



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 (QC-FN) WILLISON JEFERSON DE MEDEIROS

SELEÇÃO DO POSICIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO LOGÍSTICA
SUMÁRIA USANDO OS MÉTODOS AHP E THOR

Rio de Janeiro, RJ

2019

CT (QC-FN) WILLISON JEFERSON DE MEDEIROS

**SELEÇÃO DO POSICIONAMENTO DE UMA INSTALAÇÃO LOGÍSTICA
SUMÁRIA USANDO OS MÉTODOS 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

Resumo: O Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) é o componente Anfíbio da Marinha que tem como eixos estruturantes a Operação Anfíbia, a Guerra de Manobra e Grupamento Operativo. Para executar as atividades fins desses eixos estruturantes, existe o Processo de Planejamento Militar (PPM) e nesse processo quando empregado nos Grupamentos Operativos e nas Operações Anfíbias existe todo um estudo e Planejamento Logístico. No que diz respeito a Logística, é de grande importância a escolha da localização das Instalações Logísticas, que normalmente é escolhida de acordo com critérios pré-determinados por manuais, mas que não existem uma hierarquização lógica destes critérios, sendo escolhidos de acordo com a intuição e experiência do planejador. Sendo assim esse artigo busca usar o método de análise hierárquica (AHP) para facilitar a escolha da localização da instalação citada de uma maneira lógica e eficiente, hierarquizando os critérios e subcritérios para que no futuro possa ser usado como uma ferramenta no Processo de Planejamento Militar, contribuindo assim para o Corpo de Fuzileiros Navais.

Palavras-chave: AHP, Corpo de Fuzileiros Navais, Logística

1.INTRODUÇÃO

O Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) é uma instituição que tem sua importância na Defesa do país, está subordinado a Marinha do Brasil e existe desde o ano de 1808. Ele está estruturado em três eixos que são: Operações Anfíbias, Guerra de Manobra e Grupamento Operativo. Tem por excelência o seu caráter expedicionário.

A Operação Anfíbia é um eixo dos eixos estruturantes q garante a identidade institucional e traduz o perfil operacional do CFN no que diz respeito a sua natureza anfíbia, esse eixo impõe à instituição uma preocupação em constantes adestramentos nesse tipo de operação, que por sua complexidade possibilita a aptidão de conduzir operações de outra natureza (BRASIL, 2013).

O Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais é um eixo que se resume a uma organização para o combate composta em sua grande maioria por tropa de Fuzileiros Navais, constituída para o cumprimento de uma missão específica. Esse modelo de organização possibilita ao seu Comandante flexibilidade e versatilidade, pois permite a combinação de meios de combate terrestres, aéreos e logísticos integrados em uma única estrutura de comando e controle (BRASIL, 2013).

A Guerra de Manobra é um estilo de guerra que favorece o emprego de Força que tenha que engajar em combate, sem condições favoráveis para o emprego do princípio da massa ou em áreas com fretes muito amplas como ocorre nas operações anfíbias (BRASIL, 2013).

O caráter expedicionário é a capacidade de uma tropa de pronto-emprego, autossustentável e bem aprestada para cumprir missões de diversas naturezas em uma área de operação distante de sua base (BRASIL, 2013).

Dessa forma, juntando-se o conceito de Grupamento Operativo e o caráter expedicionário do CFN, cresce a importância de uma boa logística. Na arte da Guerra, a logística é a ciência dos detalhes (BRASIL, 2013). Sendo assim, será proposto nesse trabalho a aplicação do método de análise hierárquica (AHP) em decisões no componente logístico de maneira que possa detalhar melhor a maneira de escolher a localização de uma instalação logística sumária (ILS)

2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

2.1 Problema

Durante as operações terrestres de caráter naval é de grande importância que a logística funcione sejam essas operações defensivas ou ofensivas. É de suma importância que não haja descontinuidade na operação por problemas logísticos (BRASIL, 2008).

No processo de planejamento militar existe a necessidade de planejamento da localização da instalação logísticas de unidades ou subunidades, chamada instalação logística sumária (ILS) que visa garantir um apoio contínuo e cerrado principalmente aos elementos em primeiro escalão prezando pela mobilidade (BRASIL, 2008).

