

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE- FURG
CURSO DE GESTÃO EM OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NOME COMPLETO: JOÃO PEDRO ALMEIDA ROCHA

TÍTULO: Método multicritério de apoio à decisão para fornecimento de alternativa de helicóptero para realização de apoio de Fogo Aéreo Aproximado

PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

RIO DE JANEIRO, RJ
2023

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO

AUTOR JOÃO PEDRO ALMEIDA ROCHA

TÍTULO: MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA FORNECIMENTO DE ALTERNATIVA DE HELICÓPTERO PARA REALIZAÇÃO DE APOIO DE FOGO AÉREO APROXIMADO

Autorizo que o presente artigo científico apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* da FURG, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Gestão de Operações e Logística, e aprovado pelos professores responsáveis pela orientação e sua aprovação, seja utilizado para pesquisas acadêmicas de outros participantes deste ou de outros cursos, afim de aprimorar o ambiente acadêmico e a discussão entorno das temáticas aqui propostas.

TÍTULO: MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA FORNECIMENTO DE ALTERNATIVA DE HELICÓPTERO PARA REALIZAÇÃO DE APOIO DE FOGO AÉREO APROXIMADO

**AUTOR: JOÃO PEDRO ALMEIDA ROCHA
ORIENTADOR: MARCELO ESCOBAR**

RESUMO

O artigo propõe a utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP) para abordar a manutenção doutrinária da Marinha do Brasil (MB) no que diz respeito à escolha adequada de helicóptero para a tarefa de apoio de fogo aéreo aproximado em Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais. Considerando a visão de futuro da MB e a necessidade de entender e adequar as capacidades dos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais às tarefas exigidas em diversas missões, torna-se relevante realizar estudos detalhados sobre quais meios utilizar em determinadas tarefas. O AHP, criado por Thomas L. Saaty em 1980 é uma metodologia que permitirá uma análise qualitativa para a tomada de decisão nesse contexto específico. O método facilitará a comparação entre diferentes helicópteros com base em critérios relevantes, como Custo da hora de voo, Raio de Ação e Armamento. Ao empregar o AHP, o artigo visa fornecer um embasamento sólido para a escolha do helicóptero mais indicado, considerando suas características específicas e o contexto operacional dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais. Dessa forma, a pesquisa contribuirá para a melhoria da eficiência e eficácia das operações de apoio de fogo aéreo aproximado, alinhando as capacidades dos meios disponíveis às necessidades reais das missões da Marinha do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Método de Análise Hierárquica (AHP). Apoio de Fogo Aéreo Aproximado.

TÍTULO DO TCC: MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA FORNECIMENTO DE ALTERNATIVA DE HELICÓPTERO PARA REALIZAÇÃO DE APOIO DE FOGO AÉREO APROXIMADO

João Pedro Almeida Rocha¹

Declaro que sou autor(a)¹ deste Trabalho de Conclusão de Curso. Declaro também que o mesmo foi por mim elaborado e integralmente redigido, não tendo sido copiado ou extraído, seja parcial ou integralmente, de forma ilícita de nenhuma fonte além daquelas públicas consultadas e corretamente referenciadas ao longo do trabalho ou daqueles cujos dados resultaram de investigações empíricas por mim realizadas para fins de produção deste trabalho.

Assim, declaro, demonstrando minha plena consciência dos seus efeitos civis, penais e administrativos, e assumindo total responsabilidade caso se configure o crime de plágio ou violação aos direitos autorais. (Consulte a 3ª Cláusula, § 4º, do Contrato de Prestação de Serviços).

RESUMO - O artigo propõe a utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP) para abordar a manutenção doutrinária da Marinha do Brasil (MB) no que diz respeito à escolha adequada de helicóptero para a tarefa de apoio de fogo aéreo aproximado em Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais. Considerando a visão de futuro da MB e a necessidade de entender e adequar as capacidades dos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais às tarefas exigidas em diversas missões, torna-se relevante realizar estudos detalhados sobre quais meios utilizar em determinadas tarefas. O AHP, criado por Thomas L. Saaty em 1980 é uma metodologia que permitirá uma análise qualitativa para a tomada de decisão nesse contexto específico. O método facilitará a comparação entre diferentes helicópteros com base em critérios relevantes, como Custo da hora de voo, Raio de Ação e Armamento. Ao empregar o AHP, o artigo visa fornecer um embasamento sólido para a escolha do helicóptero mais indicado, considerando suas características específicas e o contexto operacional dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais. Dessa forma, a pesquisa contribuirá para a melhoria da eficiência e eficácia das operações de apoio de fogo aéreo aproximado, alinhando as capacidades dos meios disponíveis às necessidades reais das missões da Marinha do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Método de Análise Hierárquica (AHP). Apoio de Fogo Aéreo Aproximado. Helicóptero.

1 INTRODUÇÃO

Dentro de um contexto dos conflitos terrestres atuais, diversas tarefas são de extrema importância para o bom andamento das missões, o elemento que obtiver os meios adequados e os conhecimentos necessários para executar estas tarefas já possui vantagem marcante no desenrolar do conflito.

