



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE SYLVIO DE CAMARGO - CIASC
CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS DA MARINHA DO BRASIL

CT FN STEVE ALBERT DE JESUS LIMA

COMPARAÇÃO DE LINHAS DE AÇÃO EM OPERAÇÕES TERRESTRES DO
CFN: APOIO À DECISÃO DE ALTO NÍVEL COM OS MÉTODOS MULTICRITÉRIO
AHP E THOR.

Rio de Janeiro, RJ

2019

CT FN STEVE ALBERT DE JESUS LIMA

**COMPARAÇÃO DE LINHAS DE AÇÃO EM OPERAÇÕES TERRESTRES DO
CFN: APOIO À DECISÃO DE ALTO NÍVEL COM OS MÉTODOS MULTICRITÉRIO
AHP E THOR.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários à obtenção do certificado de Especialista em Gestão de Operações e Logística pela Universidade Federal do Rio Grande em cooperação com o Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo, Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil.

Orientador:

Prof. Dr. Marcos dos Santos

COMPARAÇÃO DE LINHAS DE AÇÃO EM OPERAÇÕES TERRESTRES DO CFN: APOIO À DECISÃO DE ALTO NÍVEL COM OS MÉTODOS MULTICRITÉRIO AHP E THOR.

STEVE ALBERT DE JESUS LIMA

Capitão – Tenente (FN)

RESUMO

O Processo de Planejamento Militar (PPM) é uma ferramenta através da qual os comandantes podem utilizar para resolução de problemas militares. Contando com uma equipe de assessores, no Estado Maior (EM), são feitas análises prévias que vão desde o confronto dessas possíveis soluções com as possibilidades do inimigo à verificação da adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade. Após todo esse trabalho sinérgico, são apresentadas as linhas de ação (LA) que poderão ser adotadas. Na quarta etapa da primeira fase do PPM, Comparação das LA, apoiado em critérios e subcritérios pré estabelecidos o comandante decide qual delas adotar. Aplicando o método Analytic Hierachy Process (AHP) e o THOR, o objetivo deste estudo é mostrar, de maneira comparativa, como estes dois métodos multicritério de apoio a tomada de decisão podem contribuir para a seleção da LA num contexto de operações terrestres realizadas por um Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais (BtlInfFuzNav).

Palavras-chave: Analytic Hierarachy Process (AHP), THOR, Apoio Multicritério a Decisão, Processo de Planejamento Militar (PPM), Linha de Ação, Tomada de Decisão, CFN, PSM, SODA.

Tópicos: Apoio Multicritério a Decisão no Processo de Planejamento Militar no CFN

1. INTRODUÇÃO

O processo de planejamento militar (PPM) é uma ferramenta que visa prover auxílio ao Comandante na formulação e na escolha de qual plano de ação adotar. O Manual de Planejamento Operativo da Marinha (BRASIL, 2006, p.1-3) elucida que ao aplicar este processo, o decisor consegue obter credibilidade dos seus subordinados, ao notarem a participação numa operação criteriosamente planejada, maior velocidade nas ações, ao acelerar o ciclo decisório, redução da subjetividade apoiada na intuição e permite, através de uma sequência de procedimentos de análise pré-estabelecidos e organizados logicamente, chegar a decisões consistentes.

Para chegar à solução de seu Problema Militar, o comandante e seu EM seguem uma sequência de três etapas, cíclicas, contínuas e flexíveis, subdivididas em fases, onde desenvolvem atividades específicas:

1ª ETAPA – Exame da Situação

FASE 1 – A Missão e sua Análise

FASE 2 – A Situação e sua Compreensão

FASE 3 – Possibilidades do Inimigo, Linhas de Ação e Confronto

FASE 4 – Comparação das Linhas de Ação

FASE 5 – Decisão

2ª ETAPA – Desenvolvimento do Plano de Ação e Elaboração da Diretiva (DEPAED)

FASE 1 – Conceito Preliminar da Operação

FASE 2 – Hipóteses Básicas

FASE 3 – Operações Componentes de Apoio a Cargo de Forças Amigas

FASE 4 – Execução das Operações Componentes

FASE 5 – Organização da Força por Tarefas

FASE 6 – Tarefas e Instruções para os Subordinados

FASE 7 – Aspectos de Comando

FASE 8 – Informações para os Subordinados

FASE 9 – Diretiva

3ª ETAPA – Controle da Ação Planejada

a) Planejamento do Controle

b) Controle da Ação em Curso

O foco deste artigo acadêmico é na FASE 4 da 1ª ETAPA, comparação das linhas de ação (LA). Através da aplicação do método AHP, ao admitir a subjetividade de maneira consistente, e do THOR, apoiado simultaneamente nas teorias da utilidade, modelagem de

preferência e multi-atributo, pretende-se mostrar, de maneira relacional, as suas respectivas contribuições para uma interpretação da distinção entre as possibilidades de ações a serem adotadas por um Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais (BtlInfFuzNav) no curso de operações terrestres.

Diante disso, este artigo acadêmico está estruturado da seguinte forma: A Seção 2, apresentando um entendimento, à luz da doutrina do Corpo de Fuzileiros Navais, do problema a ser solucionado que é a comparação de linhas de ação (LA) e a estruturação do problema apoiado em *Problem Structuring Methods*; A Seção 3, apresentando uma breve revisão histórica e procedimental dos métodos AHP e THOR; A Seção 4, expondo a aplicação dos métodos citados ao problema apresentado, estruturando-o matematicamente; A Seção 5, apresentando as conclusões, comparações, limitações da análise e possibilidades de ampliação das pesquisas obtidas com as respectivas aplicações e, por fim, na Seção 6, a bibliografia utilizada.

2. PROBLEMA A SER SOLUCIONADO E SUA ESTRUTURAÇÃO

2.1. Comparação de Linhas de Ação

O Manual de Planejamento Operativo da Marinha (BRASIL,2006, p.4-36) define linha de ação como um plano realizável, por meio do qual a missão pode ser cumprida. Formuladas na Fase 3 da 1ª ETAPA, ainda denominadas LAP (Linha de Ação Preliminares), cada uma prevê o emprego da Força orientada pelas informações obtidas das fases precedentes.

Após formuladas, as LAP são submetidas à duas análises: A primeira é a prova de adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade, habitualmente chamada de Teste de AEA, que consiste em verificar:

- Adequabilidade: Verificar se, por si só, a LA cumpre a missão;
- Exequibilidade: A LA pode ser posta em ação com as Forças, apoio e tecnologia disponíveis, mesmo em face da oposição do Inimigo; e
- Aceitabilidade: Se os prejuízos da adoção dessa LA são compensados pelos resultados que obteremos.

Caso alguma das LAP não cumpra um desses requisitos, ela deve ser descartada. Se por ventura todas as LAP não cumprirem, pode-se gerar uma combinação delas visando dar sequência ao planejamento ou então retornar à alguma das fases anteriores, dado a característica cíclica deste processo, e refazer o planejamento.

Passada a análise anterior, as LAP passam a ser chamadas de LA. Assim, segue-se para uma segunda verificação que consiste no confronto dessas LA com as possibilidades do inimigo

(PI). De acordo com o Manual de Planejamento Operativo da Marinha (BRASIL, 2006, p.4-31), este momento pode ser entendido como sendo um "jogo de guerra mental", onde basicamente observa-se:

- Ações que o inimigo pode executar para realizar a PI;
- Ações que devem ser executadas para realizar a LA, face à oposição dessa PI;
- Interações entre a LA e a PI; e
- Conclusões.

Após esta sequência de testes e confrontos, passa-se à FASE 4 da 1ª ETAPA, Comparação das Linhas de Ação. Nesta fase, o propósito do Comandante é, dentre as LA disponíveis, escolher a melhor para cumprir sua missão, seguindo a seguinte sequência, conforme o Manual de Planejamento Operativo da Marinha (BRASIL, 2006, p. 4-57):

- Vantagens e Desvantagens;
- Provas Finais de adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade; e
- Avaliação do Mérito Relativo e Seleção de uma LA para a Decisão.