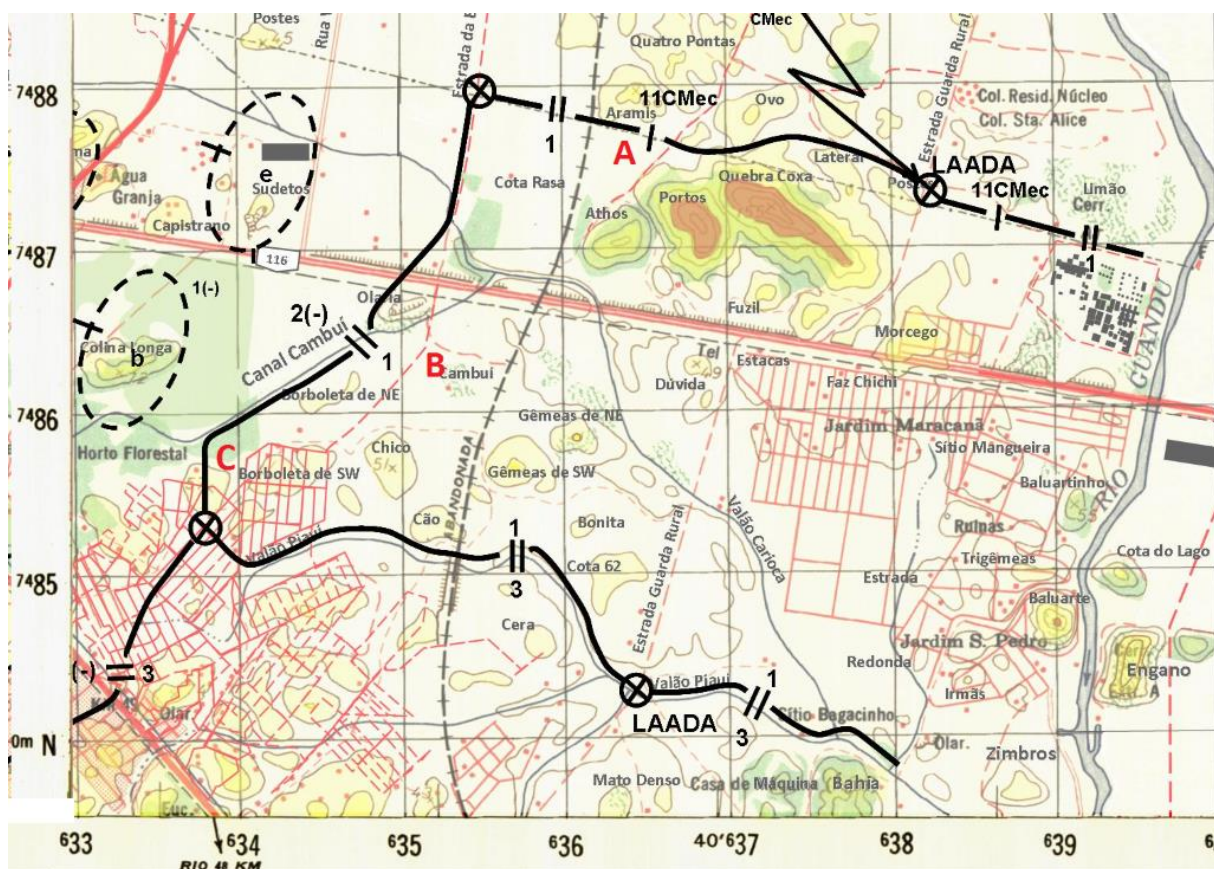
Na escolha da localização dessa instalação logísticas deve-se levar em conta alguns critérios que são chamados militarmente de fatores que são eles: Manobra, Terreno, Segurança e Situação logística (BRASIL, 2008). Cada critério desse existe subcritérios que influenciam na sua escolha.

Cabe ao Oficial de Logística fazer a análise desses critérios e subcritérios e chegar a uma conclusão de onde melhor posicionar essa instalação logística (BRASIL, 2008) levando em conta a sua experiência ou ordens emanadas do escalão superior.

Planejando deste modo, não existe uma hierarquização sólida, ou melhor, uma hierarquização quantificável desses critérios, pois a escolha da localização da instalação é somente feita desde que atenda aos critérios e subcritérios regidos pelos manuais, não existindo uma diferenciação entre um local que atenda aos critérios e outro local que atenda mesmo que de forma mais ou menos precária aos mesmos critérios, a decisão é muito mais humana e pouco lógica.

Sendo assim para exemplificar tais situações vamos tomar como exemplo uma situação hipotética que frequentemente é usada a título de exercício no Corpo de Fuzileiros Navais. Onde um Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais deve realizar uma defesa de área posicionando-se a oeste do rio Guandu, sendo que a sua região capital de defesa é a parte norte de sua área de responsabilidade (alturas de Quebra Coxa, Portos e Athos, vide Fig. 01), esperando um ataque inimigo vindo na direção leste - oeste.