O Apoio Aéreo Aproximado é uma ramificação do Apoio Aéreo que permite que aeronaves prestem suporte por meio de seus armamentos para as tropas engajadas em primeiro escalão e que muitas vezes, por conta da localização dessas tropas ou das características do terreno, o apoio de fogo por aeronave é a única forma possível de prestar apoio à tropa. Sabendo da necessidade de constante aprimoramento doutrinário e operacional que uma força armada deve buscar, o presente artigo tem por objetivo apresentar uma alternativa de emprego de aeronave, dentro dos helicópteros que a Marinha do Brasil (MB) já possui, baseada no método de análise hierárquica - AHP (*Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido por Saaty na década de 70, para a tarefa de Apoio de Fogo Aéreo Aproximado.

O presente Artigo terá seu tema limitado à utilização de meios de asa rotativa que a MB já possui, UH-12, UH-13 e AH-11A, que poderiam ser empregados em proveito do Apoio de Fogo Aéreo Aproximado nas operações dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais.

O objetivo geral do trabalho é a contribuição para a inserção de métodos Multicritérios de apoio à decisão em temas relacionados à Defesa, uma vez que poderiam ser uma excelente ferramenta para ajudar os decisores, o que aumenta a importância deste trabalho, uma vez que tais métodos são tão pouco utilizados dentro da área militar, não pela falta de conhecimento, mas sim pela dificuldade de tomar decisões cartesianas em um ambiente repleto de incertezas. Foi utilizado o método pesquisa bibliográfica para execução deste trabalho, sendo os conceitos das tarefas explicitadas e as capacidades das aeronaves retiradas de manuais técnicos e os conceitos do método propriamente dito, retirados de renomadas referências na área, citadas no artigo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação teórica

O objetivo desta seção será apresentar uma rápida explanação sobre o Método de Análise Hierárquica (AHP), no que tange ao seu uso, e a tarefa de

realizar o Apoio de Fogo Aéreo aproximado (ApFAeAp), com intuito de fornecer uma alternativa de emprego, dentre os modelos de aeronaves de emprego geral/ Ataque, que a Marinha do Brasil possui.

2.1.1 Método de Análise Hierárquica

A ferramenta que será utilizada no presente trabalho, será o método de análise hierárquica - AHP (*Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido por Saaty na década de 70, e atualmente é uma das mais utilizadas no mundo para dar suporte aos mais variados tipos de decisão. Segundo o desenvolvedor do método multicritério, esta ferramenta emprega uma relação de comparação entre elementos para atingir uma ordem de prioridade entre os indicadores escolhidos, de forma a vir de um objetivo mais amplo, chegando até um mais específico, de modo que uma pessoa que não seja familiarizada com o assunto possa estabelecer uma racionalidade sobre o referido tema. Tal racionalidade estabelecida, quando aplicada em uma pessoa que necessita tomar decisões, auxilia em muito o trabalho, pois possibilita ao decisor, a capacidade de escolha racional, segundo critérios por ele mesmo estabelecidos, sobre temas que ele não possui pleno domínio.

A ideia cerne dessa teoria é fazer a análise dos critérios, subcritérios e alternativas em ordem hierárquica e sequenciais, comparando-os (LONGARAY, 2022).

2.2. Estruturação do Problema

O Apoio de Fogo Aéreo Aproximado (ApFAeAp) é uma tarefa de vital importância para a fluidez das missões realizadas por um Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais (GptOpFuzNav), uma vez que proporciona suporte para tropas engajadas, permite bater alvos em localidades, os quais seriam dificilmente batidos pelo fogo naval ou pela artilharia, uma vez que estes dois últimos citados gerariam grandes danos colaterais, e ainda atua fortemente contra colunas de viaturas blindadas e artilharia inimigas.

O ApFAeApr é uma das modalidades de Apoio de Fogo Aéreo, que junto com a Defesa Aérea, formam as Atividades Aéreas de Combate, que são uma ramificação do Apoio Aéreo Ofensivo, que por sua vez advém do Apoio Aéreo. O

manual de Apoio Aéreo do Comando Geral do Corpo de Fuzileiros navais (CGCFN 34.1) define Apoio de Fogo Aéreo Aproximado, Apoio de Fogo Aéreo, Defesa Aérea, Atividades Aéreas de Combate, Apoio Aéreo Ofensivo e Apoio Aéreo respectivamente como:

a) Apoio aéreo

“O apoio aéreo aos GptOpFuzNav abrange o emprego dos variados tipos de aeronaves (Anv) pertencentes à Marinha do Brasil (MB) ou provenientes de outras forças amigas em proveito das manobras a serem realizadas. São consideradas as atividades de combate, de apoio ao combate e de apoio de serviços ao combate realizados por Anv.” (Marinha do Brasil, 2020, p.1-1)

b) Apoio aéreo ofensivo

“O ApAeOf é a utilização do ApAe para ações que, direta ou indiretamente, imputarão perdas ou dificuldades às forças inimigas.

