

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NOME COMPLETO: ANDRÉ FILIPE DOS SANTOS
TÍTULO: *Eurocopter Tiger*: uma grande arma para o Apoio Aéreo
Aproximado nas Operações Anfíbias

PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU

RIO DE JANEIRO, RJ
2023

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO

AUTOR ANDRÉ FILIPE DOS SANTOS

TÍTULO: *Eurocopter Tiger*. uma grande arma para o Apoio Aéreo Aproximado nas Operações Anfíbias.

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: *Eurocopter Tiger*: uma grande arma para o Apoio Aéreo Aproximado nas Operações Anfíbias.

AUTOR: ANDRÉ FILIPE DOS SANTOS

ORIENTADOR: PROF. MARCELO ESCOBAR

RESUMO

Os UH-12 “ESQUILO” vem operando há mais de 40 anos com sucesso em uma extensa gama de missões da Marinha do Brasil. Porém, quando o enfoque é o seu emprego como helicóptero de ataque nas operações terrestres de caráter naval, percebe-se uma desatualização desse modelo quando comparado a outras Forças Armadas pelo mundo. Com o avanço da tecnologia, hoje em dia existem aeronaves com melhores armamentos e sistemas, que ampliam as possibilidades e dão melhores condições ao Apoio de Fogo Aéreo. Sabendo disso, este trabalho tem como objetivo utilizar o Método de Análise Hierárquica (AHP) para auxiliar na escolha de qual modelo de helicóptero de ataque melhor se adequaria a uma possível substituição do UH-12 “Esquilo”. Para isso, foram considerados três modelos alternativos de helicópteros de ataque e os critérios de Autonomia, Armamento e Manobrabilidade. A partir dos julgamentos do decisor foi possível estabelecer a ordenação das alternativas mais adequadas.

PALAVRAS-CHAVE: Helicópteros de Ataque, Apoio de Fogo Aéreo, Operações Anfíbias, Método de Análise Hierárquica (AHP).

TÍTULO DO TCC: **EUROCOPTER TIGER: UMA GRANDE ARMA PARA O APOIO AÉREO APROXIMADO NAS OPERAÇÕES ANFÍBIAS.**

André Filipe dos Santos¹

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 - Os UH-12 “ESQUILO” vem operando há mais de 40 anos com sucesso em uma extensa gama de missões da Marinha do Brasil. Porém, quando o enfoque é o seu emprego como helicóptero de ataque nas operações terrestres de caráter naval, percebe-se uma desatualização desse modelo quando comparado a outras Forças Armadas pelo mundo. Com o avanço da tecnologia, hoje em dia existem aeronaves com melhores armamentos e sistemas, que ampliam as possibilidades e dão melhores condições ao Apoio de Fogo Aéreo. Sabendo disso, este trabalho tem como objetivo utilizar o Método de Análise Hierárquica (AHP) para auxiliar na escolha de qual modelo de helicóptero de ataque melhor se adequaria a uma possível substituição do UH-12 “Esquilo”. Para isso, foram considerados três modelos alternativos de helicópteros de ataque e os critérios de Autonomia, Armamento e Manobrabilidade. A partir dos julgamentos do decisor foi possível estabelecer a ordenação das alternativas mais adequadas.

PALAVRAS-CHAVE: Helicópteros de Ataque. Apoio de Fogo Aéreo. Operações Anfíbias. Método de Análise Hierárquica (AHP).

¹ filipe.andre@marinha.mil.br

1 INTRODUÇÃO

É notório que o emprego da aviação naval representa um grande fator de força para as tropas que a possuem. Por conta de suas características, a aviação se enquadra perfeitamente na guerra de manobra, possibilitando àquele que a emprega empreender ações de forma rápida e objetiva, acelerando seu ciclo OODA (Observação, Orientação, Decisão e Ação) e obtendo vantagens sobre o oponente.

Analisando especificamente as operações terrestres de caráter naval, a utilização de helicópteros de ataque amplia largamente o poder de fogo da tropa atacante e possibilita a ela valer-se de diferentes manobras táticas, facilitadas pelo emprego das aeronaves (Anv).

Nos dias atuais, o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) se vale da aeronave UH-12 “ESQUILO” MONOMOTOR (HB 350 BA) como aeronave de ataque realizando o Apoio Aéreo Aproximado nas operações terrestres de caráter naval. Apesar de ser uma excelente aeronave e de ser amplamente utilizada no mundo, atualmente existem modelos que poderiam oferecer melhores condições de realizar tal apoio a esses tipos de operações, com armamentos e sistemas mais desenvolvidos tecnologicamente.