Figura 1: Área de Operações

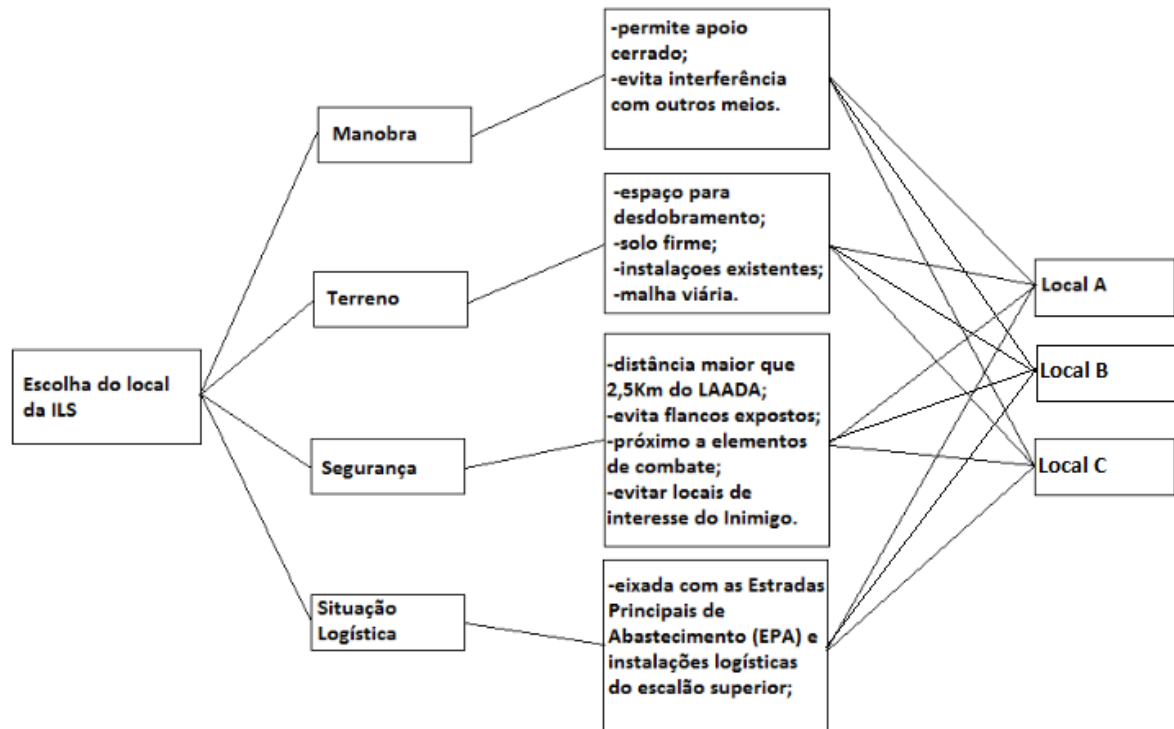


Fonte: Carta da Região de Seropédica

Esse extrato da Carta da Região de Seropédica-RJ, mostra um exemplo de como inicialmente funciona a seleção do Local da Instalação Logística, o Oficial de Logística analisa a carta e de acordo com os fatores já citados ele seleciona possíveis locais e toma a decisão, junto ao seu comandante e outros oficiais de onde posicioná-la.

Para que essa decisão possa ser melhor elaborada, de maneira que possamos quantificar matematicamente, será utilizado o método de análise hierárquica(AHP) analisando os critérios e subcritérios (vide mapa mental figura 02) considerando três locais de escolha de posicionamento da Instalação Logística, Local A, Local B e Local C, vide Extrato da carta da Região de Seropédica conforme a Fig. 01.

Figura 2:mapa mental



Fonte: Autor (2019)

2.2 Estruturação do problema

Sendo a maioria dos problemas ser muito complexa, torna-se necessário ferramentas de como melhor estruturar o problema. Com isso, esse trabalho fará o uso basicamente do Soft System Methodology (SSM).

A Soft System Methodology foi desenvolvido por Peter Checkland na década de 60 no Reino Unido, mais precisamente Universidade de Lancaster e resume-se na aplicação de técnicas para resolução de problemas reais. O objetivo da metodologia é conseguir relacionar o problema do mundo real com o mundo sistêmico e se chegar a solução desse problema real (PINHEIRO; SANTOS; REIS, 2016).

A Soft System Methodology foi definido para auxiliar a estruturar e resolver situações chamadas “soft”, tendo em vista que ele denota um procedimento de investigação que não deseja descrever o mundo real mas sim arquitetar modelagem abstratas baseadas em sistemas que representam a compreensão e as expectativas do observador em relação a uma determinada situação considerada (REIS, 2018). De outra forma, CHECKLAND (1981) diz que a metodologia procura responder às seguintes perguntas: Quais são as características essenciais deste tipo de sistema? Tais sistemas podem ser projetados, melhorados ou modificados? Caso possam, de que maneira?

Sendo assim, CHECKLAND (1981) propôs a execução da Soft System Methodology baseada em sete estágios, de maneira que os estágios 1, 2, 5, e 6 ocorrem no mundo real e os estágios 3 e 4 no “mundo” sistêmico. Onde o estágio 1 representa a Situação Problemática Desestruturada; o estágio 2 é a Definição da Situação Problema; o estágio 3 formula as definições essenciais presentes no sistema; o estágio 4 é a elaboração de modelos conceituais; o estágio 5 compara modelos com ações do mundo real; estágio 6 mudanças possíveis e desejáveis; e o estágio 7 sugestão de ações para melhoria.

Baseado neste método foi estruturado o problema.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Escolha da Localização da Instalação Logística Sumária

No Corpo de Fuzileiros Navais, em um Grupamento de Desembarque de Batalhão (GDB), a instalação logística sumária é operada pela Companhia de Comando e Serviço do Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais, com recursos provenientes dos Pelotões de Serviços Gerais, de Transporte, de Saúde e destacamentos do Batalhão Logístico de Fuzileiros Navais (BRASIL, 2008).

Numa instalação logística sumária geralmente são encontradas instalações de: manutenção de viatura, armamento e equipamentos; estacionamento de viaturas; posto de remuniciamento; posto de coleta de mortos; ponto de saúde; postos de distribuição; e posto de coleta de salvados (BRASIL, 2008).

A escolha da localização de uma instalação logística é feita pelo oficial de logística que analisará fatores como Manobra, Terreno, Segurança e Situação Logística. Sempre tendo em mente que nem sempre a localização será a mais apropriada tendo em vista as prioridades de posicionamento de outras instalações como armas de apoio orgânicas e posto de comando (BRASIL, 2008).

A escolha do posicionamento da Instalação logística sumaria leva em conta os seguintes fatores de escolha, descritos na Tabela 01:

Tabela 01: Fatores de escolha

Seleção Localização da Instalação Logística Sumária		
	Manobra	- deve permitir o apoio cerrado às peças de manobra e frações de apoio ao combate;