O ApAeOf contribuirá, juntamente com as outras armas de apoio, para que o comandante apoiado obtenha e mantenha a iniciativa das ações no campo de batalha, podendo ser usado para intervir no combate, tanto em operações ofensivas quanto defensivas.

O ApAeOf é dividido em atividades aéreas de combate e de apoio ao combate.” (Marinha do Brasil, 2020, p.2-1)

c) Atividades aéreas de combate

“São aquelas em que os pilotos das Anv engajarão o inimigo diretamente. Esse engajamento poderá ser por meio de combate aéreo, como é o caso da defesa aérea, ou de ataque ao solo, como é o caso do apoio de fogo aéreo (ApFAe). As Anv que realizarão a defesa aérea serão Anv de interceptação e ataque armadas com metralhadoras/canhões ou mísseis ar-ar. As Anv que realizarão ataque ao solo serão Anv de ataque armadas com metralhadoras/canhões, bombas, foguetes e/ou mísseis ar-superfície.” (Marinha do Brasil, 2020, p.2-2)

d) Apoio de fogo aéreo

“Consiste no ataque a alvos na superfície, realizado por Anv, em proveito da manobra do GptOpFuzNav. Tem como efeito desejado a destruição ou a neutralização do alvo. As Anv que prestam o ApFAe poderão permanecer em alerta, em bases terrestres próximas, a bordo ou voando em uma área de espera. O ApFAe é subdividido em Apoio Aéreo Aproximado (ApAeAprx) e Apoio Aéreo Afastado (ApAeAfs).” (Marinha do Brasil, 2020, p.2-3)

e) Apoio Aéreo aproximado

“É o ApFAe realizado em apoio às tropas de primeiro escalão que estão em contato direto com o inimigo. Este tipo de ApAe é de grande valia devido à precisão do ataque e o efeito moral conseqüente, positivo para nossas tropas e negativo para o inimigo, representando para esse último, uma grande vulnerabilidade.

O ApAeAprx será provido por Anv de ataque ou configurada para tal. Poderá ser executado por aviões ou helicópteros (He). Normalmente, é realizado a pedido da tropa que está em contato com o inimigo.

Para efeito de coordenação do apoio de fogo, considera-se como ApAeAprx, todo o ApFAe realizado entre a Linha de Coordenação do Apoio de Fogo (LCAF) em vigor e a Linha de Contato (LC).

Nas situações em que há necessidade de disponibilidade imediata da Anv para prestar o ApFAe, ela poderá ser previamente acionada e mantida em vôo, em uma área de espera. Essas situações, normalmente, ocorrem por ocasião da fase do assalto, nas OpAnf, e de ataque a objetivos. A área de espera é uma porção de espaço aéreo, a grande altitude, onde as Anv de ataque permanecem orbitando à espera de solicitação para atacar alvos. É localizada fora da área onde efetivamente estão sendo realizados os combates, para não interferir na utilização do espaço aéreo por outros meios de apoio (apoio de fogo por exemplo). Ficam a grande altitude, pois o ar rarefeito propicia economia de combustível. As Anv, após realizarem seus ataques, rumam para a área de espera onde aguardarão nova solicitação de apoio. Isso ocorrerá até que utilizem todo o armamento destinado ao ataque dos alvos ou haja necessidade de retornar à base para reabastecimento. Para aumentar sua disponibilidade, poderá ser previsto o reabastecimento em vôo,

caso tenham dispositivo para tal. Nas OpAnf, normalmente, essa área poderá ser localizada sobre o mar e, também, para facilitar a manobra, mais de uma área de espera poderá ser estabelecida.” (Marinha do Brasil, 2020, p.2-4)

Após as devidas explicitações, é possível entender a atividade específica em que consiste o ApFAeApr, sendo perfeitamente aceitável que a escolha da aeronave que realizará tal tipo de tarefa seja algo muito importante, atualmente, a aeronave de asa rotativa que presta esse tipo de apoio de fogo para os Grupamentos operativos de Fuzileiros navais é o UH-12; portanto o problema consiste em, explorando as características das aeronaves que a MB possui e que seriam capazes de realizar tal