Entretanto, ao levarmos para o âmbito do Corpo de Fuzileiros Navais, especificamente para os BtlInfFuzNav, dada a peculiaridade de suas ações, essa comparação também é orientada segundo os seguintes critérios e subcritérios, objetos focais deste estudo, constantes no Manual do Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais (BRASIL, 2008, p. E-1):

- Em operações ofensivas:

Tabela 1 – Critérios e subcritérios para comparação de LA na ofensiva:

Critérios	Subcritérios
1.0 - Terreno	1.1 - Utiliza as melhores VA (Inf e CC);
	1.2 - Mobilia as VA disponíveis, segundo o valor das peças de manobra empregadas e as condições de dominância, de maneira que sejam utilizadas todas ou, pelo menos, aquelas que controlam os acidentes capitais ou pontos críticos mais importantes
	1.3 - Confere maior rapidez no controle dos Obj decisivos ou acidentes capitais e pontos críticos importantes
	1.4 - Facilidade de coordenação, controle e apoio de fogo, quando considerada a direção com que são abordados os objetivos.
2.0 - Dispositivo Inimigo	2.1 - Permite ao Escalão de Ataque pressionar o dispositivo inimigo em toda frente e em profundidade;
	2.2 - Evita as frentes melhor defendidas do dispositivo inimigo; e
	2.3 - Explora convenientemente as fraquezas identificadas no dispositivo inimigo.
3.0 - Possibilidades do Inimigo	3.1 - Simplicidade na manobra (evita mudanças bruscas na direção de ataque, alterações de dispositivo, medidas de coordenação e controle adicionais);
	3.2 - Facilidades para coordenação e controle da manobra;
	3.3 - Facilidades para o ApF;
	3.4 - Menor poder de combate necessário ao EscAtq;
	3.5 - Independência entre o AtqPcp e o AtqSed e tem os flancos protegidos;
	3.6 - As melhores condições de apoio mútuo entre o AtqPcp e o AtqSed;
	3.7 - Poder de combate da Reserva compatível com a flexibilidade pretendida e tarefas a ela atribuídas;
	3.8 - Flexibilidade no emprego da Reserva em função do seu posicionamento ao longo da manobra (VA disponíveis);
	3.9 - Flexibilidade no emprego da Reserva em função de sua composição (fracionamento, capacidade, natureza da tropa empregada);
	3.10 - Condições favoráveis ao prosseguimento em operações futuras;
	3.11 - Facilidade para o Apoio Logístico; e
	3.12 - Menores perdas de pessoal e material.
4.0 - Nosso Dispositivo	4.1 - Defender (ou defender ainda): evita a abordagem frontal e direta do Ini ao mesmo tempo que protege o EscAtq dos contra-ataques do Ini;
	4.2 - Reforçar: antecipa-se ao reforço Ini ou impede sua efetivação; e
	4.3 -Retardar/Retrair: confere rapidez à manobra negando ao Ini que este atinja os efeitos dessas PI

Fonte: Autor (2019) baseado no CGCFN-3100.

- Em operações defensivas

Tabela 2 – Critérios e subcritérios para comparação de LA na defensiva:

Critérios	Subcritérios
1.0 - Terreno	1.1 - Apropriada divisão dos conjuntos topotáticos (limites), observando-se as áreas passivas, obstáculos e fatores limitativos da observação e campos de tiro;
	1.2 - Aproveitamento judicioso e adequado do terreno, particularmente dos obstáculos naturais (para estabelecimento das posições e para proteção);
	1.3 - Integral responsabilidade de barrar cada VA que incida na posição defensiva;
	1.4 - Adequado aprofundamento de cada setor defensivo;
	1.5 - Boas condições para a realização de contra-ataques (PATq e VA);
	1.6 - Segurança da posição na frente e nos flancos; e
	1.7 - Compatibilidade da largura da frente atribuída aos elementos de manobra com os respectivos poderes de combate.
2.0 - Dispositivo Inimigo	2.1 - A manobra defensiva reagirá bem, em toda a frente e em profundidade, considerando as possíveis ações a serem desencadeadas pelo inimigo (inclusive direção de ataque), com ênfase nos aspectos de segurança.
3.0 - Possibilidades do Inimigo	3.1 - Divisão adequada do poder de combate na ADA, na ARes e na ASeg, face às possibilidades do inimigo atacar ou reforçar seu ataque em um setor específico.
4.0 - Nosso Dispositivo	4.1 - Simplicidade;
	4.2 - Facilidade para o controle e coordenação;
	4.3 - Número de núcleos defensivos compatíveis com o número de VA na ADA e em profundidade;
	4.4 - Valor e localização da Reserva, garantindo flexibilidade de organização e de emprego;
	4.5 - Facilidade para a coordenação dos fogos defensivos;
	4.6 - Segurança (manutenção do apoio mútuo e defesa em todas as direções); e
	4.7 - Compatibilidade das frentes e profundidades atribuídas aos elementos subordinados.

Fonte: Autor (2019) baseado no CGCFN-3100.

À luz do Manual de Planejamento dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais (BRASIL, 2008,p.2-4) tem-se:

A Estimativa é uma análise lógica e ordenada de todos os fatores que afetam o cumprimento da missão. Sua finalidade é assessorar o Comandante em sua Decisão, determinando a LA mais favorável sob o ponto de vista do analisador. Em sua essência, elas representam, juntamente com o confronto, o suporte para o teste final de Adequabilidade, Exeqüibilidade e Aceitabilidade de uma LA, na Fase 4 do Exame da Situação.

Sendo assim, dada a grande importância das Estimativas no momento da comparação das LA, visando obter simplicidade no processo, os seguintes critérios serão considerados junto aos acima citados para as operações terrestres:

Tabela 3 – Estimativas

5.0 - Estimativas	5.1 - Blindados
	5.2 - Aviação
	5.3 - Artilharia
	5.4 - Engenharia
	5.5 - Operações Especiais
	5.6 - Apoio Logístico

Fonte: Autor (2019) baseado no CGCFN-50.

Cabe ressaltar que, para este trabalho acadêmico, concernente as estimativas, foram considerados apenas as mais comuns em operações terrestres. Porém, dependendo do tipo de operação e composição do Estado Maior dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais (GptOpFuzNav), outros subcritérios podem ser utilizados nos estudos. Como apresentado no Manual de Coordenação de Apoio de Fogo dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais

(BRASIL,2008, p.3-6), tem-se, por exemplo, a estimativa de Apoio de Fogo Naval, aplicada em Operações Anfíbias, confeccionada pelo Oficial de Ligação de Fogo Naval (OLIFONA).

Findada essa comparação por base nos critérios e subcritérios acima listados, agregadas das informações complementares, o Comandante chega à sua decisão dando prosseguimento às demais fases e etapas do processo de planejamento militar.

2.2. PO SOFT

A PO Soft surgiu da necessidade de se analisar problemas sob uma ótima subjetiva e humanizada, como ratifica Gomes e Gomes (2019). Os métodos componentes da PO Soft permitem, primeiramente, estruturar para depois tentar resolvê-los.

Andrade e Moraes, (2016), apresentam e descrevem os seguintes métodos para a estruturação de problemas:

SODA (Strategic Options Development and Analysis) – Método apoiado em mapas cognitivos que permitem analisar a visão do decisor referente ao problema.

SSM (Soft System Methodology) – Método mais genérico que foca na reformulação de um sistema, um para cada visão importante do objeto focal de análise. Através de comparação com pontos de vista já existentes sobre este sistema, se busca debater sobre as alterações que são desejáveis.

SCA (Strategic Choice Approach) – Método dedicado às situações com alto nível de incerteza. Com ajuda de facilitadores, as incertezas mais relevantes são trazidas à tona com comparações das alternativas do problema. Com isso, o grupo ou o decisor podem identificar aonde deve haver compromisso parcial e projetar planos de contingência.

VFT (Value-Focused Thinking) – Nesse método, o foco do raciocínio é o valor, de modo que, assim se identifique qual ou quais o decisor deverá utilizar como norteador geral para a tomada de decisão. Através de alternativas bem definidas, tem-se o caminho para que se alcance os valores e objetivos esperados. Em caso de decisões muito complexas, com objetivos não tão claros, este método se apresenta como uma excelente opção.