Recebido pela Marinha a partir de 1979, o UH-12 “ESQUILO” ainda é amplamente utilizado nas operações do CFN. Com o avanço da tecnologia nesses passados mais de 40 anos, atualmente existem aeronaves mais modernas que podem oferecer um melhor apoio a essas operações, principalmente quando se trata do Apoio Aéreo Aproximado nas Operações Anfíbias (OpAnf).

Analisando outras forças armadas pelo mundo, se pode destacar alguns modelos que vem sendo largamente utilizados e que tem atingido sucesso em suas operações. Dentre eles destacam-se o *AH-1Z Viper*, fabricado pela empresa norte-americana *Bell Helicopters*; o *AH-64 Apache*, produzido pela também norte-americana *Boeing IDS*; e o *Eurocopter Tiger*, fabricado pela empresa francesa *Airbus Helicopters*.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como principal objetivo comparar esses modelos de aeronaves apresentados, em função dos seus atributos, de forma a encontrar aquele que melhor se adequaria ao emprego nas operações terrestres de caráter naval realizadas pelo Corpo de Fuzileiros Navais, em substituição ao UH-12 ‘ESQUILO’ MONOMOTOR (HB 350 BA).

De forma a encontrar a aeronave que melhor substituiria o UH-12 “ESQUILO nas OpAnf, foi utilizado o Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para comparar os modelos anteriormente mencionados e chegar no resultado final.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Definição e estruturação do problema

O presente trabalho tem o objetivo de encontrar um modelo de aeronave que melhor se adequaria às atividades terrestres de caráter naval, principalmente no que tange ao Apoio Aéreo Aproximado por helicópteros, em substituição aos modelos atuais do UH-12 ESQUILO.

Para entender melhor a qual situação militar o trabalho explora, tem-se a definição de Apoio Aéreo Aproximado, segundo o CGCFN-34.1 – MANUAL DE APOIO AÉREO DE FUZILEIROS NAVAIS: “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. [...] 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.”

Analisando essa definição, entende-se que seria interessante que esse apoio fosse prestado por uma aeronave com alto poder de fogo para destruir o inimigo, com boa autonomia para oferecer um apoio aéreo prolongado e com certa manobrabilidade para poder executar o ataque e evadir do local sem que seja atingida pelo inimigo.

Após estudar os helicópteros de ataque que vem sendo utilizados no mundo, foram escolhidos para análise e comparação os modelos *AH-1Z Viper*, *AH-64 Apache* e *Eurocopter Tiger*. Para modelar tal problema foi definido o Método de Análise Hierárquica (AHP) e escolhidos os critérios de “Autonomia”, “Armamento” e “Manobrabilidade”, sendo este último dado pela relação Peso/Potência de cada aeronave.

2.2 Método de Análise Hierárquica (AHP)

O Método AHP foi proposto por Thomas Saaty e teve sua primeira aplicação no Departamento de Defesa dos EUA, em 1971. Este método é considerado o método multicritério mais amplamente utilizado no apoio à tomada de decisão na resolução de problemas com múltiplos critérios. Segundo Marins et al (2009, p. 2) “Este método baseia-se no método newtoniano e cartesiano de pensar, que busca tratar a complexidade com a decomposição e divisão do problema em fatores, que podem ainda ser decompostos em novos fatores até ao nível mais baixo, claros e dimensionáveis e estabelecendo relações para depois sintetizar.”

Dessa forma, o Método AHP faz uma análise dos critérios e alternativas escolhidas em ordem hierárquica e sequencial, comparando-as aos pares e chegando numa decisão final mais assertiva entre as alternativas analisadas.