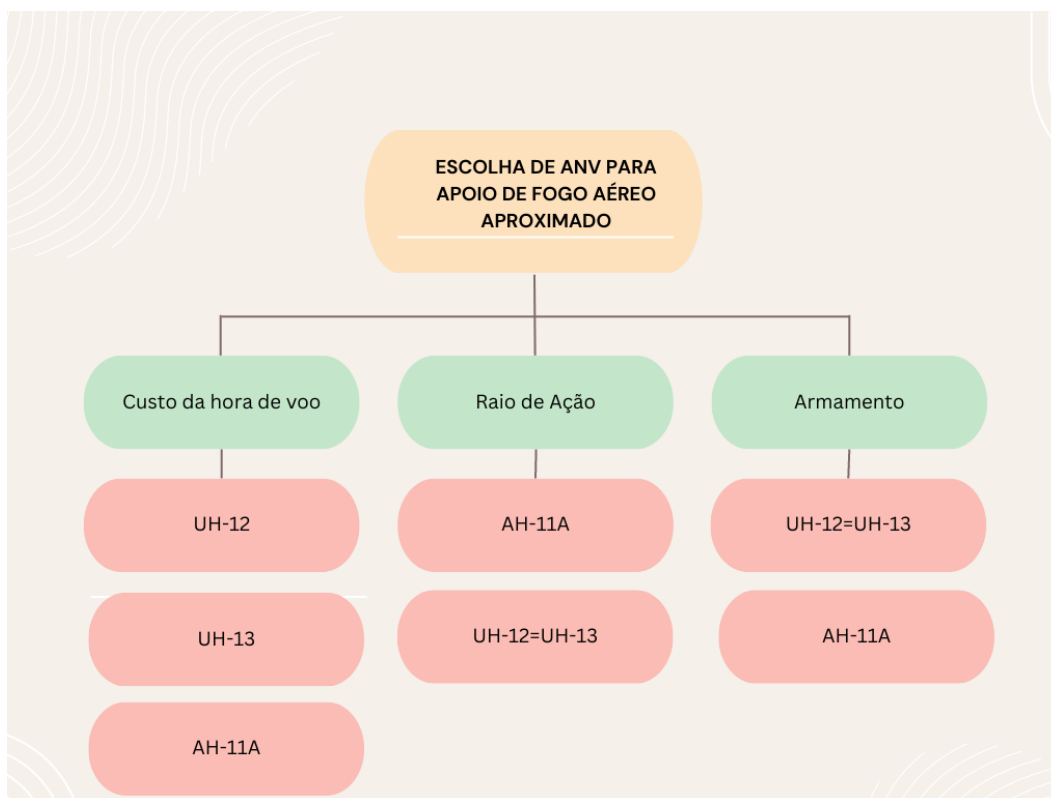


Figura 1 - Construção da hierarquia de decisão.

tarefa, para oferecer uma alternativa de emprego ou confirmar a aeronave já utilizada.

2.3 Modelagem - Método AHP

2.3.1 Construção da hierarquia de decisão

De acordo com o modelo AHP, a análise possuirá a seguinte estrutura de construção da hierarquia de decisão:

Objetivo: Escolha de Aeronave para Apoio Aéreo Aproximado;

Critérios: Raio de Ação, Custo da Hora de voo e armamento;

Alternativas: UH-12, UH-13 e AH-11A.

A explicitação das características de cada aeronave, assim como os critérios empregados serão posteriormente abordados, na figura 1 podemos observar relações de igualdade entre as aeronaves em alguns critérios, fato que ocorre pois elas se equivalem nos critérios mencionados.

2.3.2- Comparação entre os elementos da hierarquia

O objetivo, nesta seção, é estabelecer a ordem de prioridade entre os elementos da hierarquia a partir de comparações paritárias utilizando a Escala Fundamental proposta por Thomas Saaty (Tabela 1), (SAATY,1980). Segundo Longaray (2022), “a segunda etapa consiste em estabelecer prioridades entre os elementos para cada nível da hierarquia, a partir da matriz de comparação”

| | | |
|---------|--|--|
| 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 |

Tabela1 - Escala Fundamental Adaptada de Saaty (1980)

Segundo Oliveira (2017) “qualitativamente o AHP auxilia na construção de níveis hierárquicos, como uma maneira conveniente de decompor um problema complexo, enquanto quantitativamente usa pares de comparação para calcular a prioridade dos elementos em cada nível”. Para que sejam estabelecidos os pesos relativos das alternativas em cada critério analisado, consideram-se qualitativamente os valores que são fatos e determinados no manual de operação de cada aeronave.

a) Custo da hora de voo x Raio de Ação

O critério Custo da hora de voo é muito importante para a aviação naval pois ele implica diretamente na quantidade de horas que aquela aeronave poderá ser empregada, pois os recursos são, logicamente, finitos, obrigando assim, o decisor a fazer o bom gerenciamento de quantas Horas de Voo e de quais Aeronaves serão empregadas e em quais missões. O critério Raio de ação, por sua vez, cresce de importância uma vez que ele determina o quão longe a aeronave pode ir prestar o apoio necessário e voltar para sua base, ainda com combustível. Contudo, trazendo para o espaço amostras delimitado neste trabalho, o critério custo de hora de voo é mais importante que o critério raio de ação, uma vez que o apoio aéreo aproximado é prestado, na doutrina dos Fuzileiros Navais, a distâncias geralmente curtas, em padrões de deslocamento de aeronaves, da sua base de apoio, ou seja, a aeronave na maioria das vezes não precisará ir a grandes distâncias, mas precisará ser acionada diversas vezes para prestar vários apoios a curta distância, o que evidencia a maior importância do quão caro será manter esta aeronave no ar. Dessa forma, como a autonomia possui uma grande vantagem em relação ao Raio de Ação, ou seja, “Importância grande em relação a outra”, será adotada a relação de 5/1, de acordo com a Tabela 1.