Fatores		- favorecer a ação tática, isto é, deve estar eixada na direção do esforço principal no ataque ou com a maioria dos meios nas ações defensiva; e - evitar a interferência com a manobra, não dificultando o deslocamento e o posicionamento da CiaFuzNav reserva e das frações de apoio de fogo.
	Terreno	- possuir espaço suficiente para dispersão das instalações e viaturas (área de 0,3 a 0,5 Km²); - evitar a interposição de obstáculos com os elementos apoiados; - possuir edificações que possam ser aproveitadas para abrigar instalações, sem se constituírem alvos notáveis para o inimigo; - aproveitar adequadamente a rede de estradas, facilitando o acesso às instalações de apoio do escalão superior, às ILS das Subunidades subordinadas, e às Unidades vizinhas; - dispor de solo consistente para suportar o trânsito da viaturas; e - dispor de cobertas e abrigos naturais que facilitem a ocultação e proteção das instalações e viaturas.
	Segurança	- evitar regiões próximas aos flancos não protegidos por tropa ou obstáculos; - aproveitar a proteção proporcionada pela proximidade de tropa amiga; - possibilitar a dispersão das instalações e viaturas; - dispor de facilidades para a defesa aproximada, tais como cobertas e abrigos, elevações para instalação de PV, locais favoráveis a montagem da PCTran, caminhos e trilhas que facilitem o patrulhamento etc; e - guardar as distâncias de segurança recomendadas: na ofensiva no mínimo a 1,5 Km da LC e 2,5 Km da LCPF ou LAADA na defensiva.
		Considerar: - a localização da AApP ou AApSvCmb;

Situação Logística	a localização das ILS das Subunidades subordinadas; e o traçado da EPA.
--------------------	--

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2008

3.2 Métodos Multicritério

Tomadas de decisões que envolvem grandes consequências como: mau emprego dos recursos públicos ou de organizações, vidas, vitória ou derrota em uma guerra, devem ser bem analisadas antes de serem tomadas. Uma ferramenta que pode auxiliar nesses tipos de decisões são os métodos multicritério.

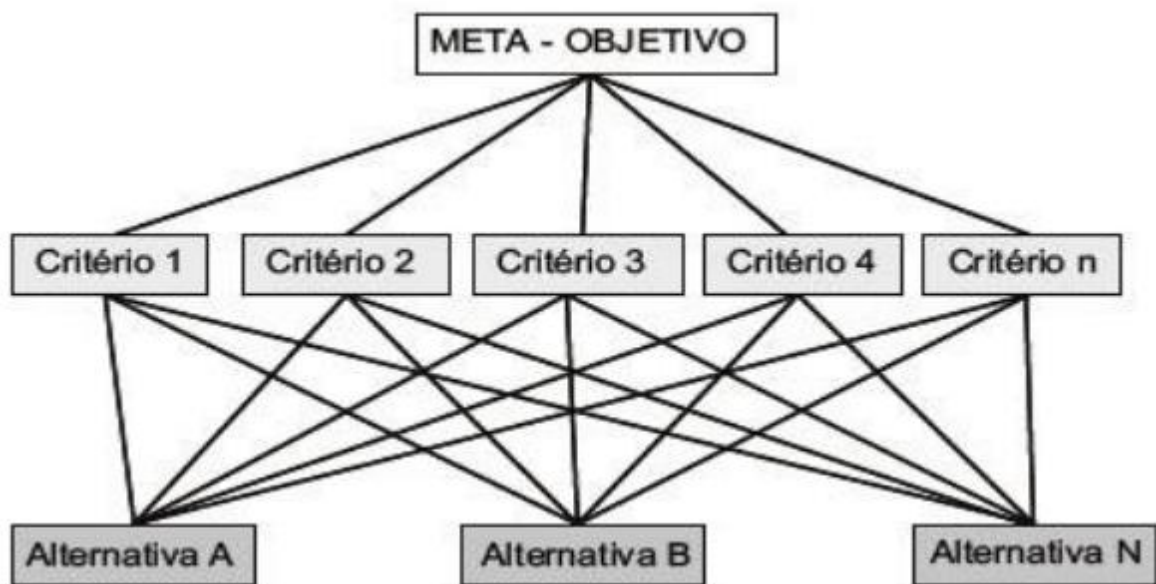
Existem várias publicações que versam sobre o tema citado com um número razoável de diferentes ferramentas de método multicritério como exemplo existe trabalhos que falam sobre seleção de alunos candidatos à bolsa de estudos (TORRE et al. 2016) e outro que fala sobre a seleção de um gerente de projetos (FERNANDES et al. 2015), ambos usando o método MACBETH. Além desses é comum a existência de trabalhos na área militar, dentre eles um trabalho sobre a seleção de um oficial do Corpo de Fuzileiros Navais para uma missão da Organização das Nações Unidas utilizando o ELECTRE III (CARVALHO e SANTOS 2017). Ainda na área militar, mas voltado para equipamentos existe trabalho que fala sobre a seleção de um navio de guerra de médio porte a ser construído no Brasil (SANTOS et. al. 2016), outro que versa sobre o armamento a ser utilizado de acordo com o tipo de alvo que se apresentasse (VIEIRA et al. 2009), outro que fala sobre a seleção de uma aeronave de caça para a Força Aérea Brasileira (CUNHA et. Al. 2014), tem-se também trabalho sobre a avaliação do desempenho dos navios de escolta da Marinha do Brasil, todos usando o método AHP. Ainda com relação a trabalhos que versam sobre equipamentos militares, foi realizado um trabalho sobre a seleção de uma viatura tática leve através do método MACBETH (CARVALHO e TEIXEIRA, 2017).

Por essa gama de trabalhos, vê-se que os métodos multicritérios são importantes nas tomadas de decisões inclusive nas Forças Armadas. Pois os métodos multicritério de apoio à decisão constituem um conjunto de modelos que fazem o necessário para explicitar os julgamentos subjetivos e o processo pelo qual eles são tomados levando em conta a transparência (CUNHA et al. 2014).

Para esse trabalho foi escolhido o método de análise hierárquica (AHP), que foi um método desenvolvido por Thomas Lorie Saaty em 1980 em que os critérios são hierarquizados para a tomada de decisão. Isso favorece a sua aceitação no meio militar que possui uma cultura onde um de seus pilares é a hierarquia.