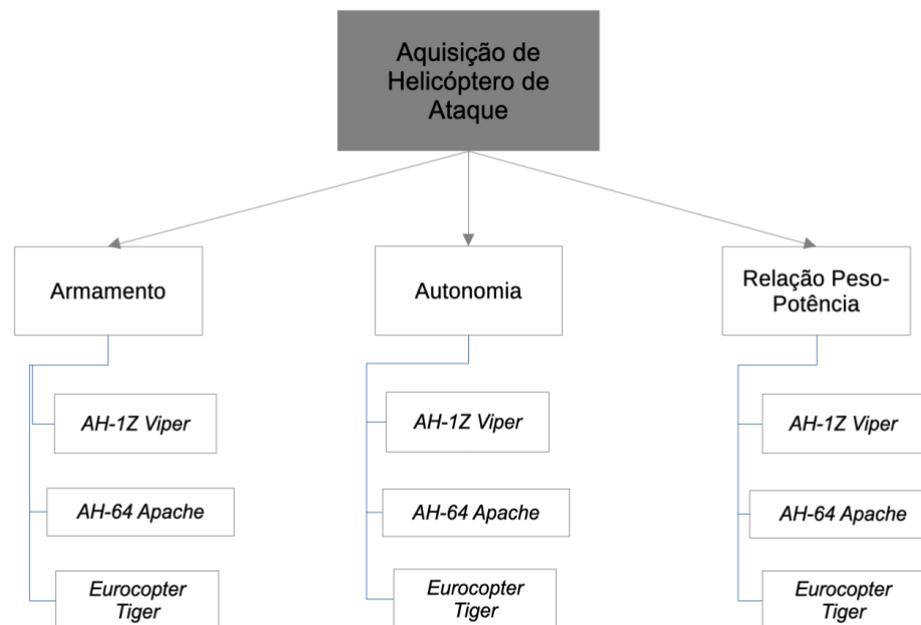
2.3 Modelagem - Método AHP

2.3.1 Estrutura hierárquica de decisão

Seguindo o modelo AHP, a análise será feita conforme a seguinte estrutura hierárquica de decisão (Figura 1):

- Objetivo: Aquisição de um modelo de Helicóptero de Ataque;
- Critérios: Armamento, Autonomia e Relação Peso-Potência; e
- Alternativas: *AH-1Z Viper*, *AH-64 Apache* e *Eurocopter Tiger*.

Figura 1 – Estrutura hierárquica de decisão na aquisição de um helicóptero de ataque.



2.3.2 Cálculo das prioridades

Após analisar a estrutura hierárquica do problema, estabelece-se a ordem de prioridade entre os critérios escolhidos, comparando-os em pares. “É nesta etapa que o avaliador compara par a par os elementos de um nível da hierarquia à luz de cada um dos elementos em conexão em uma camada superior da hierarquia, atribuindo um valor numérico a cada comparação. Para ocorrer esses julgamentos paritários é utilizada a escala numérica de Saaty representada na Tabela 1.” (COSTA, 2002 *apud* SEGALIN, 2018).

Tabela 1 - Escala Fundamental Adaptada 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

Os pesos serão atribuídos através da comparação qualitativa dos dados, que são estabelecidos pelos fabricantes de cada modelo de aeronave e constam dos manuais técnicos de cada modelo de helicóptero abordado.

a) Armamento x Autonomia

O armamento é um fator crítico para helicópteros de ataque, pois determina sua capacidade de combate e a efetividade em missões de ataque ao solo ou enfrentamento de ameaças aéreas e terrestres. Normalmente, o armamento de helicópteros de ataque inclui foguetes, mísseis guiados, canhões e metralhadoras, sendo capaz de atingir alvos em terra e no ar. Um helicóptero de ataque bem armado pode proporcionar uma presença de fogo significativa no campo de batalha, neutralizando ameaças e apoiando tropas terrestres, representando um diferencial nas operações.

A autonomia refere-se à capacidade de um helicóptero de operar por longos períodos sem a necessidade de reabastecimento. Quanto maior a autonomia, mais tempo a aeronave pode permanecer em missão, cobrir áreas extensas ou operar em regiões remotas, sem ter que retornar à base com frequência. Logo, esse é um critério de bastante importância, principalmente quando se trata de Operações Anfíbias e não foi estabelecida uma base em terra, já que nesse tipo de operação os helicópteros

decolam dos navios para realizar missões específicas e tem seu tempo de operação limitado, pois devem considerar o tempo de retorno ao navio para um novo abastecimento de combustível.

Considerando a definição de Apoio Aéreo Aproximado já apresentada, em que entende-se que os helicópteros efetuarão ataques rápidos próximo às tropas em contato, para destruir ou neutralizar alvos inimigos de grande interesse e após seu emprego retornarão para a base ou área de espera, pode-se perceber uma grande vantagem do armamento em relação a autonomia, já que esse último critério fica amenizado pelo rápido retorno da aeronave à sua base. Dessa forma, será adotada a relação de 5/1 nos critérios Armamento/Autonomia, visto que o critério “Armamento” tem importância grande em relação ao critério “Autonomia”.

b) Armamento x Relação Peso-Potência

Como visto no item anterior, o Armamento dos helicópteros de ataque tem um valor significativo para as aeronaves que prestam o Apoio Aéreo Aproximado nas operações terrestres de caráter naval.