b) Armamento x Custo da Hora de Voo

Diferentemente do que foi exposto no item anterior, onde o critério custo da hora de voo possuía maior importância, uma vez que doutrinariamente as aeronaves não precisariam utilizar seu raio de ação ao máximo. Ao ser comparado com o critério Armamento, o custo da hora de voo possui sua importância decrescida, uma

vez que o armamento que a aeronave pode carregar é o fato que efetivamente fará diferença na realização da tarefa que foi a ela imposta, pois somente o armamento adequado terá condições de desengajar tropas em primeiro escalão, que solicitarem o apoio, ou bater alvos de interesse da unidade apoiada. Desta forma tendo o Armamento carregado e empregado com superior importância em relação ao custo de emprego da aeronave, mas não deixando de lado a finitude dos recursos, iremos adotar a proporção de 5/1, de acordo com a Tabela 1, “a experiência ou juízo favorecem fortemente uma atividade em relação à outra”.

c) Armamento x Raio de Ação

Ao ser comparado com o critério Armamento, o raio de ação possui menos importância, para o tema abordado, visto que, conforme explicitado acima, as distâncias percorridas sem suporte logístico para aeronave não serão muito grandes, conforme previsto na doutrina; já o armamento carregado será o grande decisor do efetivo cumprimento da tarefa. Desta forma, atribuiremos a relação 7/1 entre o armamento e o raio de ação, denotando a importância muito grande de um critério em relação a outro.

Conseqüentemente, obtêm-se a seguinte matriz de comparação (Matriz 1) entre os critérios expressos abaixo:

| | Custo da Hora de voo | Raio de Ação | Armamento |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|
| Custo da Hora de voo | 1 | 5/1 | 1/5 |
| Raio de Ação | 1/5 | 1 | 1/7 |
| Armamento | 5/1 | 7/1 | 1 |

Matriz 1 - Matriz de comparação entre critérios.

2.3.3. Prioridade Relativa de cada critério

Segundo Longaray (2022), o vetor prioridade entre os critérios, que é obtido a partir de um cálculo, tem em sua finalidade, demonstrar o grau de importância de cada critério. Depois de realizada a normalização (dividindo o valor de um elemento da matriz de comparação pela soma da sua respectiva coluna), é realizada a média aritmética dos valores de cada linha, e desta forma é possível obter o vetor de prioridade relativa de cada critério. A matriz normalizada e a prioridade relativa para a matriz de comparação é dada conforme matriz 2 abaixo:

| | Custo da Hora de voo | Raio de Ação | Armamento | Prioridade relativa |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|----------------------------|
| Custo da Hora de voo | 5/31 | 5/13 | 7/47 | 0,2316 |
| Raio de Ação | 1/31 | 1/13 | 5/47 | 0,0718 |
| Armamento | 25/31 | 7/13 | 35/47 | 0,6965 |

Matriz 2 - Matriz normalizada dos critérios

A partir dos resultados obtidos, observa-se que o critério Armamento (69,65%) obtém o primeiro lugar na ordem de prioridade, seguido pelo critério custo da hora de voo (23,16%) e, em terceiro lugar, o critério Raio de Ação (7,18%).

2.3.4 Avaliação da consistência das prioridades relativas

Thomas Saaty, em 2014, sugere que, ao realizar julgamentos através do método da análise hierárquica, é desejável que a inconsistência máxima nos julgamentos seja de até 10%. A análise hierárquica é uma técnica que permite aos tomadores de decisão avaliarem alternativas em várias etapas hierárquicas, comparando-as com critérios e subcritérios relevantes. A consistência dos julgamentos é importante para obter resultados confiáveis.

A Razão de Consistência é uma medida utilizada na análise hierárquica para avaliar o grau de consistência dos julgamentos realizados pelo tomador de decisão nas diferentes etapas do processo. Quando as comparações são feitas de forma consistente, os resultados tendem a ser mais confiáveis. Se a RC for maior do que o valor desejado (10% no exemplo citado), isso indica que as comparações não são totalmente consistentes, o que pode afetar a qualidade dos resultados finais.

Para se calcular a RC é necessário obter o maior auto valor da matriz, λ_{\max} , através da seguinte equação:

$$Aw = \lambda_{\max} \times w$$

Depois de concluída a multiplicação de matrizes, obteremos que $\lambda_{\max}=3.0011$. “Uma vez calculado o λ_{\max} , deve-se calcular o Índice de Consistência (IC) para logo calcular o a Razão de Consistência (RC)” (LONGARAY,

2022). O IC é expresso pela seguinte expressão: $IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, onde “n” expressa o número de critérios. Sabendo que a $RC=IC/IR$, onde o Índice de consistência se refere a um elevado número de comparações realizadas, comparando os critérios dois a dois. Segundo LONGARAY (2022) o IR de uma matriz de ordem 3 é 0,58.

Por fim, após realizado o cálculo, obtemos que o IC é 0,00055 e por consequência, $RC=0,00094$, o que significa um $RC<10\%$ e a consequente consistência das Prioridades Relativas.