A escolha do PSM ideal para estruturar o problema deve ser feita de acordo com a situação (Filho, 2015). Neste artigo, será utilizado para apoiar o processo de escolha de uma linha de ação o método de estruturação de problemas SODA (Strategic Options Development and Analysis), por ser extremamente sucinto no auxílio em decisões ou problemas complexos por meio de uma modelagem qualitativa, como ressalta Andrade e Moraes (2016).

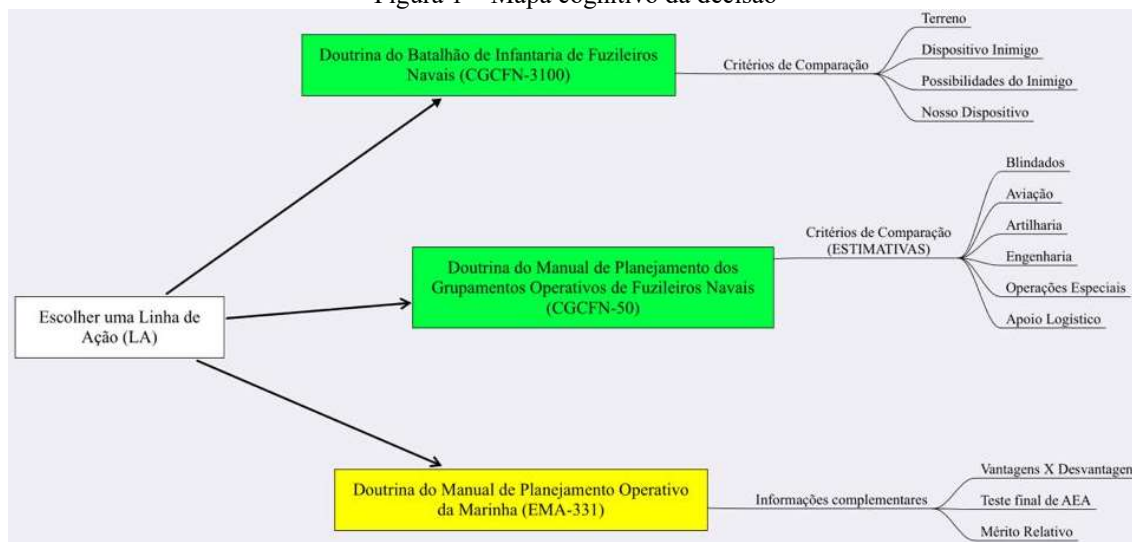
2.3. SODA (Strategic Options Development and Analysis) na estruturação do Problema.

Gomes e Gomes (2019) apresentam os seguintes passos a serem observados na modelagem do problema:

- a) Definição dos termos de cooperação entre os atores de decisão;
- b) Entrevista com indivíduos pertencentes a um grupo decisório;
- c) Construção de mapas cognitivos individuais;
- d) Construção de mapas cognitivos agregados;
- e) A partir do mapa cognitivo agregado (também denominado mapa estratégico); e
- f) Tomada de decisão.

Nesta estruturação, considerou-se um único decisor. Representado por um oficial com capacidade de exercer este tipo de função e à luz da doutrina do Corpo de Fuzileiros Navais, foram coletados constructos possibilitando a apresentação de um mapa cognitivo da comparação de linhas de ação. O mapeamento cognitivo pode ser visto como uma tentativa de isolar e apresentar constructos de uma pessoa e dispô-los de maneira hierarquizada, como diz Almeida et al. (2012). Através de uma abordagem *laddering down*, ou seja, explorar inicialmente o objetivo e, em seguida, trabalhar nas alternativas para atingi-lo, obteve-se o seguinte resultado:

Figura 1 – Mapa cognitivo da decisão

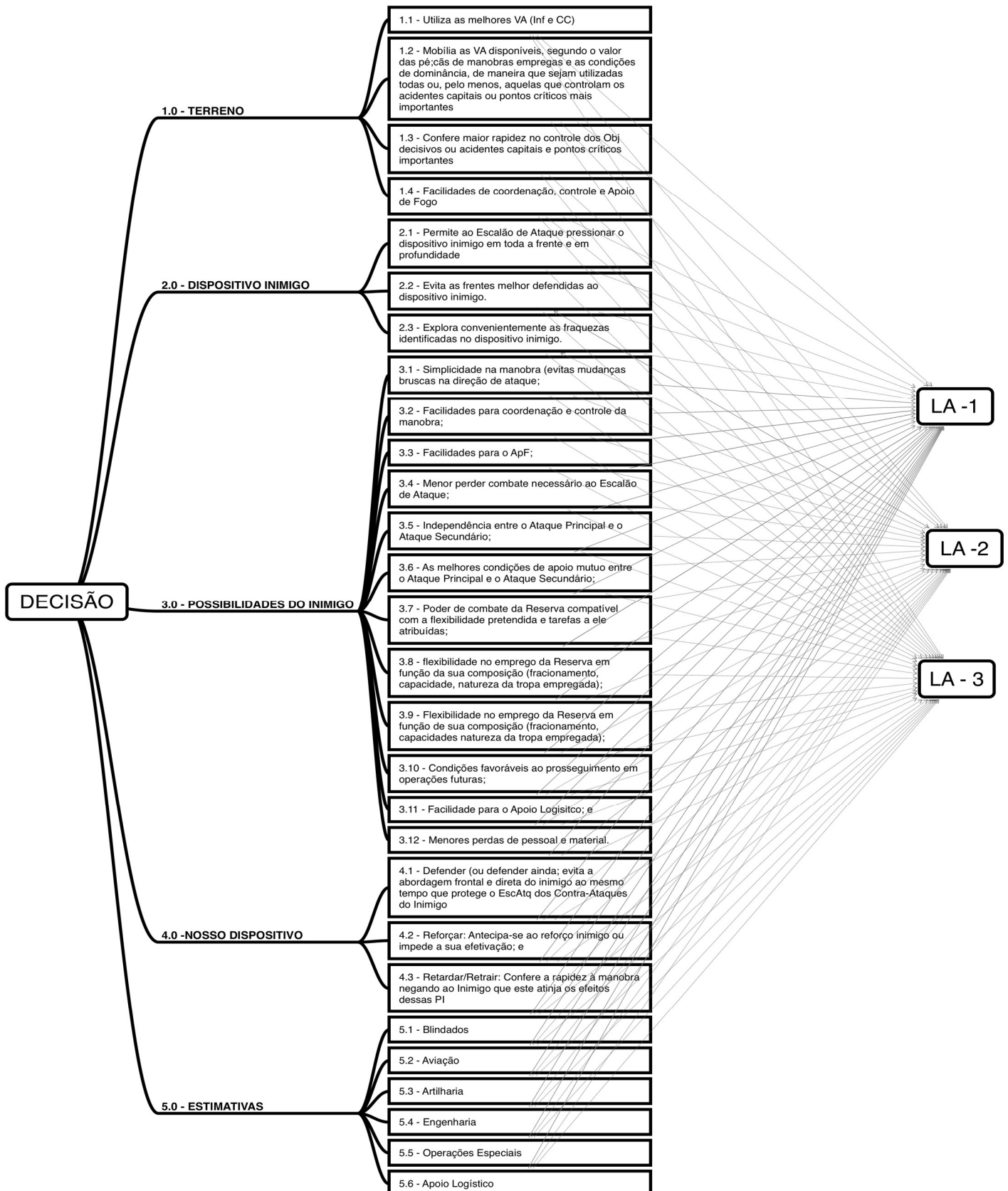


Fonte: Autor (2019)

Com essa estruturação, se pode identificar 2 grupos de bases para a decisão: O primeiro, composto por uma comparação baseada em critérios da doutrina do Manual do Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais (CGCFN-3100) e doutrina do Manual de Planejamento dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais (CGCFN-50), e o segundo, apoiado em informações complementares isoladas de cada Linha Ação. Face a essa modelagem, este artigo se limitará a prover ferramentas à comparação das alternativas fundamentado em critérios.