A Relação Peso-Potência é uma medida que compara a potência gerada pelo motor do helicóptero com seu peso total. Quanto maior a Relação Peso-Potência, melhor a capacidade do helicóptero de realizar manobras ágeis, decolagens e pousos verticais mais rápidos, e transportar cargas úteis mais pesadas, quantificando assim a “Manobrabilidade” das aeronaves. Uma alta Relação Peso-Potência é particularmente valiosa nas Operações Anfíbias, pois permite que a aeronave opere a partir de plataformas de convés menores ou improvisadas e responda rapidamente às demandas operacionais, além de conseguir empregar melhor o Apoio Aéreo Aproximado e evadir-se de maneira mais rápida e segura.

Nas Operações Anfíbias, a Relação Peso-Potência tende a prevalecer sobre o Armamento, embora ambos sejam importantes. Isso se deve ao fato de que, em Operações Anfíbias, a mobilidade e a agilidade são essenciais para o sucesso da missão. Helicópteros de ataque com alta Relação Peso-Potência têm a capacidade de operar melhor em bases improvisadas próximas à costa. Além disso, a agilidade proporcionada por uma alta Relação Peso-Potência permite que esses helicópteros sobrevoem rapidamente áreas costeiras, respondam prontamente a ameaças e apoiem as forças terrestres em diferentes cenários táticos.

Embora o Armamento seja importante para enfrentar ameaças e destruir ou neutralizar alvos de grande importância, a Relação Peso-Potência é um critério-chave para as aeronaves que prestam o Apoio Aéreo Aproximado nas OpAnf devido à necessidade de mobilidade, flexibilidade e agilidade, fatores que a tornam mais versátil no cenário. Assim, será adotada a relação 3/1 nos critérios Relação Peso-Potência/Armamento, visto que existe uma importância pequena de uma sobre a outra.

c) Autonomia x Relação Peso-Potência

Embora uma maior Autonomia permita manter os helicópteros operando por mais tempo, foi visto que nas OpAnf as tarefas de Apoio Aéreo Aproximado tem curta duração. Consistem em ataques realizados de maneira rápida, em regiões muitas vezes de difícil acesso e na evasão do local, após o cumprimento da missão. Dessa forma, nesse tipo de operação, a mobilidade e a agilidade são fundamentais para o sucesso da missão, trazendo grande relevância para uma alta Relação Peso-Potência. Sendo assim, será adotada a relação 7/1 nos critérios Relação Peso-Potência/Autonomia, já que uma tem importância muito grande em relação à outra.

d) Matriz de Comparação entre critérios

Após a análise dos critérios par a par, obtêm-se a Matriz de Comparação entre critérios (Matriz 1), conforme o modelo abaixo:

Matriz 1 - Matriz de Comparação entre critérios.

	ARMAMENTO	AUTONOMIA	RELAÇÃO PESO-POTÊNCIA
ARMAMENTO	1	5/1	1/3
AUTONOMIA	1/5	1	1/7
RELAÇÃO PESO-POTÊNCIA	3/1	7/1	1

2.3.3 Prioridade Relativa dos critérios

Segundo Escobar (2023), para obter a prioridade relativa de cada critério é necessário normalizar os valores da Matriz de Comparação. Para isto, cada valor da matriz é dividido pela soma total da sua respectiva coluna, obtendo assim, a matriz normalizada. A obtenção do vetor de prioridades tem por objetivo identificar a ordem de importância de cada critério, para isto é calculado a média aritmética dos valores de cada linha da matriz normalizada.

Matriz 2 - Matriz normalizada dos critérios.

	ARMAMENTO	AUTONOMIA	RELAÇÃO PESO-POTÊNCIA	PRIORIDADE RELATIVA
ARMAMENTO	5/21	5/13	7/31	0,2828
AUTONOMIA	1/21	1/13	3/31	0,0737
RELAÇÃO PESO-POTÊNCIA	5/7	7/13	21/31	0,6433

De acordo com os julgamentos fornecidos pelo decisor, pode-se observar na Matriz 2 que o critério de maior importância relativa (peso) é a Relação Peso-Potência, com 64,33%, seguido pelo critério Armamento, com 28,28% e o critério Autonomia, com apenas 7,37%, sendo considerado muito menos importante no processo decisório.

Dessa forma, se chega a Matriz de Comparação A e ao Vetor de Prioridade w , mostrados abaixo (Figura 2) e que serão utilizados no estudo posteriormente.

Figura 2 – Matriz de Comparação A e Vetor de Prioridade w.

Matriz de Comparação

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 1/3 \\ 1/5 & 1 & 1/7 \\ 3 & 7 & 1 \end{pmatrix}$$

Vetor de Prioridade

$$w = \begin{pmatrix} 0,2828 \\ 0,0737 \\ 0,6433 \end{pmatrix}$$

2.3.4 Avaliação da Consistência

Dando prosseguimento ao método AHP, o próximo passo é realizar a Avaliação da Consistência. Segundo Escobar (2023), a Razão de Consistência (RC) mede o quanto os julgamentos foram consistentes. Além disso, “as avaliações do método AHP são baseadas no pressuposto de que o decisor é racional, isto é, se A é preferido a B e B é preferível a C, então A é preferido a C. Se o RC é superior a 0,1 os julgamentos não são confiáveis.” (ESCOBAR, 2023).

