas entre eles nos respectivos níveis. A implementação da modelagem SAPEVO-H² proporcionou inicialmente esclarecer as variáveis em seus níveis de avaliação, possibilitando assim a agregação entre elas em diferentes níveis e apresentando o desempenho agregado dos elementos de composição de cada nível da hierarquia, expondo as diferentes utilidades em caráter local a cada nível e global à estrutura idealizada.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

É importante enfatizar que todas as preferências elencadas neste estudo se baseiam nas perspectivas e visões dos oficiais que trabalharam na análise da aplicação do modelo, representando a visão de algumas organizações militares ou departamentos, e não representando a visão conjunta da três Forças Armadas. Alinhado com algumas limitações do estudo, ressalta-se que a pesquisa traz a percepção da tomada de decisão direcionada ao esclarecimento e priorização de variáveis presentes na constituição do PND, onde a mudança nos tomadores de decisão ou o cenário político pode propiciar o estabelecimento ou inclusão de diferentes variáveis, expondo uma nova estrutura hierárquica com uma variedade de novas ações e suas respectivas prioridades.

Neste contexto, o estudo explicita a viabilidade de implementação do método SAPEVO-H² ao contexto de análise de variáveis específicas ao PND, integrando assim uma abordagem multicritério mediante um modelo axiomático composto por avaliações de cunho qualitativo e quantitativo em um processo decisório de alta complexidade. Entende-se também que cada Força Armada presente em solo nacional tem suas diretrizes próprias e linhas de ações estratégicas a serem efetivadas, entretanto, com o modelo proposto se explicita a possibilidade de integração entre as decisões de nível macro no cenário de defesa nacional, possibilitando garantir a segurança e soberania da nação.

4. Conclusão

A tomada de decisão no contexto da PND brasileira é marcada por uma complexidade de alto nível, contemplando múltiplas variáveis, diferentes tomadores de decisão com variabilidade de perspectivas, assim como inúmeras relações de influência e impacto estabelecidas entre os elementos de uma estrutura hierárquica de decisão. O modelo SAPEVO-H², aplicado neste estudo, sob um cenário hipotético, endereça essa complexidade ao proporcionar uma estrutura hierárquica de avaliação mediante metodologia multicritério que reflete a interdependência das variáveis envolvidas, desde princípios até ações estratégicas. A necessidade de uma modelagem que suporte a tomada de decisão em ambientes de alta complexidade e incerteza justifica a escolha desse método, destacando sua relevância para estruturas de defesa que operam sob variáveis dinâmicas e multifacetadas.

O método SAPEVO-H² demonstrou ser particularmente adequado para o cenário da situação problemática em discussão, onde decisões necessitam balancear aspectos estratégicos, operacionais e táticos. A capacidade do modelo de integrar diversas camadas de avaliação e sua flexibilidade para ajustar-se conforme os níveis hierárquicos envolvidos efetivam sua viabilidade de implementação. Além disso, a aplicação do estudo de caso revelou que, apesar de algumas limitações, como a representatividade restrita dos stakeholders envolvidos, o modelo pode ser expandido para uma avaliação mais abrangente, considerando a inclusão de mais variáveis, níveis e diferentes cenários de estudo e observação.

Os resultados obtidos com a aplicação do método SAPEVO-H² evidenciaram a eficácia do modelo em proporcionar uma visão clara das prioridades estratégicas no âmbito do PND. A capacidade de detalhar o impacto das variáveis em diferentes níveis da hierarquia permitiu uma compreensão aprofundada das inter-relações e dependências entre os objetivos, estratégias e ações. Desta forma, essa visão integrada se torna crucial para a eficácia das políticas de defesa, assegurando que todas as ações estejam alinhadas aos objetivos nacionais e garantia dos princípios de defesa estabelecidos para alcance e manutenção da soberania nacional.

Neste cenário, conclui-se que a metodologia seguida se demonstra como uma ferramenta robusta e favorável para a análise de variáveis de alta complexidade com inúmeras interconectividades diretas e indiretas a elementos táticos e estratégicos, oferecendo um meio sistemático e estruturado de avaliação em contextos de incerteza estratégica. Em forma de estudos futuros, recomenda-se a expansão do modelo para incluir uma gama mais ampla de stakeholders e a análise de cenários alternativos, o que poderia enriquecer as estratégias de defesa com observações ainda mais precisas. Além disso, estudos futuros poderiam explorar a aplicação do modelo em outras áreas de política pública, verificando sua adaptabilidade e eficácia em diferentes contextos decisórios de alto nível.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

Referências

ARCOS, R. National Security Intelligence. *The Palgrave Encyclopedia of Global Security Studies*. Springer, 2023. p. 998–1003.