2.4. Estruturação do problema

Figura 2 – Estrutura Hierárquica da Decisão detalhada



Fonte: Autor (2019)

3. REVISÃO TEÓRICA

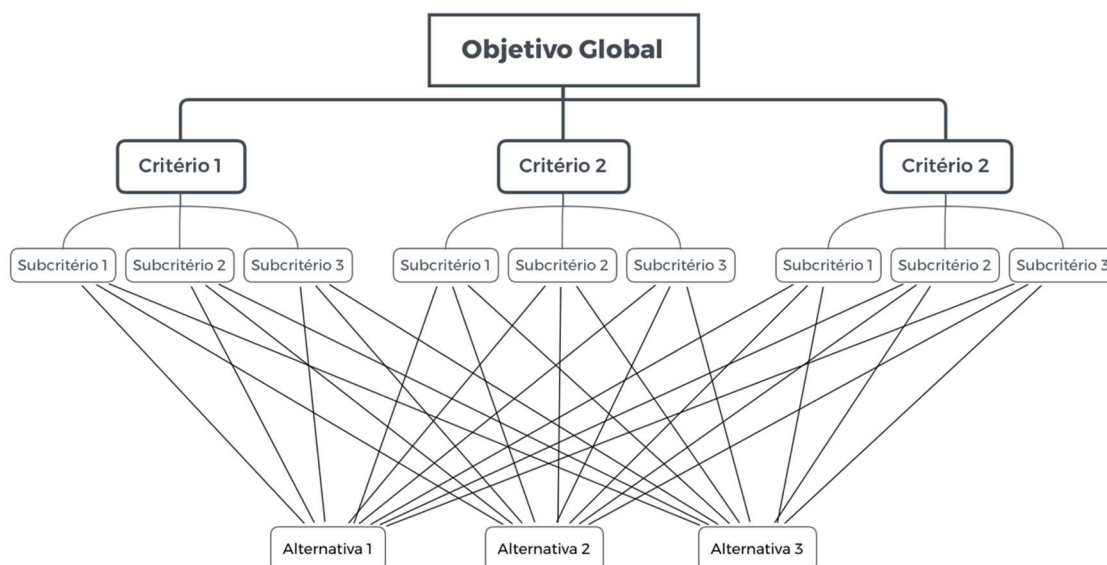
3.1. Método AHP

Não é algo recente, a aplicação deste método aos dilemas militares. Ao remontar a 1980, Madeira (2004) afirma que o AHP foi introduzido, pela primeira vez, por Saaty para resolver a alocação de recursos escassos em planejamentos militares. Mais recentemente, não são poucos os estudos acadêmicos recorrendo à tal método para soluções no âmbito militar, como por exemplo, Madeira Júnior (2008), avaliando desempenhos de navios escoltas da Marinha do Brasil, Vieira Júnior et al. (2009), para decisão de armamento para determinado tipo de alvo, Cunha et al. (2014) para apoiar a seleção de uma aeronave de caça para a Força Aérea Brasileira, e, num nível mais tático, com Cruz (2018), na busca da melhor localização para uma Base de Apoio Logístico de uma Brigada em uma operação terrestre.

Desenvolvido em 1980 por Thomas L. Saaty, o Analytic Hierarchy Process, traduzido como Processo de Análise Hierárquica, comumente chamado de Método AHP, visa auxiliar a tomada de decisão através da hierarquização das possíveis soluções a um problema. Para Belfiore e Favero (2013, p.12), essa organização hierárquica baseia-se no conhecimento e experiências do decisor.

Preliminarmente, este método prevê a construção de uma hierarquia linear (Figura 1). De acordo com Gomes, Araya e Carignano (2004, p.45), esta é a melhor forma, em termos de simplicidade e funcionalidade, de representar a dependência entre os níveis dos componentes de um sistema em relação a outro nível de maneira sequencial. Após esta esquematização, segue-se para a modelagem do problema a ser solucionado.

Figura 3 – Estrutura Hierárquica



Fonte: Autor (2019)

Prosseguindo no método, executa-se uma análise paritária entre cada critério e entre cada subcritérios pertencentes a um mesmo critério. Cada uma delas representa uma estimativa do coeficiente das prioridades ou dos pesos de cada elemento como afirma Gomes, Araya e Carignano (2004, p.49), permitindo assim, como constatado por Celestino, Calili e Louzada (2018), obter à luz do objetivo, qual o critério mais importante e a intensidade dessa importância. Esta verificação utiliza-se de matrizes quadradas, que refletem o número de vezes que uma alternativa domina ou é dominada pela outra. Para tal cálculo, o decisor utiliza a Escala Fundamental de Saaty:

Tabela 4 – Escala Fundamental de Saaty

Escala Fundamental de Saaty (1980)		
1	Igual Importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra pode ser demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores Intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: Autor(2019) baseado em Saaty(1980)

Finalizadas estas comparações, os resultados passam por uma normalização e uma análise de consistência lógica, como dito por Carvalho et al. (2018), que se trata da verificação da coerência entre as relações de prioridades estabelecidas. Segundo Dos Santos et al. (2018), o vetor consistência se dá pelas matrizes condizentes a comparação par a par com a prioridade relativa, em seguida calculando-se a média e, por fim, o quociente de consistência. Sendo este inferior a 0,1, entende-se que existe consistência na preferência dos pares.

Como observado em Hernández e Bastos (2015), para se obter os valores finais de cada alternativa, se deve multiplicar todos os pesos obtidos em cada passo e os resultados dos diferentes passos face a cada critério devem ser somados. Assim, obtém-se a hierarquia entre as alternativas disponíveis.

3.2. Método THOR

Apesar de seu desenvolvimento no cenário acadêmico ser mais recente, 1999, por Gomes, grande é a validade do THOR ao conjunto de métodos multicritério. Tosta e Gomes (2005) já ressaltavam a distinção deste algoritmo, ao destacar o fato deste ser o primeiro que associou de maneira simultânea Teoria da Utilidade, Modelagem de preferência e Teoria Multi-atributo, gerando, assim, como resultado uma quantificação da atratividade. Além disso, Silva, Dos Santos e Gomes (2019) destacam sua utilidade em problemas desde poucas alternativas e poucos critérios até problemas com muitas alternativas e muitos critérios.

Gomes, Gomes e Valle (2001), ao estudar a validade da aplicação do THOR em ordenação de alternativas, vislumbrou seu uso para priorização de serviços e/ou projetos,

priorização de investimentos, mas também para a priorização de alternativas e/ou linhas de ação em operações militares.

Gomes et al. (2006) apresenta a seguinte sequência de informações a serem aptas de inserção para a aplicação do método:

1. **Pesos dos Critérios:** O qual reflete a importância relativa entre eles;
2. **Limiar de preferência (p) e Indiferença (q):** Este (q) é esclarecido por uma função, que pode ser constante em algumas situações, e representa um limite superior (q) para a diferença dos valores atribuídos à 2 alternativas dentro de 1 critério, tal que, qualquer valor dessa diferença inferior à (q), não é suficiente para garantir a preferência estrita de uma alternativa sobre a outra, até mesmo uma preferência fraca. Já (p), por sua vez, é explicado por uma função, que pode ser constante em algumas situações, e representa um limite inferior (p) para a diferença dos valores atribuídos à 2 alternativas dentro de 1 critério, abaixo do qual não é possível garantir a preferência estrita de uma alternativa sobre a outra.
3. **Discordância:** Definir que não existem critérios em que a diferença entre duas alternativas ultrapasse um limite aceitável;
4. **Quantificação da Imprecisão (Índices de Pertinência):** Quantificar para cada peso e para cada classificação das alternativas, numa variação racional de 0 a 1 (Absoluta incerteza – Absoluta certeza), o nível de segurança e precisão do valor atribuído a variável.