Conforme mencionado por Oliveira em 2017, em problemas mais complexos ou estruturas hierárquicas mais complicadas, é possível que a Razão de Consistência (RC) supere o valor desejado de 10%. Isso pode ocorrer devido à dificuldade em fazer comparações precisas entre múltiplas alternativas e critérios.

Segundo Longaray em 2022, a utilização da Razão de Consistência (RC) pressupõe que o tomador de decisão é racional, ou seja, ele segue o princípio da transitividade em suas escolhas. Esse princípio afirma que, se um elemento A é

preferido em relação a um elemento B e o elemento B é preferido em relação a um elemento C, então o elemento A deve ser preferido em relação ao elemento C. Esse pressuposto é fundamental para que os resultados da análise hierárquica sejam confiáveis e consistentes.

2.3.5 Construção da matriz de comparação para cada critério considerada as alternativas

Em primeira análise, deve-se verificar os critérios relativos entre as alternativas escolhidas. Desta forma, as informações aqui apresentadas sobre as aeronaves são retiradas de seus respectivos manuais Operacionais.

a) UH-12

Produzido pela montadora no sul do estado de Minas Gerais, HELIBRAS, o H-125M da empresa AIRBUS é um modelo versátil, que possui boa capacidade de armamento para apoio de fogo aéreo, sendo possíveis configurações para transporte de metralhadoras e foguetes, com autonomia de 1h e 25 min quando colocados uma metralhadora calibre 7,62mm e um lançador de foguetes SBAT 70mm, sendo a metralhadora uma excelente opção para ser utilizada contra pessoal e viaturas não blindadas, E os foguetes contra estruturas e viaturas blindadas. Desta forma ela possui 2 armamentos muito utilizados no apoio de fogo aéreo. Seu raio de ação é de 142 Milhas náuticas e o custo da sua hora de voo é de USD 2.224,06.



Figura 2 - Aeronave UH-12 (esquilo)

Fonte: <https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/uh-12-esquilo-37-anos-a-servico-da-marinha-do-brasil>

b) UH-13

Também montado pela HELIBRAS, o UH-13 é uma aeronave muito similar ao UH-12, sendo diferente apenas em alguns sensores e no fato dele ser bimotor, o que gera um custo maior para sua operação, contudo, por possuir 2 motores, traz mais segurança. Sua capacidade de carregar armamento igual a do UH-12 e seu raio de

ação também, diferindo apenas no custo da sua hora de voo que é de USD2.700,00



Figura 3 - Aeronave UH-13 (esquilo bimotor)

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/capellaspotter/14106815029>

c) AH-11A

Fabricado pela WESTLAND HELICOPTERS LTD, é uma aeronave de ataque utilizada para localização de alvos de superfície e guerra anti-submarino, sua capacidade de armamento contra alvos terrestres é restrita a uma metralhadora HERSTAL M3M calibre 0.50pol. capaz de ser acoplada nas aeronaves. Seu raio de ação é de no máximo 226MN e o custo da hora de voo é de USD 6.700,00.



Figura 4 - Aeronave **AH-11^a** (esquilo bimotor)

Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/04/23/piloto-da-mb-realiza-primeiro-voe-em-helicoptero-lynx-modernizado/>

Então, após realizadas as análises necessárias tendo como base os dados oriundos dos manuais técnicos de cada modelo, é possível chegar a uma conclusão de que com exceção do armamento, todos são critérios quantitativos, contudo, para o critério armamento, visto que o fato de cada tipo de armamento possibilita bater um tipo de alvo, a quantificação do critério fica possibilitada, sendo considerada a aeronave com pontuação 3, a que possui metralhadora, míssil e foguetes, e pontuação 1, a que possui somente 1 deles. Portanto, ficam dispostas as prioridades relativas conforme as matrizes normalizadas abaixo:

| | Custo da Hora de voo(USD) | Prioridade Relativa |
|---------------|----------------------------------|----------------------------|
| UH-12 | 2.224,06 | 0,1913 |
| UH-13 | 2.700 | 0,2322 |
| AH-11A | 6.700 | 0,5763 |

Matriz 3 - Matriz de comparação, critério custo da hora de voo.

No caso do critério custo de voo, como o interessante é utilizar o que possui menor custo, o valor normalizado será subtraído de 1 para que o menor custo possua a maior prioridade relativa. Dessa forma, após a subtração, será refeita a normalização da coluna pela soma e os novos valores, chamados aqui de prioridade real, serão utilizados no cálculo da prioridade composta.

| | Custo da Hora de voo(USD) | Prioridade Relativa | Prioridade Relativa: (1- Valor normalizado) | Prioridade Relativa (REAL) |
|---------------|----------------------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|
| UH-12 | 2.224,06 | 0,1913 | 0,8087 | 0,4043 |
| UH-13 | 2.700 | 0,2322 | 0,7678 | 0,3838 |
| AH-11A | 6.700 | 0,5763 | 0,4237 | 0,2118 |

Matriz 4- Matriz com a Prioridade Relativa Real do custo da hora de voo

| | Raio de Ação | Prioridade Relativa |
|---------------|---------------------|----------------------------|
| UH-12 | 142 | 0,2784 |
| UH-13 | 142 | 0,2784 |
| AH-11A | 226 | 0,4431 |

Matriz 5 - Matriz de comparação, critério raio de ação.