Para o cálculo da RC, é necessário primeiro obter o valor de λ_{max} que representa o maior autovalor da matriz A, obtido a partir da seguinte equação:

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

Para o caso analisado, tem-se que $\lambda_{max} = 3,0655$. “Uma vez calculado o λ_{max} , deve-se calcular o Índice de Consistência (IC) para logo calcular a Razão de Consistência (RC)” (ESCOBAR, 2023). O IC é dado pela equação abaixo, onde n é o número de critérios:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

A RC é obtida pela seguinte fórmula: $RC = IC / IR$, “em que IR é o índice de consistência referente a um grande número de comparações par a par efetuadas. Este é um índice aleatório calculado para matrizes quadradas de ordem n pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge, nos EUA.” (ESCOBAR, 2023). Para o caso analisado, o número de critérios n é igual a 3, logo IR é igual a 0,58.

Voltando à fórmula, conclui-se que $IC = 0,0327$. A partir disso, calcula-se $RC = 0,0564$. Portanto, RC tem um valor menor que 0,1; logo infere-se que os julgamentos são confiáveis e os valores estabelecidos para as prioridades relativas são consistentes.

2.3.5 Análise das alternativas e dos critérios escolhidos

Nesta seção se abordará brevemente as alternativas escolhidas, especificando os critérios já elencados e também trazendo informações, abordando os mesmos critérios a respeito do UH-12 “ESQUILO”, para efeito de comparação.

a) AH-1Z Viper

O *AH-1Z Viper* é um helicóptero de ataque fabricado pela empresa americana *Bell Helicopters*. Foi desenvolvido para o Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos, como sucessor do modelo *AH-1W SuperCobra*. Como parte da atualização, o AH-1Z conta com motores mais potentes, armas mais sofisticadas, transmissores atualizados e novos sistemas de mira. Está em atividade nos *US Marine Corps* desde 2010 e tem sido um modelo de sucesso por lá.

O *Viper* possui duas turbinas “General Electric T700-GE-401C Turboshaft” que entregam uma potência de 1800 hp cada e tem o peso vazio de 12300 lb (5579kg). Logo, conta com uma Relação Peso-Potência de 0,2926 hp/lb e possui uma autonomia de voo de 685km.

Helicóptero fortemente armado, o AH-1Z pode ser equipado com mísseis ar-superfície “AGM-114 Hellfire”, utilizados principalmente para destruir carros de combate e mísseis ar-ar “AIM-9 Sidewinder”, guiados por infravermelho, para auto defesa contra aeronaves de baixa performance como outros helicópteros; conta também com *pods* de foguetes “Hydra” de 70 milímetros e a versão “APKWS” guiada, além do armamento fixo, que consiste num canhão “M-197 Gatling” de 20mm. Um exemplo do modelo *AH-1Z Viper* é ilustrado na Figura 3 abaixo.

Figura 3 – *AH-1Z Viper*. Fonte: Adaptado de Plano Brazil (2015). Disponível em: <https://www.planobrazil.com/2015/02/03/ah-x-br-bell-ah-1z-viper/>



b) *AH-64 Apache*

O *AH-64 Apache*, fabricado atualmente pela empresa americana *Boeing IDS* é o helicóptero principal do Exército dos Estados Unidos. Considerado por muitos o melhor helicóptero de ataque do mundo na atualidade, está em operação desde 1986 e fez sucesso em uma série de operações militares ao redor do mundo.

O *Apache* possui um peso vazio de 11400lb (5165kg) e conta com duas turbinas “General Electric T700-GE-701 Turboshaft” que entregam uma potência de 1690 hp cada. Assim, sua Relação Peso-Potência é de 0,2964hp/lb e possui ainda uma autonomia de voo de 476km.

Esse excelente helicóptero de ataque pode ser equipado com mísseis com mísseis ar-superfície “AGM-114D Longbow Hellfire”, utilizados contra carros de combate, mísseis ar-ar “AIM-92 Stinger” e mísseis ar-ar “AIM-9 Sidewinder”; além disso, possui pods para foguetes “Hydra” 70mm, “CRV7” 70mm, “APKWS” e um canhão “M230” de 30mm. Abaixo, tem-se ilustrado um exemplo do modelo *AH-64 Apache* (Figura 4).