A partir desses dados, Gomes (1999) expõe três situações, diferentes em termo de rigor, admitidas para que uma alternativa seja declarada melhor que a outra:

Figura 4 – Modelagem matemática para comparação em cada cenário

$$S1: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aQ_j b + aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a);$$

$$S2: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a);$$

$$S3: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b + aI_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aR_j b + bQ_j a + bP_j a)$$

Onde R é a não comparabilidade e, w representa o peso do critério j; e os critérios são $j = 1, 2, \dots, n$,

onde,

Limite de preferência (p): $aPb \leftrightarrow g(a) - g(b) > +p$

Limite de indiferença (q): $aIb \leftrightarrow -q \leq |g(a) - g(b)| \leq +q$

Situação de preferência fraca: $aQb \leftrightarrow q < |g(a) - g(b)| \leq p$

$g(.)$ ganho no critério.

Fonte: Gomes (1999)

Aplicando estes algoritmos em cada cenário para cada alternativa, obtém-se uma ordenação apoiada na atratividade. Cabe destacar, assim como Tenório, Santos e Gomes (2019) concluíram em seu artigo acadêmico, que em termos de interface o THOR carece de uma amigável que seja capaz de contribuir para sua consolidação. Para este estudo, visando prover celeridade e simplicidade aos cálculos e contribuir para a validação, será utilizado o protótipo THOR em linguagem Python.

4. APLICAÇÃO DOS MÉTODOS NA COMPARAÇÃO DE LA

4.1. Considerações Iniciais

Apesar de operações completamente diferentes, no que tange à doutrina, dada a similaridade dos critérios e às respectivas proporções dos subcritérios para a comparação de LA, a modelagem e aplicação matemática dos procedimentos se restringirá neste artigo às operações terrestres ofensivas, mas ficando todas as observações, ressalvas e conclusões, aqui apresentadas, extensivas as operações defensivas.

Para a aplicação do método serão expostas 3 Linhas de ação (LA) para uma operação terrestre ofensiva visando soluções de problemas militares hipotéticos, na região de Seropédica – RJ, estudados no Curso de Aperfeiçoamento Avançado do Corpo de Fuzileiros Navais (C-ApA-CFN). Referente ao decisor, foi escolhido um oficial superior com todos os cursos necessários para habilitá-lo ao Comando de Unidades Operativas e com experiência reais em planejamento Militar.

4.2. Comparação de LA em uma Operação Ofensiva

Face à uma situação apresentado ao Comandante para uma operação terrestre ofensiva, foram realizados os trabalhos de planejamento previstos pelo seu Estado Maior, conforme a Seção 2, apresentando as seguintes linha de ação e informações complementares ao seu planejamento:

Linha de Ação - 1:

Ultrapassar o 11ºEsqdCMec e atacar, em 300537P, na Dire MONZA GUADARRAMA, simultaneamente, com duas CiaFuzNav: uma CiaFuzNav ao S, para conquistar o Obj a (Altu de BONITO) Q(32-87), e outra CiaFuzNav ao N, para conquistar o Obj b (Altu de GUADARRAMA) Q(32-87). Manter em reserva uma CiaFuzNav.

Linha de Ação – 2:

Ultrapassar o 11ºEsqdCMec e atacar, em 300537P, na Dire MONZA - GUADARRAMA, simultaneamente, com duas CiaFuzNav: uma CiaFuzNav (a 4PelFuzNav) ao S, para conquistar, sucessivamente, os Obj a (Altu de BONITO) Q(32-87) e Obj b (Altu de

GUADARRAMA) Q(32-87) e outra CiaFuzNav ao N, realizando um Atq limitado, para fixar o Ini nas Altu de GUADARRAMA. Manter em reserva uma CiaFuzNav (a 2 PelFuzNav).

Linha de Ação – 3

Ultrapassar o 11º EsqdCMec e atacar, em 300537P, na Dire MONZA GUADARRAMA, simultaneamente, com duas CiaFuzNav: uma CiaFuzNav (a 4PelFuzNav) ao S, para conquistar o Obj a (Altu de BONITO) Q(32-87), e outra CiaFuzNav (a 4PelFuzNav) ao N, para conquistar o Obj b (Altu de GUADARRAMA) Q(32-87). Manter em reserva uma CiaFuzNav (a 1PelFuzNav).

Tabela 5 – Estimativas do Estado Maior

Estimativas		
	Melhor LA	Justificativa
1) Blindados	1	Emprega os Blindados com maior simplicidade e velocidade
2) Aviação	1	Atende Melhor a Intenção do Comandante e apoia menos tarefas
3) Artilharia	3	Favorece a coordenação do ApF, sem mudança da Direção de Ataque
4) Engenharia	2	Concentração de fogos no Objetivo
5) Operações Especiais	Equiparam	Se equiparam
6) Apoio Logístico	1	Menor esforço logístico até a conquista dos objetivos a e b

Fonte: Autor (2019)

Tabela 6 – Informações Complementares: Análises de Vantagens e Desvantagens

Vantagens		
LA - 1	LA - 2	LA - 3
Confere simplicidade	Confere maior liberdade de ação para o esforço principal	Elevado poder de combate empregado sobre o inimigo
Garante melhores condições de apoio mútuo no ataque	Evita a abordagem frontal e direta do inimigo na região do objetivo	Ação de choque
Desvantagens		
LA - 1	LA - 2	LA - 3
Confere flexibilidade para o emprego da reserva	O dispositivo final apresenta piores condições para o progresso para operações futuras	Alto esforço logístico

Fonte: Autor (2019)

4.3. Aplicação do Método AHP

A partir do preenchimento das tabelas de análise paritária dos critérios e subcritérios pelo decisor, utilizando a tabela de Saaty (1980), foram obtidos os pesos gerais desses em relação à decisão. Além disso, obteve-se também a Razão de Consistência (RC), já explicada na Seção 3, sendo todas classificadas como aceitáveis, pois como ratificado por Gomes, Araya e Carignano (2004, p.47), citando Saaty (1993), são todas menores que 0,1. Cabe ressaltar que os cálculos do método se apoiaram no software Excel para sua aplicação.

Resumidamente os seguintes passos serão observados vide Figura 5:

Figura 5 – Resumo do Método AHP

Resumo do Método AHP segundo Saaty			
Ordem	Nº Eq.	Equação	Descrição da Equação
1º Passo	Eq. 1	$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$	Formação das matrizes de decisão. Expressa o número de vezes em que uma alternativa domina ou é dominada pelas demais (ARAYA, CARIGNANO e GOMES, 2004).
2º Passo	Eq. 2	$W_i = \left(\prod_{j=1}^n W_{ij} \right)^{1/n}$	Cálculo do Autovetor (Wi). Consiste em ordenar as prioridades ou hierarquias das características estudadas (COSTA, 2006).
3º Passo	Eq. 3	$T = \left[\frac{W_1}{\sum W_i}, \frac{W_2}{\sum W_i}, \frac{W_3}{\sum W_i} \right]$	Cálculo de Normalização dos autovetores possibilita a comparabilidade entre os critérios e alternativas (COSTA, 2006).
4º Passo	Eq. 4	$\lambda_{\max} = T \times W$	Índice que relaciona os critérios da Matriz de Consistência e os pesos dos critérios (COSTA, 2006).
5º Passo	Eq. 5	$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1)}$	Índice de Consistência (IC). Permite avaliar o grau de inconsistência da matriz de julgamentos paridos (COSTA, 2006).
6º Passo	Eq. 6	$RC = \frac{IC}{CA}$	Razão de Consistência (RC). Permite avaliar a inconsistência em função da ordem da matriz de julgamentos. Caso o valor seja maior que 0,10 revisar o modelo e/ou os julgamentos (COSTA, 2006).