O método AHP (SAATY & VARGAS, 1991) têm-se aplicação quando se via integrar decisões complexas e subjetivas, o AHP procura decompor o problema em uma estrutura hierárquica formando uma espécie de árvore em que no primeiro nível encontra-se o objetivo ou meta de decisão o segundo nível são os critérios e subcritérios e o terceiro nível as alternativas como mostra a figura 03. Sendo a hierarquização baseada na escala fundamental de Saaty como se pode ver na tabela 02.

Figura 3-Estruturação hierárquica do problema



Fonte: Adaptado de SAATY, 1991

Tabela 02: Escala fundamental de Saaty

Tabela: 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 à 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: Adaptado de SAATY, 1991

Os Cálculos deste método se iniciam com matrizes em que o juízo de valor se dá por: $A=[a_{ij}]_{n \times n}$ onde: a_{ij} representa a importância relativa entre A_i e A_j , de maneira que $a_{ij} > 1$, se e somente se A_i for mais importante que A_j e $a_{ij}=1/a_{ji}$ para qualquer par (i,j) . Depois de receber os questionários, a matriz deve ser construída. A parte importante nesse ponto é que as propriedades básicas da matriz recíproca e positiva sejam mantidas, sendo $a_{ij} \times a_{ji}=1$ para todo i e j e ainda, se A_i for K_1 vezes mais importante que A_j e este K_2 vezes mais importante que A_k , então A_i deve ser $K_1 \times K_2$ vezes mais importante que A_k . Desta forma, uma maneira de se conjugar as informações relacionadas pela média Aritmética das Matrizes individuais para a matriz aritmética é dada pela seguinte equação:

$$a_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m a_{ijk}$$

Onde m é o número de questionário respondidos e a_{ijk} é o valor proposto para a_{ij} pelo k -ésimo questionário respondido.

Se os valores de a_{ij} não respeitam as propriedades aspiradas para o desenvolvimento do modelo, de forma a resolver tal problema, o método mais utilizado é do média geométrica (CRAWFORD & WILLIAMS, 1985) que funciona através da construção de uma matriz de média geométrica C , construída a partir da seguinte equação:

$$c_{ij} = \frac{v_i}{v_j}$$

onde v_i é a média geométrica dos a_{ij} .

O método da média geométrica foi o que se mostrou mais adequado para comparação e análise, abrangendo as necessidades exigidas (BAJWA et al. 2007)

Logo, após a obtenção da Matriz Média C, ela deve ser normalizada.

Em seguida calcula-se as prioridades médias locais obtidas para cada quadro normalizado. Obtendo-se assim o vetor prioridade global.

No AHP a matriz de juízo de valor, é uma matriz não negativa recíproca. O que pode haver inconsistência nas prioridades. Sendo assim, a maneira de medir a inconsistência em uma matriz de juízo de valor é verificar o quanto seu autovalor máximo (GRAYBILL, 1983) se distancia da ordem da matriz. Desta forma, para calcular o Índice de Consistência (IC) é demonstrado na seguinte equação (DIAS et al. 1996):

$$IC = \frac{|\lambda_{\text{máx}} - N|}{N - 1}$$

onde N e $\lambda_{\text{máx}}$ são a ordem e o maior autovalor da matriz de juízo de valor, respectivamente.

Desta forma, se o valor de IC for maior que 0,1 é recomendado a revisão dos modelos ou dos juízos (VARGAS, 1982).

Sendo assim, pode-se resumir o método AHP no seguinte quadro (MENDES et al. 2013):

Figura 4: Resumo método AHP

Resumo do Método AHP segundo Saaty			
Ordem	Nº Eq.	Equação	Descrição da Equação
1º Passo	Eq. 1	$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$	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 (W_i). 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	$\lambda_{\text{máx}} = T \times W$	Índice que relaciona os critérios da Matriz de Consistência e os pesos dos critérios (COSTA, 2006).
5º Passo	Eq. 5	$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1)}$	Índice de Consistência (IC). Permite avaliar o grau de inconsistência da matriz de julgamentos parados (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.

3.3 Método THOR

A metodologia SAD THOR funciona ordenando alternativas e eliminando as redundâncias, considerando simultaneamente, se a informação é duvidosa, se em algum momento acontece aumento da imprecisão da decisão, levando em conta a quantificação desta imprecisão por processo decisório AMD. Mesmo assim, permite a entrada de juízo de valor de mais de um decisor ao simultaneamente, permitindo que o decisor execute o processo sem a atribuição de pesos.

Para aplicação do método, deve-se primeiro estabelecer um peso para cada critério, de forma que seja representado a importância relativa entre eles, depois estabelecer um limiar de preferência(p) e um limiar de indiferença(q) para cada critério (GOMES et al, 2006).

São três situações consideradas na utilização do THOR, que são: S1, S2 e S3. Onde S3 é menos rigoroso que S1 e S2 e pode levar a mais dominâncias de uma alternativa sobre a outra. S1 permite um maior número de empates que S3, e S2 é uma situação intermediária entre S1 e S3 (GOMES et al, 2011).

Essas situações são regidas pelas seguintes equações:

Figura 5: Equações método SAD THOR

$$\begin{aligned}
 S1 : \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b) &> \sum_{j=1}^n (w_j | aQ_j b + aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a) \\
 S2 : \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b) &> \sum_{j=1}^n (w_j | aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a) \\
 S3 : \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b + aI_j b) &> \sum_{j=1}^n (w_j | aR_j b + bQ_j a + bP_j a)
 \end{aligned}$$

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

Fonte: OLIVEIRA, 2109

Segundo Caitano (2019), uma comparação das sugestões de classificação geradas pelo THOR fornece as seguintes vantagens:

- 1) É possível quantificar as incertezas no processo de priorização;
- 2) Sugerir a eliminação de critérios que não impactam o processo de classificação;
- 3) Pode-se aplicar a decisões transitivas e não transitivas;
- 4) É mais fácil de operar e gera soluções mais rápidas.

4. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

4.1 Hierarquização dos Critérios

Os critérios desse trabalho como já foram mostrados na tabela 01 serão os fatores Manobra, Terreno, Segurança e Situação Logística. Aqui estamos lidando com uma situação hipotética, conforme a tabela 03 sobre a comparação entre os elementos da hierarquia abaixo:

Tabela 03: Matriz de hierarquização dos critérios

Matriz de comparação dos critérios				
	Manobra	Terreno	Segurança	Sit. Logística
Manobra	1/1	1/4	1/5	1
Terreno	4/1	1/1	1/2	3/1
Segurança	5/1	2/1	1/1	4/1
Sit. Logística	1/1	1/3	1/4	1/1

Normalizando a Matriz, calculando a prioridade relativa e a razão de consistência (RC):

Tabela 04: Matriz de hierarquização dos critérios normalizada

Matriz normalizada dos critérios						
	Manobra	Terreno	Segurança	Situação Logística	Prioridade Relativa	RC
Manobra	0,090909	0,069767	0,102564	0,111111	0,094	2%
Terreno	0,363636	0,279069	0,256410	0,333333	0,308	
Segurança	0,454545	0,558139	0,512820	0,444444	0,492	
Situação Logística	0,090909	0,093023	0,128205	0,111111	0,106	

4.2 Comparação das alternativas em cada critério

Agora construindo as matrizes de comparação paritária para cada critério considerando os três possíveis locais de seleção da instalação logística sumária, em seguida normalizando as matrizes, calculando a prioridade relativa e a razão de consistência, usando a escala fundamental de Saaty como nas tabelas que se seguem.

Foram comparadas as alternativas entre si dentro do critério Manobra, considerando os itens para esse critério (Figura 2) o que resultou nas tabelas 05 e 06.

Tabela 05: Matriz de comparação no critério Manobra

Matriz de comparação critério MANOBRA			
	Local A	Local B	Local C
Local A	1/1	2/1	3/1
Local B	1/2	1/1	2
Local C	1/3	1/2	1/1

Normalizando a tabela 05, calculando a prioridade relativa e a razão de consistência:

Tabela 06: Matriz de comparação no critério Manobra normalizada

Matriz normalizada do critério MANOBRA					
	Local A	Local B	Local C	Prioridade Relativa	RC

Local A	0,545454	0,571428	0,5	0,539	1%
Local B	0,272727	0,285714	0,333333	0,297	
Local C	0,181818	0,142857	0,166667	0,164	

Foram comparadas as alternativas entre si dentro do critério Terreno, considerando os itens para esse critério (Figura 02) o que resultou nas tabelas 07 e 08.

Tabela 07:Matriz de comparação no critério Terreno

Matriz de comparação critério TERRENO			
	Local A	Local B	Local C
Local A	1/1	2/1	2/1
Local B	1/2	1/1	2/1
Local C	1/2	1/2	1/1

Normalizando a tabela 07, calculando a prioridade relativa e a razão de consistência:

Tabela 08: Matriz de comparação no critério Terreno normalizada

Matriz normalizada do critério TERRRENO					
	Local A	Local B	Local C	Prioridade Relativa	RC
Local A	0,5	0,571429	0,4	0,490	5%
Local B	0,25	0,285714	0,4	0,312	
Local C	0,25	0,142857	0,2	0,198	

Foram comparadas as alternativas entre si dentro do critério Segurança, considerando os itens para esse critério (Figura 02) o que resultou nas tabelas 09 e 10.

Tabela 09:Matriz de comparação no critério Segurança

Matriz de comparação critério SEGURANÇA			
	Local A	Local B	Local C
Local A	1/1	2/1	1/1
Local B	1/2	1/1	1/3
Local C	1/1	3/1	1/1

Normalizando a tabela 09, calculando a prioridade relativa e a razão de consistência:

Tabela 10: Matriz de comparação no critério Segurança normalizada

Matriz normalizada do critério SEGURANÇA					
	Local A	Local B	Local C	Prioridade Relativa	RC
Local A	0,4	0,333333	0,428571	0,387	2%
Local B	0,2	0,166667	0,142857	0,170	
Local C	0,4	0,5	0,428571	0,443	

Foram comparadas as alternativas entre si dentro do critério Situação Logística, considerando os itens para esse critério (Figura 02) o que resultou nas tabelas 11 e 12.

Tabela 11: Matriz de comparação no critério Situação Logística

Matriz de comparação critério SITUAÇÃO LOGÍSTICA			
	Local A	Local B	Local C
Local A	1/1	1/3	1/1
Local B	3/1	1/1	3/1
Local C	1/1	1/3	1/1

Normalizando a tabela 11, calculando a prioridade relativa e a razão de consistência:

Tabela 12: Matriz de comparação no critério Situação Logística normalizada

Matriz normalizada do critério SITUAÇÃO LOGÍSTICA					
	Local A	Local B	Local C	Prioridade Relativa	RC
Local A	0,2	0,2	0,2	0,2	0%
Local B	0,6	0,6	0,6	0,6	
Local C	0,2	0,2	0,2	0,2	