Figura 4 – *AH-64 Apache*. Fonte: Adaptado de Airway (2020). Disponível em: <https://www.airway.com.br/boeing-entrega-2-500o-helicoptero-de-combate-ah-64-apache/>



c) *Eurocopter Tiger*

O *Eurocopter Tiger* é um helicóptero de ataque desenvolvido pela empresa *Airbus Helicopters*, antiga *Eurocopter*. Desenvolvido na Europa e amplamente utilizado por Alemanha, França e Espanha, o *Tiger* foi concebido como uma forte arma anti-tanque e iniciou suas operações em 2003.

Com peso vazio de 6746lb (3060kg) e equipado com 2 turbinas “MTR MTR390 turboshaft” que entregam 1303 hp cada, o *Tiger* tem uma Relação Peso-Potência de 0,3863hp/lb. Além disso, conta com uma Autonomia de voo de 800km.

Podendo ser equipado com mísseis ar-superfície “AGM-114 Hellfire”, “Spike-ER” ou “HOT-3, utilizados contra carros de combate e mísseis ar-ar/superfície “PARS-3”, utilizado contra outros helicópteros ou alvos no solo; possui capacidade de lançar foguetes “Hydra 70” e “SNEB” e também conta com canhão “GIAT 30” de 30mm. Um exemplo do modelo de helicóptero *Eurocopter Tiger* é ilustrado na Figura 5 abaixo.

Figura 5 – *Eurocopter Tiger*. Fonte: Adaptado de Revista Força Aérea (2021). Disponível em: <https://forcaaerea.com.br/espanha-vai-modernizar-os-helicopteros-tiger-had/>



d) UH-12 “ESQUILO”

Recebido pela Marinha do Brasil a partir de 1979, o “ESQUILO” é um helicóptero de pequeno porte utilizado para emprego geral. Durante esses mais de 40 anos, cumpriu sempre com sucesso uma diversificada gama de missões. Muitas delas, como aeronave de ataque, prestando o Apoio Aéreo Aproximado nas operações terrestres de caráter naval.

Essa aeronave conta com um motor “Turbomeca ARRIEL 1B”, que entrega 640hp e tem por volta de 2866lb (1300kg) de peso básico. Apresentando assim, uma Relação Peso-Potência de 0,2233hp/lb. Além disso, sua Autonomia de voo é de 524km.

O “ESQUILO”, quando preparado para emprego no ApFAe, pode ser equipado com lançadores de foguetes “SBAT-70” e com metralhadoras MAG 7,62mm. Uma ilustração do UH-12 “ESQUILO” pode ser vista na Figura 6 abaixo.

Figura 6 – UH-12 “ESQUILO”. Fonte: Adaptado de Asas Sobre os Mares (2021). Disponível em: <https://asassobreosmares.rudnei.cunha.nom.br/2021/07/18/helibras-hb-350b-esquilo-uh-12/>



2.3.6 Cálculo das Prioridades Locais

Após analisar as alternativas e ter especificado seus dados técnicos, tem-se que os critérios de Autonomia e Relação Peso-Potência são medidas quantitativas, enquanto que o critério Armamento tem caráter qualitativo. Porém, após análise dos armamentos elencados, foi sugerido pelo decisor um grau de 1 a 3 para cada aeronave, devido seu poderio bélico em relação às outras alternativas.

Dessa forma, as prioridades relativas seguem conforme as matrizes normalizadas abaixo:

Matriz 3 - Matriz de comparação no critério Autonomia.

	AUTONOMIA (em Km)	PRIORIDADE RELATIVA
<i>AH-1Z Viper</i>	685	0,3493
<i>AH-64 Apache</i>	476	0,2427
<i>Eurocopter Tiger</i>	800	0,4079

Matriz 4 - Matriz de comparação no critério Relação Peso-Potência.