Fonte: Mendes et. Al, 2013

Tabela 7 – Pesos dos critérios e subcritérios avaliados pelo decisor

Prioridades dos Critérios Normalizados						PESO	RC
	TERRENO	DSP INIMIGO	PSB INIMIGO	NOSSO DSP	ESTIMATIVAS		
TERRENO	0,43	0,58	0,44	0,29	0,25	0,40	0,0934
DSP INIMIGO	0,14	0,19	0,29	0,29	0,25	0,23	
PSB INIMIGO	0,14	0,10	0,15	0,29	0,17	0,17	
NOSSO DSP	0,14	0,06	0,05	0,10	0,25	0,12	
ESTIMATIVAS	0,14	0,06	0,07	0,03	0,08	0,08	

Subcritérios TERRENO					PESO	RC	PESO GERAL
	1.1	1.2	1.3	1.4			
1.1	0,182	0,4	0,14	0,143	0,217	0,0934	0,0863
1.2	0,091	0,2	0,29	0,286	0,216		0,0857
1.3	0,364	0,2	0,29	0,286	0,284		0,1129
1.4	0,364	0,2	0,29	0,286	0,284		0,1129

Subcritérios DISPOSITIVO				PESO	RC	PESO GERAL
	2.1	2.2	2.3			
2.1	0,222	0,33	0,2	0,252	0,046	0,0589
2.2	0,111	0,17	0,2	0,159		0,0372
2.3	0,667	0,5	0,6	0,589		0,1377

Subcritérios POSSIBILIDADES DO INIMIGO													PESO	RC	PESO GERAL
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12			
3.1	0,111	0,11	0,12	0,143	0,091	0,0769	0,1739	0,138	0,1379	0,08	0,21	0,06	0,122	0,0485	0,0206
3.2	0,056	0,06	0,12	0,036	0,023	0,0769	0,087	0,069	0,069	0,08	0,04	0,06	0,065		0,0109
3.3	0,056	0,03	0,06	0,143	0,091	0,0385	0,087	0,069	0,069	0,08	0,04	0,06	0,069		0,0116
3.4	0,056	0,11	0,03	0,071	0,091	0,0769	0,087	0,069	0,069	0,08	0,11	0,06	0,076		0,0129
3.5	0,056	0,11	0,03	0,036	0,045	0,0769	0,0435	0,034	0,0345	0,02	0,04	0,06	0,049		0,0083
3.6	0,056	0,03	0,06	0,036	0,023	0,0385	0,0435	0,034	0,0345	0,01	0,03	0,06	0,038		0,0064
3.7	0,056	0,06	0,06	0,071	0,091	0,0769	0,087	0,138	0,1379	0,08	0,11	0,1	0,088		0,0149
3.8	0,056	0,06	0,06	0,071	0,091	0,0769	0,0435	0,069	0,069	0,08	0,05	0,1	0,069		0,0116
3.9	0,056	0,06	0,06	0,071	0,091	0,0769	0,0435	0,069	0,069	0,08	0,05	0,1	0,069		0,0116
3.10	0,056	0,03	0,03	0,036	0,091	0,1154	0,0435	0,034	0,0345	0,04	0,03	0,05	0,049		0,0082
3.11	0,056	0,17	0,18	0,071	0,136	0,1538	0,087	0,138	0,1379	0,17	0,11	0,1	0,125		0,0211
3.12	0,333	0,17	0,18	0,214	0,136	0,1154	0,1739	0,138	0,1379	0,17	0,21	0,19	0,181		0,0305

Subcritérios NOSSO DISPOSITIVO				PESO	RC	PESO GERAL
	4.1	4.2	4.3			
4.1	0,5	0,57	0,4	0,49	0,046	0,0591
4.2	0,25	0,29	0,4	0,312		0,0376
4.3	0,25	0,14	0,2	0,198		0,0238

Subcritérios ESTIMATIVAS						PESO	RC	PESO GERAL	
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5				5.6
5.1	0,146	0,12	0,16	0,15	0,225	0,1235	0,1541	0,054	0,0122
5.2	0,073	0,06	0,05	0,05	0,025	0,0741	0,0559		0,0044
5.3	0,146	0,18	0,16	0,3	0,225	0,1235	0,1889		0,015
5.4	0,146	0,18	0,08	0,15	0,225	0,1852	0,1607		0,0127
5.5	0,049	0,18	0,05	0,05	0,075	0,1235	0,088		0,007
5.6	0,439	0,29	0,49	0,3	0,225	0,3704	0,3525		0,0279

Fonte: Autor (2019)

Entretanto, cabe ressaltar que, tomando por base a doutrina sobre a comparação de LA, a mesma não atribui pesos aos critérios. Logo, para acrescentar a análise, foi construída uma tabela de pesos considerando o valor 1 para todos os critérios, o que gerou o seguinte resultado:

Tabela 8 – Pesos dos subcritérios considerando peso dos critérios = 1

Prioridades dos Critérios Normalizados						PESO	RC
	TERRENO	DSP INIMIGO	PSB INIMIGO	NOSSO DSP	ESTIMATIVAS		
TERRENO	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0
DSP INIMIGO	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
PSB INIMIGO	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
NOSSO DSP	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
ESTIMATIVAS	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	

Subcritérios TERRENO					PESO	RC	PESO GERAL
	1.1	1.2	1.3	1.4			
1.1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0	0,05
1.2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		0,05
1.3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		0,05
1.4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		0,05

Subcritérios DISPOSITIVO				PESO	RC	PESO GERAL
	2.1	2.2	2.3			
2.1	0,33	0,33	0,33	0,333	0	0,06667
2.2	0,33	0,33	0,33	0,333		0,06667
2.3	0,33	0,33	0,33	0,333		0,06667

Subcritérios POSSIBILIDADES DO INIMIGO													PESO	RC	PESO GERAL
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12			
3.1	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083	0	0,016667
3.2	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.3	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.4	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.5	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.6	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.7	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.8	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.9	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.10	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.11	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667
3.12	0,08	0,08	0,08	0,083	0,083	0,08333	0,0833	0,083	0,08333	0,08	0,08	0,08	0,083		0,016667

Subcritérios NOSSO DISPOSITIVO				PESO	RC	PESO GERAL
	4.1	4.2	4.3			
4.1	0,33	0,33	0,33	0,333	0	0,06667
4.2	0,33	0,33	0,33	0,333		0,06667
4.3	0,33	0,33	0,33	0,333		0,06667

Subcritérios ESTIMATIVAS							PESO	RC	PESO GERAL
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6			
5.1	0,17	0,17	0,17	0,167	0,167	0,16667	0,1667	0	0,03333
5.2	0,17	0,17	0,17	0,167	0,167	0,16667	0,1667		0,03333
5.3	0,17	0,17	0,17	0,167	0,167	0,16667	0,1667		0,03333
5.4	0,17	0,17	0,17	0,167	0,167	0,16667	0,1667		0,03333
5.5	0,17	0,17	0,17	0,167	0,167	0,16667	0,1667		0,03333
5.6	0,17	0,17	0,17	0,167	0,167	0,16667	0,1667		0,03333

Fonte: Autor (2019)

Em sequência, é realizado pelo decisor a avaliação das linhas de ação com base nos subcritérios apresentados. Dado a simplicidade requerida para as operações militares, a avaliação normalmente feita pelo decisor consiste, dentre as alternativas apresentadas, em apenas escolher qual delas melhor cumpre ou se elas se equiparam. Além disso, é de fato mais fácil para o ser humano realizar julgamentos linguísticos, como confirmado por Chen, Wang e Wu (2011). Logo a avaliação seguiu a seguinte modelagem e legenda sendo obtidos os seguintes resultados:

Tabela 9– Modelagem matemática da avaliação e sua normalização

Subcritérios TERRENO				
	1.1	1.2	1.3	1.4
LA - 1	X	X	X	X
LA - 2	-	-	-	-
LA - 3	X	-	X	-

Subcritérios DISPOSITIVO INIMIGO			
	2.1	2.2	2.3
LA - 1	-	-	-
LA - 2	-	X	X
LA - 3	X	-	-

Subcritérios NOSSO DISPOSITIVO												
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12
LA - 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X
LA - 2	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-
LA - 3	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-

Subcritérios POSSIBILIDADE DO INIMIGO			
	4.1	4.2	4.3
LA - 1	X	X	X
LA - 2	X	-	-
LA - 3	X	X	-

Subcritérios ESTIMATIVAS						
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
LA - 1	X	X	X	-	X	X
LA - 2	-	-	-	X	X	-
LA - 3	-	X	X	-	X	-

Legenda	
Melhor LA neste critério	X 1
Demais LA	- 0
Caso 2 ou todas se equiparem neste critério	X 1