4.3 Obtenção da prioridade composta para as alternativas

A Matriz com os valores de cada critério, que foram tirados do resultado da prioridade relativa das tabelas anteriores, em cada alternativa é a seguinte:

Tabela 13: Matriz relacionando as alternativas dentro de cada critério

Matriz critérios				
	Manobra	Terreno	Segurança	Situação Logística
Local A	0,539	0,490	0,387	0,2
Local B	0,297	0,312	0,170	0,6
Local C	0,164	0,198	0,443	0,2

Para encontrar a prioridade composta, multiplica-se a matriz anterior (Tabela 13) pelas prioridades relativas dos critérios mostrados na Tabela 04, sendo assim:

Tabela14: Prioridade relativa

	Prioridade composta
Local A	0,41319
Local B	0,27125
Local C	0,31556

4.4 Análise utilizando a ferramenta SAD THOR

Para utilizar o método THOR foi usado o software THOR05 e chegou-se aos seguintes resultados conforme as figuras 6, 7 e 8. Nesse método foram usados os valores obtidos nas matrizes utilizando o método AHP, mostrados anteriormente.

Sendo assim foram colocados o peso dos critérios retirados da Tabela 4, como pode ser visto na Figura 6:

Figura 6: Dados de entrada do Software THOR05

```
Entre com o numero de alternativas:3
Entre com o numero de criterios:4
Entre com o nome da alternativa: locala
Entre com o nome da alternativa: localb
Entre com o nome da alternativa: localc
Entre com o nome do criterio: manobra
Entre com o nome do criterio: terreno
Entre com o nome do criterio: segurança
Entre com o nome do criterio: sitlog

Entre com o peso do criterio:0.094
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1
Entre com o peso do criterio:0.308
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1
Entre com o peso do criterio:0.492
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1
Entre com o peso do criterio:0.106
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1

Peso          0.094  0.308  0.492  0.106
```

Na sequência foram inseridos os valores dos critérios retirados das tabelas 6 (Manobra), 8 (Terreno), 10 (Segurança) e 12 (Situação Logística). Conforme a figura 7 abaixo:

Figura 7: Dados de entrada do Software THOR05

```
Criterios      1  2  3  4
locala [ ][ ][ ][ ]
localb [ ][ ][ ][ ]
localc [ ][ ][ ][ ]

locala, manobra
Entre com o valor do criterio:0.539
locala, terreno
Entre com o valor do criterio:0.490
locala, segurança
Entre com o valor do criterio:0.387
locala, sitlog
Entre com o valor do criterio:0.2
localb, manobra
Entre com o valor do criterio:0.297
localb, terreno
Entre com o valor do criterio:0.312
localb, segurança
Entre com o valor do criterio:0.170
localb, sitlog
Entre com o valor do criterio:0.6
localc, manobra
Entre com o valor do criterio:0.164
localc, terreno
Entre com o valor do criterio:0.198
localc, segurança
Entre com o valor do criterio:0.443
localc, sitlog
Entre com o valor do criterio:0.2

[ 0.539 ][ 0.49 ][ 0.387 ][ 0.2 ]
[ 0.297 ][ 0.312 ][ 0.17 ][ 0.6 ]
[ 0.164 ][ 0.198 ][ 0.443 ][ 0.2 ]
```

Desta forma, o Software expressou os resultados para as situações S1, S2 e S3, conforme a figura 8 abaixo:

Figura 8: Resultados do Software THOR05

- 0.5
- 0.5
- 0.5
S1
locala: 0.0 0.5 0.5 Soma: 1.0
localb: 0.5 0.0 0.5 Soma: 1.0
localc: 0.5 0.5 0.0 Soma: 1.0
S2
locala: 0.0 0.894 0.0 Soma: 0.894
localb: 0.0 0.0 0.508 Soma: 0.508
localc: 0.52 0.0 0.0 Soma: 0.52
S3
locala: 0.0 0.894 0.0 Soma: 0.894
localb: 0.0 0.0 0.508 Soma: 0.508
localc: 0.576 0.0 0.0 Soma: 0.576

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analizando a Tabela 14 vê-se que o Local A é a melhor alternativa de posicionamento da instalação logística sumária de acordo com o resultado da prioridade composta, que mostra 41% a favor do Local A, 32% a favor do Local C e 27% a favor do Local B.

Percebe-se que nas matrizes de hierarquização e comparação dos critérios houve uma preocupação em calcular a razão de consistência (RC) de cada matriz, que é a razão entre o índice de consistência (IC) e o índice aleatório (IA). Esse valor tem que ser menor que 10% para que a matriz tenha um grau de consistência satisfatório (CARVALHO et al. 2018), sendo assim, percebe-se que todas as matrizes obedeceram a esse critério, dando assim subsídios para afirmar que o resultado desse trabalho é consistente.

Com o método THOR percebeu-se que na situação S1 as alternativas empatam e o local A ganha nas situações S2 e S3 ficando o local B e C com resultados semelhantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo assim o objetivo do presente trabalho foi alcançado, lembrando que a aplicação do método AHP é bem aceita no meio militar, tendo em vista diversos trabalhos empregando esse método neste meio e lembrando ainda que a aplicação do método neste trabalho foi em uma situação hipotética, mas que se aproxima da realidade e mostra que o método pode ser aplicado, e a sua aplicação ajudará bastante nos processos decisórios do planejamento militar.

A metodologia THOR reforça os resultados alcançados no método AHP podendo ser usada como um critério de comparação e análise nas tomadas de decisão. Foi verificado que os resultados do Método AHP foram muito semelhantes ao resultados obtidos pela Metodologia THOR.