Para o critério Armamento serão atribuídos 3 pontos para a Aeronave que possuir capacidade de empregar mísseis, foguetes e metralhadoras contra alvos terrestres, 2 para a que possuir capacidade de empregar apenas 2 desses armamentos e 1 para a que possuir capacidade de empregar apenas 1 dos armamentos, ficando a disposição elencada de forma que UH-12 e UH-13, por possuírem foguetes e metralhadoras, ficam com grau 2 e o AH-11A com grau 1 por possuir apenas metralhadora.

| | Armamento | Prioridade Relativa |
|---------------|------------------|----------------------------|
| UH-12 | 2 | 0,4 |
| UH-13 | 2 | 0,4 |
| AH-11A | 1 | 0,2 |

Matriz 6 - Matriz de comparação, critério armamento.

Com esses resultados, é possível chegar à seguinte distribuição dos respectivos valores relativos à luz das alternativas em relação a cada critério, conforme fluxograma 2 abaixo:

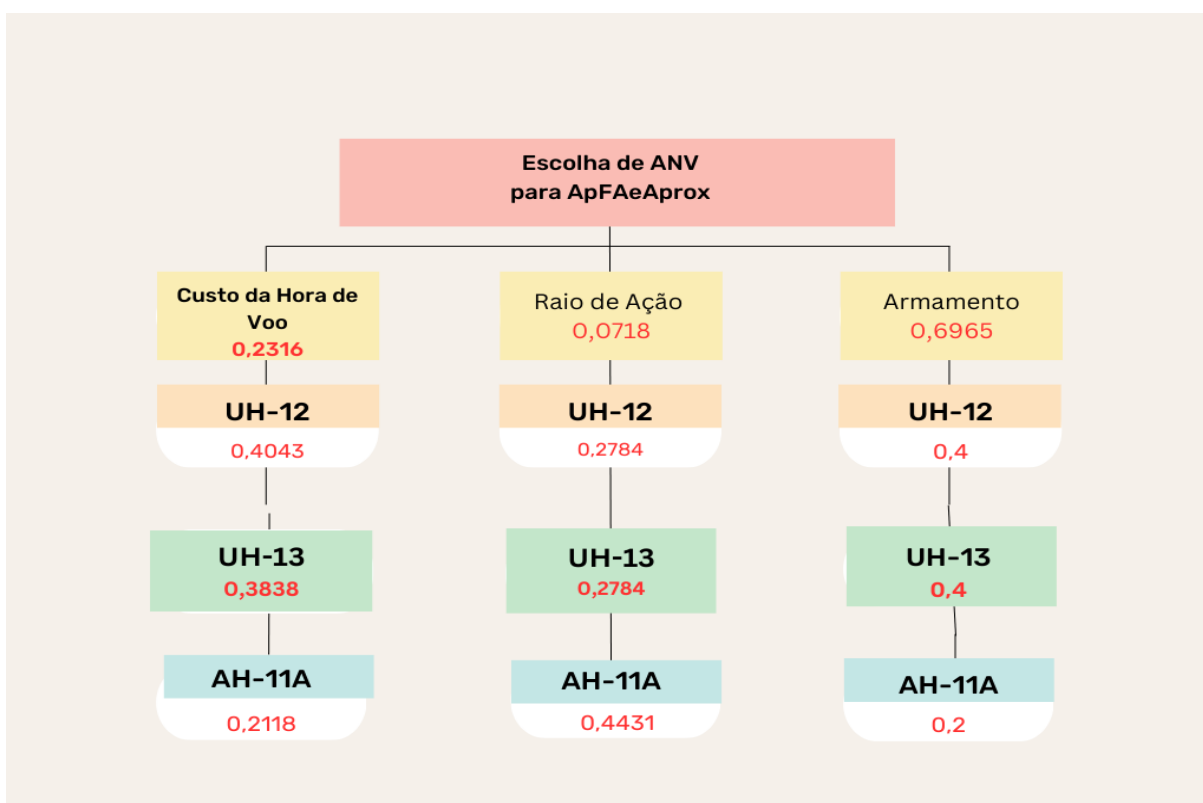


Figura 5 – construção da hierarquia da decisão com valores atribuídos às opções e aos critérios.