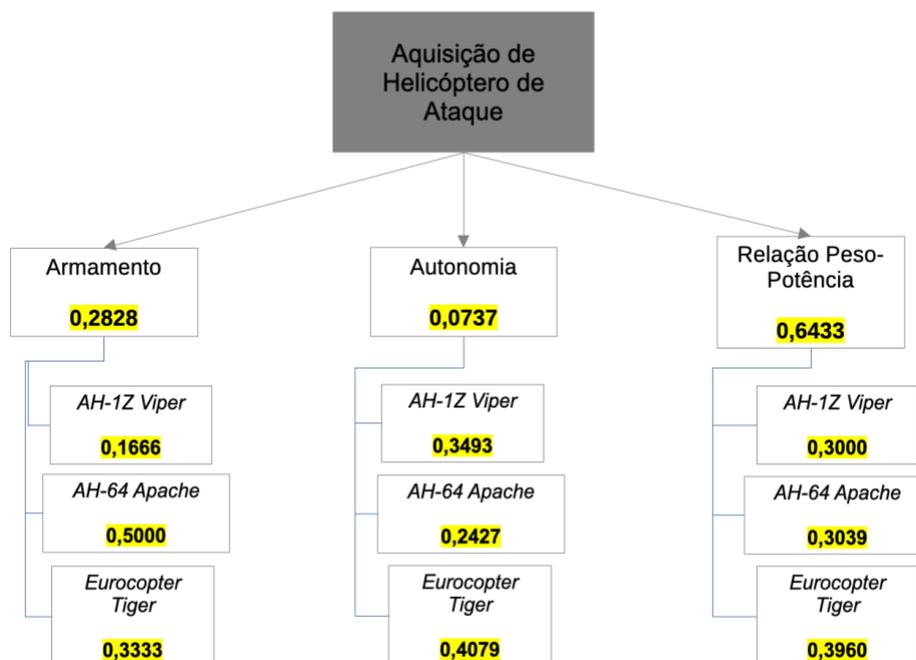
	RELAÇÃO PESO POTÊNCIA (em Hp/Lb)	PRIORIDADE RELATIVA
<i>AH-1Z Viper</i>	0,2926	0,3000
<i>AH-64 Apache</i>	0,2964	0,3039
<i>Eurocopter Tiger</i>	0,3863	0,3960

Matriz 5 - Matriz de comparação no critério Armamento.

	ARMAMENTO (em pontuação relativa)	PRIORIDADE RELATIVA
<i>AH-1Z Viper</i>	1	0,1666
<i>AH-64 Apache</i>	3	0,5000
<i>Eurocopter Tiger</i>	2	0,3333

Assim, pode ser construída a matriz de hierarquia da decisão, com a distribuição dos valores relativos para cada critério em relação a cada alternativa, conforme apresentado abaixo (Figura 6):

Figura 6 - Estrutura de hierarquia da decisão com pesos expressos.



2.3.7 Cálculo das Prioridades Globais

O próximo passo do método AHP consiste no cálculo das Prioridades Globais, que são encontradas através da Notação Matricial abaixo (Figura 7):

Figura 7 – Cálculo das Prioridades Globais.

$$\begin{array}{l}
 \text{AH-1Z Tiger} \\
 \text{AH-64 Apache} \\
 \text{Eurocopter Tiger}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{Armamento} \\
 \text{Autonomia} \\
 \text{Relação Peso-Potência}
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 0,1666 & 0,3493 & 0,3000 \\
 0,5000 & 0,2427 & 0,3039 \\
 0,3333 & 0,4079 & 0,3960
 \end{pmatrix}
 \times
 \begin{pmatrix}
 0,2828 \\
 0,0737 \\
 0,6433
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 0,2658 \\
 0,3547 \\
 0,3790
 \end{pmatrix}$$



 Prioridades Relativas dos Critérios



 Prioridades Globais

2.3.8 Resultados

Analisando as Prioridades Globais para cada modelo de helicóptero apresentado, alcançadas a partir da comparação entre as alternativas segundo os critérios de Armamento, Autonomia e Relação Peso-Potência, conclui-se que o modelo *Eurocopter Tiger*, da fabricante *Airbus Helicopters* é a alternativa mais indicada em substituição ao UH-12 “ESQUILO”, obtendo 37,90% de prioridade relativa. Seguida pelo modelo *AH-64 Apache*, com 35,47% e por último o modelo *AH-1Z Viper*, com apenas 26,58%.

É interessante pontuar que um pequeno aumento no critério de Relação Peso-Potência acarretaria em uma inversão de ordem na prioridade relativa e o *AH-64 Apache* ficaria como primeira opção ao invés do *Eurocopter Tiger*. Mostrando assim a sensibilidade da pesquisa, que está diretamente ligada aos pesos dos critérios, estabelecidos pelo decisor.

3 CONCLUSÃO

Como visto anteriormente, os UH-12 “ESQUILO” tem sido empregado com sucesso na Marinha do Brasil desde 1979, numa grande variedade de missões. Porém, quando o enfoque é o ApFAe, percebe-se que é uma aeronave um pouco desatualizada em comparação com os helicópteros de ataque empregados por outras potências mundiais.