Subcritérios TERRENO				
	1.1	1.2	1.3	1.4
1.1	0,50	1,00	0,50	1,00
1.2	0,00	0,00	0,00	0,00
1.3	0,50	0,00	0,50	0,00

Subcritérios DISPOSITIVO			
	2.1	2.2	2.3
2.1	0,00	0,00	0,00
2.2	0,00	1,00	1,00
2.3	1,00	0,00	0,00

Subcritérios POSSIBILIDADES DO INIMIGO												
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12
3.1	0,50	1,00	0,33	0,50	0,50	0,33	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00
3.2	0,00	0,00	0,33	0,50	0,50	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
3.3	0,50	0,00	0,33	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Subcritérios NOSSO DISPOSITIVO			
	4.1	4.2	4.3
4.1	0,33	0,50	1,00
4.2	0,33	0,00	0,00
4.3	0,33	0,50	0,00

Subcritérios ESTIMATIVAS						
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
5.1	1,00	0,50	0,50	0,00	0,33	1,00
5.2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,33	0,00
5.3	0,00	0,50	0,50	0,00	0,33	0,00

Fonte: Autor (2019)

Tabela 10 – Resultados Obtidos considerando pesos do Decisor

CLASSIFICAÇÃO	
LA -1	0,578008785
LA -2	0,276826606
LA -3	0,265937529

Fonte: Autor (2019)

Tabela 11 – Resultados obtidos quando peso dos critérios = 1

CLASSIFICAÇÃO	
LA -1	0,502777778
LA -2	0,244444444
LA -3	0,252777778

Fonte: Autor (2019)

Sendo assim, obteve-se a preferência pela Linha de Ação 1 (LA – 1) visto sua maior classificação, tanto no cenário em que se considerou pesos avaliados pelo decisor (57,80%), quanto no que se considerou pesos iguais aos critérios (50,27%). Mas, o mesmo não pode ser dito no que tange às LA-2 e LA-3, que alternaram posições em cada cenário com valores muito próximos. Caso fosse intenção do decisor ir além de apenas saber qual a melhor, poderia aplicar o mesmo método em ambos cenários considerando apenas as 2 variáveis ou cogitar a possibilidade de realizar uma avaliação mais detalhada a luz de cada critérios das alternativas.

4.4. Aplicação do Método THOR

Uma das limitações ao uso do THOR é que o mesmo não permite de maneira direta uma mensuração à nível subcritérios da problemática. Então, o artifício matemático utilizado para podermos exatamente manter a coerência do algoritmo com a doutrina do Corpo de Fuzileiros Navais é elevar os subcritérios a nível critério baseado nos pesos globais dos mesmos, totalizando assim 28 (vinte e oito) critérios. Além disso, cabe ressaltar que o método THOR não exige uma determinação dos pesos igual o AHP. Entretanto, visando manter a coerência e

Fonte: Autor (2019)

Figura 8 – Resultados no THOR para Pesos do Decisor e (p) e (q)=0

```
C:\Users\Samsung\Desktop\Albert\THOR05\dist\THOR05.exe
Entre com o valor do critério:0
LA-3, 5.5
Entre com o valor do critério:1
LA-3, 5.6
Entre com o valor do critério:0

[ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ]
[ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ]
[ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ]
[ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ]
[ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ]
[ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ]

- 0.5
S1
LA-1: 0.0 | 0.677 | 0.508 | Soma: 1.185
LA-2: 0.0 | 0.0 | 0.5 | Soma: 0.5
LA-3: 0.0 | 0.5 | 0.0 | Soma: 0.5
S2
LA-1: 0.0 | 0.677 | 0.508 | Soma: 1.185
LA-2: 0.0 | 0.0 | 0.5 | Soma: 0.5
LA-3: 0.0 | 0.5 | 0.0 | Soma: 0.5
S3
LA-1: 0.0 | 0.772 | 0.906 | Soma: 1.678
LA-2: 0.0 | 0.0 | 0.563 | Soma: 0.563
LA-3: 0.0 | 0.708 | 0.0 | Soma: 0.708
```

Fonte: Autor (2019)

Como explica Caitano et al. (2019), três situações devem ser consideradas na utilização do THOR: S1, S2 e S3. Analisando uma alternativa “a” com as demais alternativas, podemos identificar os critérios em que aPjb, levando em conta os limites de preferência (P designa preferência estrita, Q designa preferência fraca e I designa indiferença) e discordância, verificando se a condição imposta é satisfeita. Se for satisfeita, sabemos que a domina b.

Em todos os cenários (S1,S2,S3), a LA-1 mostrou-se muito superior em relação às outras. Entretanto, o mesmo não se pode concluir sobre uma comparação entre LA-2 e LA-3 que foram consideradas equiparadas nos cenários S1 e S2 , apenas distinguindo-se num cenário menos rigoroso S3, o qual tende para a LA-3.

Figura 9 – Resultados no THOR para critérios com pesos igual (p) e (q)=0

```

C:\Users\Samsung\Desktop\Albert\THOR05\dist\THOR05.exe
LA-3, 4.1
Entre com o valor do critério:1
LA-3, 4.2
Entre com o valor do critério:1
LA-3, 4.3
Entre com o valor do critério:0
LA-3, 5.1
Entre com o valor do critério:0
LA-3, 5.2
Entre com o valor do critério:1
LA-3, 5.3
Entre com o valor do critério:1
LA-3, 5.4
Entre com o valor do critério:0
LA-3, 5.5
Entre com o valor do critério:1
LA-3, 5.6
Entre com o valor do critério:0

[ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ]
[ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ]
[ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ]
[ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ]
[ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 1.0 ]
[ 1.0 ][ 0.0 ][ 1.0 ][ 0.0 ]

- 0.5
+ 0.5
S1
LA-1: 0.0 | 0.647 | 0.5 | Soma: 1.147
LA-2: 0.0 | 0.0 | 0.5 | Soma: 0.5
LA-3: 0.5 | 0.5 | 0.0 | Soma: 1.0
S2
LA-1: 0.0 | 0.647 | 0.5 | Soma: 1.147
LA-2: 0.0 | 0.0 | 0.5 | Soma: 0.5
LA-3: 0.5 | 0.5 | 0.0 | Soma: 1.0
S3
LA-1: 0.0 | 0.79 | 0.883 | Soma: 1.673
LA-2: 0.0 | 0.0 | 0.57 | Soma: 0.57
LA-3: 0.512 | 0.72 | 0.0 | Soma: 1.232

```

Fonte: Autor (2019)

A LA-1 permanece como a solução vencedora. Entretanto, neste caso, exatamente pelas alteração nos valores dos pesos em todos os cenários (S1, S2, S3), foi possível obter uma ordenação de atratividade das alternativas (LA-1, LA-3 e LA-2).

5. Conclusão

Visto os desenvolvimentos acima apresentados, cabe observar e ressaltar que o objetivo desse estudo é apresentar métodos complementares e não restringir ou tornar única, muito menos eximir o comandante da análise baseada em outros conceitos e experiências, pois a decisão é de sua inteira e completa responsabilidade, como ratifica o Manual de Planejamento Operativo da Marinha (BRASIL,2006, p.1-3). Ao propor colocar pesos aos critérios da avaliação das LA, se possibilita sair de um padrão. Ademais, também gera uma reflexão sobre o modo como a doutrina aplica à comparação de LA constante no CGCFN-3100 (Manual do Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais) ao vislumbrar que (TERRENO, DISPOSITIVO INIMIGO, POSSIBILIDADES DO INIMIGO, NOSSO DISPOSITIVO e ESTIMATIVAS) por ventura, possam ter maior ou menor influências, ao atribuir pesos distintos, em cada situação.

Quanto ao AHP, ao possibilitar a atribuição de valores aos critérios, chega-se a uma ordem de prioridade destes, permitindo assim que cada comandante, ao recorrer a este método, consiga refletir o seu perfil na avaliação das alternativas. Além disso, obtida a importância dos critérios, consegue-se desenhar o temperamento do decisor, o que contribui diretamente para a execução dos trabalhos do EM, ficando também uma proposta para uma aplicação deste método em fases preliminares do PPM, por exemplo, o seu resultado como um anexo à intenção do

comandante, permitindo o planejamento convergente com as características do decisor refletidas nos pesos dos critérios. Com o exame de consistência, mesmo não sendo algo restritivo, há a contribuição para que o comandante perceba o quanto está sendo coerente em suas avaliações.