2.3.6 Obtenção da prioridade composta para as alternativas

Com a intenção de obter as prioridades compostas, segundo Longaray (2022), no método AHP, iremos efetuar a multiplicação da matriz das alternativas pela matriz dos critérios, de acordo com o cálculo a seguir:

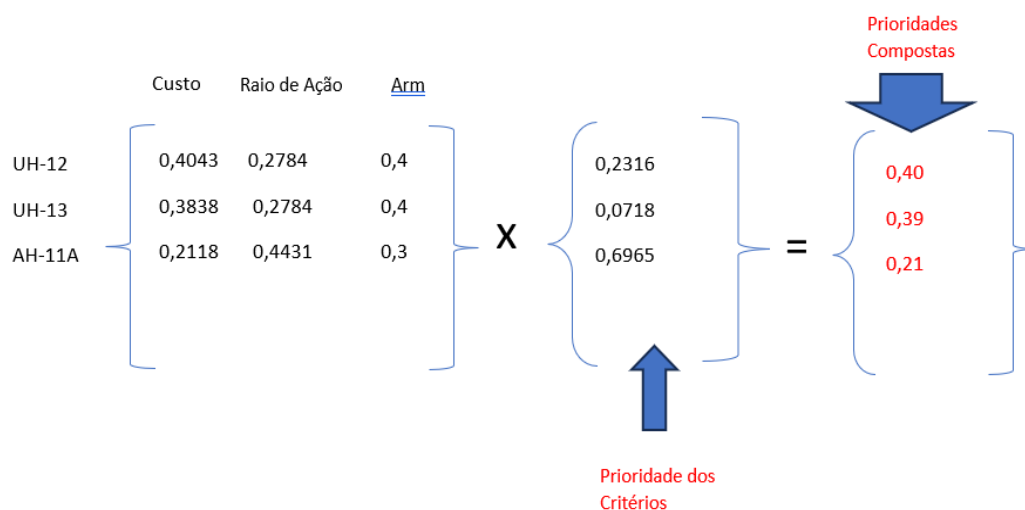


Figura 6 – obtenção do resultado final das prioridades compostas.

2.3.7 Resultados obtidos

Depois de todos os resultados obtidos, tomando por base os critérios Custo da hora de voo, Raio de Ação e Armamento, conclui-se que a alternativa mais indicada, obtendo índice de prioridade relativa de 40%, seria a manutenção da aeronave UH-12 para utilização na tarefa Apoio de Fogo Aéreo Aproximado.

3 CONCLUSÃO

A constante busca por desenvolvimento é uma realidade no meio militar, onde a todo o momento, países buscam desenvolvimento e atualização de doutrina por meio do estudo das experiências obtidas em conflitos anteriores de modo a verificar quais características dos meios empregados nos conflitos foram mais exigidas para o cumprimento das respectivas tarefas.

O objetivo do artigo acima foi oferecer uma alternativa baseada em um método de apoio à decisão, para fornecer um outro ponto de vista ou confirmar o emprego do meio que já realiza essa tarefa, que no caso é a aeronave UH-12, tendo por resultado a corroboração do resultado do método com o emprego do UH-12 para Apoio de Fogo Aéreo Aproximado. Com 40%, o UH-13 com 39% e o AH-11A com 21%.

É importante ressaltar que se trata de uma abordagem que vislumbrou um número muito pequeno de variáveis se comparado às variáveis existentes na escolha de um meio militar para emprego em uma atividade que pode salvar vidas, sendo muitos critérios, impossíveis de serem comparados entre si por ordem de importância, visto que muitas vezes as missões podem variar. Cabendo assim, a afirmação de que as análises feitas nesse artigo foram de certa forma superficiais, uma vez que não existe uma verdade absoluta em um ambiente de guerra.

4 REFERÊNCIAS

LONGARAY, A. Notas de aula do Curso de métodos multicritérios. Rio de Janeiro: CApA-CFN CIASC, 2022.

OLIVEIRA, Teresa Rachel Costa de. Identificação e análise dos fatores críticos para implantação de negócios hoteleiros sustentáveis na APA Chapada do Araripe. Doutorado em Engenharia Mecânica - área de Gestão e Otimização, UNESP, p. 149 2017.

SAATY, T.L. Analytic heirarchy process. Wiley statsRef: Statistics reference online, 2014.

SAATY, T.L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 9-26, Pittsburgh, 1990.

SAATY, T.L. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, 1980.

CGCFN 34.1- Manual de Apoio Aéreo do Comando Geral do Corpo de Fuzileiros navais, 1ed. Rio de Janeiro, RJ, 2020.

ComForAerNav- 303 - Manual de procedimentos operativos das aeronaves UH-12 e UH-13, 1ed. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

ComForAerNav- 305 - Manual de procedimentos operativos da aeronave AH-11^a, 1ed. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

WILTGEN, GUILHERME. UH-12 Esquilo: 40 anos de serviço ativo na Marinha do Brasil, Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/uh-12-esquilo-37-anos-a-servico-da-marinha-do-brasil>> Acesso em: 23/07/2023.

RODRIGUES, Galeria de aeronaves, Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/capellaspotter/14106815029>> Acesso em: 25/07/2023.

GALANTE, Alexandre. Piloto da MB realiza primeiro voo em helicóptero Lynx modernizado, Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2018/04/23/piloto-da-mb-realiza-primeiro-voo-em-helicoptero-lynx-modernizado/>> Acesso em: 25/07/2023.