Apesar de possuir uma boa Autonomia e razoável Relação Peso-Potência, no critério Armamento, o “ESQUILO” fica bem atrás dos outros modelos de helicóptero aqui abordados. Seus lançadores de foguete “SBAT-70” e metralhadoras “MAG 7,62mm” não apresentam o poder de fogo necessário para se opor às principais ameaças quando se fala de Operações Anfíbias, que seriam os carros de combate e blindados inimigos, como também seus helicópteros e aeronaves de baixa performance.

Este artigo teve por objetivo, apresentar e comparar três dos principais modelos de helicópteros de ataque empregados na atualidade. Cabe ressaltar que os critérios escolhidos pelo decisor foram Autonomia, Armamento e Relação Peso-Potência, com seus respectivos pesos atribuídos.

Portanto, através do método multicritério de apoio a decisão AHP na escolha de qual modelo melhor substituiria o “ESQUILO” no Apoio Aéreo Aproximado, obteve-se uma priorização na alternativa do modelo *Eurocopter Tiger*, da fabricante *Airbus Helicopters*, com 37,90% de prioridade relativa, seguida de perto pelo modelo *AH-64 Apache*, com 35,47% e pelo modelo *AH-1Z Viper*, com apenas 26,58%.

Vale ressaltar, que o presente trabalho foi realizado por um Aviador Naval em início de carreira e este, como decisor, estabeleceu os pesos e critérios que entendia que melhor atenderiam ao problema explorado. Dessa forma, para um estudo mais aprofundado do assunto, sugere-se uma equipe técnica com militares mais experientes.

Por fim, reitera-se que as aeronaves UH-12 “ESQUILO” continuam exercendo seu papel de forma brilhante nas operações da Marinha do Brasil. Porém, no enfoque do Apoio de Fogo Aéreo Aproximado, elas tem sua capacidade de emprego limitada pela desatualização tecnológica dos equipamentos, armamentos e sistemas que possui. Principalmente, quando se leva em consideração o avanço das ameaças inimigas nesses mais de 40 anos do recebimento dessas aeronaves. Assim, sugere-se a substituição dessas aeronaves como forma de melhorar as condições de emprego dos helicópteros de ataque nas operações terrestres de caráter naval.

4 REFERÊNCIAS

CGCFN-34.1; “MANUAL DE APOIO AÉREO DE FUZILEIROS NAVAIS”; Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais; Marinha do Brasil; 2020.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, M. S. O uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais - Um estudo de caso. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

SEGALIN, P. K. Análise dos critérios de tomada de decisão dos produtores rurais do município de Quilombo – SC. 2018. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Administração) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, SC, 2018.

ESCOBAR, Marcelo. Notas de aula do Curso de Métodos Multicritérios de Apoio à Decisão. Rio de Janeiro: CAPA-CFN CIASC, 2023.

BELL AH-1Z VIPER. Disponível em: <<https://www.bellflight.com/products/bell-ah-1z>>, Acesso em 10 jul. 2023.

Bell Completes U.S. Marine Corps AH-1Z Program of Record. Disponível em: <<https://news.bellflight.com/en-US/219854-bell-completes-u-s-marine-corps-ah-1z-program-of-record>>, Acesso em 10 jul. 2023

AH-X BR: Bell AH-1Z Viper. Disponível em: <<https://www.planobrazil.com/2015/02/03/ah-x-br-bell-ah-1z-viper/>>, Acesso em 17 jul. 2023.

ATTACK HELICOPTER OPERATIONS. Disponível em: <<https://man.fas.org/dod-101/sys/ac/docs/1-112.pdf>>, Acesso em 12 jul. 2023.

AH-64 APACHE. Disponível em: <<https://www.boeing.com/defense/ah-64-apache/>>, Acesso em 12 jul. 2023.

Boeing entrega 2.500º helicóptero de combate AH-64 Apache. Disponível em: <<https://www.airway.com.br/boeing-entrega-2-500o-helicoptero-de-combate-ah-64-apache/>>, Acesso em 16 jul. 2023.

Tiger: The combat-proven attack helicopter. Disponível em: <<https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/military-helicopters/tiger>>, Acesso em 13 jul. 2023.

Espanha vai modernizar os helicópteros Tiger HAD. Disponível em: <<https://forcaarea.com.br/espanha-vai-modernizar-os-helicopteros-tiger-had/>>, Acesso em 16 jul. 2023.

ComForAerNav-303; “MANUAL DE PROCEDIMENTOS OPERATIVOS DAS AERONAVES UH-12 E UH-13”; Comando da Força Aeronaval; Marinha do Brasil; 2016.

Helibrás HB-350B Esquilo (UH-12). Disponível em: <<https://asassobreosmares.rudnei.cunha.nom.br/2021/07/18/helibras-hb-350b-esquilo-uh-12/>>, Acesso em 17 jul. 2023.