Já o THOR, ao quantificar a atratividade, apoiado em teorias que o tornam único no universo multicritério, se torna ímpar neste tipo de problema, ao permitir ordenação em processos decisórios incertos, quantificar a imprecisão e agregar vários decisores. Apesar de não ter sido utilizado, em virtude da modelagem desta problemática, valores diferentes de zero para (p) e (q), permitem que estabeleçamos parâmetros que tornam o problema mais robusto em distinção. O mesmo é extensivo à discordância, que possibilita compensar certas superioridades que ocorrem em problemas comuns das decisões militares. Fica assim a motivação para a aplicação deste método em problemas envolvendo questões militares como decisões do Apoio de Fogo, compra de navios, viaturas, armamentos e gestão de pessoal.

Diante disso, fica constatado o aporte do método AHP e THOR para a realização da comparação de LA durante o planejamento de operações terrestres. Além disso, estimula-se o desenvolvimento de interfaces computacionais amigáveis que dêem velocidade ao processamento matemático do problema, obtendo-se, de fato, um recurso que supera o fator tempo, imprescindível aos dilemas militares, e agrega ao processo decisório exclusivo do comandante.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. T. et al. **Decisão em grupo e negociação: Métodos e Aplicação**. 2012. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ANDRADE, A. L. O., MORAIS, D. C. (2016), **O uso do método de estruturação de problema strategic choice approach no desenvolvimento de novos produtos**, XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.

AQUINO, C. N. P.; PEREIRA, L. A. C.; ERTAL JUNIOR, M. **Modelagem multicritério para estabelecimento de polos de Educação a Distância nas mesorregiões do Instituto Federal Fluminense**. R. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 13, n. 28, p. 90-110, mai./ago. 2017

BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

Brasil (2006) . Marinha do Brasil. Estado Maior da Armada. **EMA-331: Manual de Planejamento de Planejamento Operativo da Marinha – Vol. 1: Processo de Planejamento Militar**. Rio de Janeiro.

Brasil (2008) . Marinha do Brasil. Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais . **CGCFN-3100: Manual do Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais**. Rio de Janeiro.

Brasil (2008) . Marinha do Brasil. Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais . **CGCFN-50: Manual de Planejamento dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais**. Rio de Janeiro.

Brasil (2008) . Marinha do Brasil. Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais . **CGCFN-311.1**: Manual de Coordenação de Apoio Fogo dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais. Rio de Janeiro.

CAITANO, A., DOS SANTOS, M., GOMES, C. F. S., TENÓRIO, F. (2019). **Aplicação do Método THOR para escolha de um modelo de treinamento em um laboratório de metrologia**. In Conference: XIX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha - SPOLMAT: Rio de Janeiro / RJ

CARVALHO, F., DOS SANTOS, M., MENDES, A., AMARAL, L. (2018). **Apoio Multicritério à Decisão na escolha de linhas de ação para evacuação de não-combatentes através do Método de Análise Hierárquica-AHP**. In: L SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2018, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2018.

CELESTINO, N. M.; CALILI, R.; LOUZADA, D. R. **Método AHP para avaliação e escolha de fontes de geração para a segurança da expansão de energia – análise do caso do Nordeste Brasileiro**. simpósio brasileiro de pesquisa operacional, 2018, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos. Campinas, GALOÁ, 2018. Disponível em: <https://proceedings.science/sbpo/papers/metodo-ahp-para-avaliacao-e-escolha-de-fontes-de-geracao-para-a-seguranca-da-expansao-de-energia-%E2%80%93-analise-do-caso-do-no>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

CHEN, Ying-Hsiu & WANG, Tien-Chin & WU, Chao-Yen. (2011). **Multi-criteria decision making with fuzzy linguistic preference relations**. *Applied Mathematical Modelling*. 35. 1322-1330. 10.1016/j.apm.2010.09.009.

CRUZ, E. T. L. O. **O analytic hierarchy process (ahp) no apoio à tomada de decisão em localização de uma base logística de brigada**. simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 2018, Resende, RJ. Indústria 4.0 e uso de tecnologias digitais [...]. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/7026252.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2019.

CUNHA, A. A. R., Silva, J. L., Filho, e C., M. D. **Análise multicritério para apoiar decisões estratégicas: o caso da compra de aviões caças pelo governo brasileiro**. In Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 230–241, Salvador/BA, 2014.

DOS SANTOS, M., BATISTA, C. P., DOS REIS, M. F., WALKER, R. A., VIOLANTE, A. (2018). **Seleção de viaturas blindadas para a Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro a partir dos métodos multicritério de apoio à decisão: uma pesquisa exploratória**. In Anais do XXV Simpósio de Engenharia de Produção, SP, 2018.

FILHO, M. **Problem Structuring Methods recommendation for a public organization of the Rio de Janeiro State**. 2015. *Procedia Computer Science* 55, pp 196 – 202

GOMES, C. F. S. **THOR - um algoritmo híbrido de apoio multicritério à decisão para processos decisórios com alternativas discretas**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

GOMES, C. F. S., CARDOSO, R., ADISSI, P. J., XAVIER, L. H.. (2007). **SAD THOR COMO FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO NA ESCOLHA DE EMBALAGENS NA CADEIA PRODUTIVA DE IMUNOBIOLOGICOS**. 10.13140/2.1.2412.9928., in Anais do XXXIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Fortaleza, CE, 2007.

GOMES, C. F. S.; GOMES, L. F. A. M. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: enfoque multicritério**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, C.F.S.; GOMES, L.F.A.M. & VALLE, R. (2001). Nova Proposta de Aplicação do Apoio Multicritério à Decisão (Algoritmo THOR) em Ordenação de Alternativas. In: XI Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia de Produção – ENEGEP-2001. V.1.

GOMES, C. F. S., COSTA, H. G. **Aplicação de métodos multicritério ao problema de escolha de modelos de pagamento eletrônico por cartão de crédito.** Prod. [online]. 2015, vol.25, n.1, pp.54-68. Epub Sep 17, 2013. ISSN 0103-6513.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de Decisões em cenários complexos:** Introdução aos métodos discretos do apoio multicritério. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

HERNÁNDEZ, C. T.; BASTOS, M. H. R. **Mensuração da importância das características empreendedoras mediante a utilização do analytic hierarchy process (ahp).** XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2015, Porto de Galinhas - PE. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2015/pdf/141458.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

MADEIRA, A. G., Júnior (2008). Modelo de avaliação de navios de escolta: uma abordagem mcdm. **Anais do XI Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha**, Rio de Janeiro.

MADEIRA, Y. Aplicação do anlytic hierarchy process para tomada de decisões na logística. **ILOS - Instituto de Logistica e Supply Chain**, 10 fev. 2004. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/aplicacao-do-ahp-anlytic-hierarchy-process-para-tomada-de-decisoes-na-logistica/>. Acesso em: 28 abr. 2019.

SILVA, K. O. D., SANTOS, M., GOMES, C. F. S. **Seleção do melhor modelo de lâmpada LED para as instalações do SENAI CETIQT a partir do método multicritério THOR** XV Encontro Mineiro de Engenharia de Produção, Viçosa/ MG, 2019.

TENORIO, F. M.; DOS SANTOS, M. G; GOMES, C. F. S. **Revisitando o método THOR: uma pesquisa bibliométrica.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 19., 2019, Rio de Janeiro, RJ. Anais [...]. Rio de Janeiro: Centro de Análises de Sistemas Navais, 2019.

TOSTA, A., GOMES, C.F.S. (2005). **Sistema de apoio à decisão multicritério THOR aplicado na avaliação das alternativas de aquisição de equipamentos de laser.** In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2005, Gramado/ RS, 1170-1182

VIEIRA, H., Júnior, Kienitz, K. H., e Belderrain, M. C. N. (2009). **Metodologia de apoio a decisão para os processos de seleção de alvos e armamentos.** Anais do XII Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha, Rio de Janeiro.