Dessa forma, espera-se que esse trabalho contribua para que os métodos multicritérios, em especial o AHP, possam ser empregados mais frequentemente em outras situações semelhantes ao problema mostrado.

7. REFERÊNCIAS

1. Brasil. Marinha do Brasil. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN-0-1: Manual de Fundamentos de Fuzileiros Navais**, 1ª Rev. 2013. Rio de Janeiro.
2. Brasil. Marinha do Brasil. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros navais. **CGCFN-1-5: Manual de Operações Terrestres de Caráter Naval**. 1º Edição. 2008. Rio de Janeiro.
3. Brasil. Marinha do Brasil. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros navais. **CGCFN-33: Manual de Operações do Componente de Apoio de Serviço ao Combate dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais**. 1º Edição. 2008. Rio de Janeiro.
4. Brasil. Marinha do Brasil. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros navais. **CGCFN-3100: Manual do Batalhão de Infantaria de Fuzileiros Navais**. 1º Edição. 2008. Rio de Janeiro.
5. Fernandes, F. R. S., Barbalho, I. M. P., Avelino, J. G., e Correia, V. M. S. (2015). Aplicação do modelo multicritério MACBETH no apoio à decisão: escolha de um gerente de projetos. **In Anais do XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, p. 177–185, Porto de Galinhas.
6. Torres, B. G., Andrade, G. N., e Mello, J. C. C. B. S. (2016). Abordagem multicritério para seleção de alunos em um projeto de mobilidade estudantil. **In Anais do XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Vitória.
7. 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. **In Anais do XII Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha**, Rio de Janeiro.
8. Carvalho, F. B., Santos, M. (2017). Apoio multicritério à decisão na seleção de um observador militar para uma missão da Organização das Nações Unidas. **In Anais do XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Blumenau.
9. Carvalho, F. B., Santos, M., Mendes, A.A.O. e Amaral, L.A. (2018). Apoio multicritério à decisão na escolha de linhas de ação para evacuação de não-combatentes através do método

de análise hierárquica - AHP. In **Anais do 50º Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro.

10. Carvalho, F.B., Teixeira, L. S. (2017). Apoio multicritério à decisão na seleção de uma viatura tática leve através do método MACBETH. **Engevista**, v. 19, n. 4, p. 961-974.
11. Madeira, A. G., Júnior (2008). Modelo de avaliação de navios de escolta: uma abordagem mcdm. In **Anais do XI Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha**, Rio de Janeiro.
12. Gomes, C. F. S., Gonçalves, E. P. e Toste, A. M. (2006) Aplicação do apoio multicritério à decisão em dois processos de ordenação: Tecnologia de telefonia móvel e equipamentos a laser. In **Anais do IX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha**, Rio de Janeiro.
13. Cunha, A. A. R., Silva, J. L., Filho, e C., M. D. (2014). 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.
14. Saaty T.L. & Vargas, L.G. (1991). **Prediction, Projection And Forecasting**, Boston: Kluwer Academic.
15. Pinheiro, E. M., Santos, S. G. S. e Reis, E. C. G. Aplicação da Metodologia Soft Systems para Estruturar Problemas em um curso de graduação. Universidade Estadual do Maranhão, 2016.
16. Reis, K. A. Aplicação da Soft Systems Methodology nos Resíduos Sólidos gerados pelos Transportes Rodoviários. Universidade Federal de Uberlândia, 2018.
17. Checkland, P. **Systems Thinking, Systems Practices**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 1981.
18. Gomes, L. F. A. M., Gomes, C. F. S., Rangel, L. A. D., Ballast water management: a comparative analysis of THODIM and THOR. **The 21st International Conference on Multiple Criteria Decision Making**, [S. l.], 2011.
19. CRAWFORD, G., WILLIAMS, C. **The Analysis of Subjective Judgement Matrices**, The Rand Corporation R- 2572-1-AF, USA. 1985
20. BAJWA, G., CHOO, E.U., WEDLEY, W.C. (2007) Effectiveness Analysis of Deriving

Priority Vectors from Reciprocal Pairwise Comparison Matrices. **Proceedings the 9th International Symposium of Analytic Hierarchy Process (ISAHP2007)**, Santiago, Chile.

21. GRAYBILL, F. A. **Matrices with Applications in Statistics**. Wadsworth, Inc., California, USA, 1983
22. MENDES, L.F.R.; ERTHAL Jr., M.; HOSKEN, L.A.L. Seleção de sistema de fornecimento de energia elétrica para propriedades rurais litorâneas localizadas no Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia**, 4(1), 338-345, 2013.
23. Oliveira, K. D. S., Santos, M, Carlos, F. S. G. (2019) Seleção do melhor modelo de lâmpada LED para as instalações do SENAI CETIQT a partir do método multicritério THOR. **In Anais do XV Encontro Mineiro de Engenharia de Produção**. Viçosa.
24. Caitano, A. L., Santos, M., Gomes, C. F. S e Tenório, F. M. (2019) Aplicação do método THOR para escolha de um modelo de treinamento em um laboratório de metrologia. **In Anais do XIX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha**, Rio de Janeiro.
25. Tenório, F. M., Santos, M, e Carlos, F. S. G., (2019) Concepção do Método THOR e a necessidade de desenvolvimento de uma plataforma computacional em Python: possíveis aplicações ontem e hoje. **In Anais do LI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Limeira, SP.
26. Aquino, C. N. P., Pereira, L. A. C. e Erthal Junior, M. (2017). Modelagem multicritério para estabelecimento de polos de Educação a Distância nas mesorregiões do Instituto Federal Fluminense. **Revista Tecnologia e Sociedade**. P. 90-110. Curitiba.