BASÍLIO, M. P. *et al.* A Systematic Review of the Applications of Multi-Criteria Decision Aid Methods (1977–2022). *Electronics*, v. 11, n. 11, p. 1720, 2022.

BRASIL. *Política Nacional de Defesa - Estratégia Nacional de Defesa*. 1. ed. Brasília: Ministério da Defesa, 2020.

BUVANESH, A.; PASARI, S. Modelling War Phenomena with an emphasis on Operation Research. 2021, IEEE, 2021. p. 1–4.

CAMILLI, E. Understanding national security strategies. *International Security Observer*, p. 1–71, 2016.

CORREA, C. R.; CAGNIN, C. H. Prospective games for defence strategic decisions in Brazil. *Foresight*, v. 18, n. 1, p. 4–23, 2016.

COSTA, I. P. DE A. *et al.* BIBLIOMETRIC STUDIES ON MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS (MCDA) METHODS APPLIED IN MILITARY PROBLEMS. *Pesquisa Operacional*, v. 42, 2022.

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

HAUSKEN, K. 50 years of Operations Research in Defense–a European Perspective. *European Journal of Operational Research*, 2024.

HITCH, C. J. *Decision-making for Defense*. University of California Press, 2022.

HO, E. *et al.* Game Theory in defence applications: A review. *Sensors*, v. 22, n. 3, p. 1032, 2022.

JARDIM, R. *et al.* Design of a framework of military defense system for governance of geoinformation. *Procedia Computer Science*, v. 199, p. 174–181, 2022.

LI, N.; HUANG, J.; FENG, Y. Human performance modeling and its uncertainty factors affecting decision making: a survery. *Soft Computing*, v. 24, n. 4, p. 2851–2871, 2020.

MCLUCAS, A. C.; ELSAWAH, S. System dynamics modeling to inform defense strategic decision-making. *System Dynamics: Theory and Applications*, p. 341–373, 2020.

MOREIRA, M.Â.L. et al. SAPEVO-H2 a multi-criteria approach based on hierarchical network: analysis of aircraft systems for Brazilian navy. In: International Conference Innovation in Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 61-74.

MOREIRA, M. Â. L.; SILVA, F. C. A.; *et al.* SAPEVO-H^2 a Multi-Criteria Systematic Based on a Hierarchical Structure : Decision-Making Analysis for Assessing Anti-RPAS Strategies in Sensing Environments. *Processes*, v. 11, n. 2, p. 1–34, 2023.

MORGAN, F. E. *et al.* Military applications of artificial intelligence. *Santa Monica: RAND Corporation*, 2020.

NAIR, P. B. Artificial Intelligence and War: Understanding Their Convergence and the Resulting Complexities in the Military Decision-Making Process. *AI, Consciousness and The New Humanism: Fundamental Reflections on Minds and Machines*. Springer, 2024. p. 259–272.

PLUCHINOTTA, I.; SALVIA, G.; ZIMMERMANN, N. The importance of eliciting stakeholders'

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br

system boundary perceptions for problem structuring and decision-making. *European Journal of Operational Research*, v. 302, n. 1, p. 280–293, 2022.

POPPER, S. W. Designing a Robust Decision–Based National Security Policy Process: Strategic Choices for Uncertain Times. *Adaptive Engagement for Undergoverned Spaces*, p. 287, 2022.

RAISIO, H.; PUUSTINEN, A.; JÄNTTI, J. "The security environment has always been complex!": the views of Finnish military officers on complexity. *Defence studies*, v. 20, n. 4, p. 390–411, 2020.

RAZMA, G. Strategic Facts as a Comprehensive Model for Defence Analysis. *Defence Studies*, v. 23, n. 2, p. 254–273, 2023.

RUSSELL, D. J. A. *et al.* Navy Strategy Development: Strategy in the 21st Century. *Monterey, CA: Naval Postgraduate School*, 2015.

SANTOS, M. *et al. Ferramentas computacionais de apoio à tomada de decisão*. 1. ed. São Paulo - Brasil: ., 2023.

SHORTLAND, N.; ALISON, L.; BARRETT-PINK, C. Military (in)decision-making process: a psychological framework to examine decision inertia in military operations. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, v. 19, n. 6, p. 752–772, 2 nov. 2018.

DOI: 10.59254/sbpo-2024-193889
https://proceedings.science/p/193889?lang=pt-br