



TRANSPORTE DE CARGAS PARA REGIÕES REMOTAS: UMA ANÁLISE DAS AERONAVES DISPONÍVEIS NA BASE AÉREA DE MANAUS

CARGO TRANSPORT TO REMOTE REGIONS: AN ANALYSIS OF AIRCRAFT AVAILABLE AT MANAUS AIR FORCE BASE

Peterson Souto de Melo¹ :

Paulo César Rioli Duarte de Souza²

Resumo

Devido às características naturais específicas do território brasileiro, a Força Aérea Brasileira (FAB) frequentemente precisa realizar o transporte de cargas para regiões remotas, principalmente para a região amazônica. Essa tarefa pode ser desempenhada por diversas aeronaves disponíveis na Base Aérea de Manaus (BAMN). Assim, torna-se crucial avaliar a eficiência desses vetores aéreos nesse contexto de transporte. O objetivo deste artigo é classificar essas aeronaves de acordo com sua capacidade de atender às necessidades operacionais de missões de transporte de carga para regiões remotas dentro do território amazônico. Para isso, uma vez que há uma variedade de critérios distintos nesse tipo de análise, foi conduzida uma extensa pesquisa bibliográfica para determinar o método multicritério apropriado. Nesse sentido, o método AHP demonstrou ser promissor para abordar o problema em questão. Na aplicação do método AHP, foi utilizada a metodologia de julgamento holístico para a construção das matrizes de julgamento paritárias, além de pesquisas de opinião realizadas com Oficiais Aviadores da FAB. Após a análise, foi possível inferir que, das aeronaves analisadas, aquela que obteve maior grau de atendimento às necessidades operacionais foi o H-60 Black Hawk, seguido do C-105 Amazonas e do C-98 Caravan. Considerando a contribuição do AHP na tomada de decisões militares, explorou-se sua viabilidade em analisar e classificar aeronaves. Este estudo acrescenta ao corpo de conhecimento ao fornecer insights valiosos para futuras análises semelhantes.

Palavras-chave: Transporte de Cargas; Regiões Remotas; RStudio; Força Aérea Brasileira.

Abstract

Due to the specific natural characteristics of the Brazilian territory, the Brazilian Air Force (FAB) often needs to conduct cargo transportation to remote regions, mainly to the Amazon region. This task can be performed by several aircraft available at the Manaus Air Base (BAMN). Thus, it becomes crucial to evaluate the efficiency of these air vectors in this transportation context. The objective of this article is to classify these aircraft according to their ability to meet the operational needs of cargo transport missions to remote regions within the Amazonian territory. To achieve this, since there is a variety of distinct criteria in this type of analysis, an extensive bibliographic research was conducted to determine the

¹ Academia da Força Aérea (AFA), petersonsouto@gmail.com

² Academia da Força Aérea (AFA), paulorioli.prof@gmail.com



appropriate multicriteria method. In this regard, the AHP method has shown promise in addressing the problem at hand. In the application of the AHP method, a holistic judgment methodology was used for the construction of pairwise judgment matrices, in addition to opinion surveys conducted with Air Force Aviators. After analysis, it was possible to infer that, of the aircraft analyzed, the one that obtained the highest degree of operational adequacy was the H-60 Black Hawk, followed by the C-105 Amazonas and the C-98 Caravan. Considering the contribution of AHP to military decision-making, its feasibility in analyzing and classifying aircraft was explored. This study adds to the body of knowledge by providing valuable insights for future similar analyses.

Keywords: Cargo Transportation; Remote Regions; RStudio; Brazilian Air Force.

Introdução

O Brasil é um país que possui uma grande extensão territorial, combinada com uma ampla latitude, resultando em uma notável diversidade de biomas no país. Com mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados (IBGE, 2022), o Brasil abrange diferentes zonas climáticas, desde as regiões equatoriais até as temperadas. Essa ampla faixa latitudinal permite a ocorrência de diversos biomas, como a Floresta Amazônica, o Pantanal e a Caatinga. Muitas dessas regiões são distantes e de difícil acesso, marcadas por vastas extensões de terras selvagens, densas florestas e áreas preservadas. A presença desses diversos biomas contribui para a existência de regiões remotas, onde a logística e a infraestrutura podem ser desafiadoras devido à falta de estradas e acesso limitado.

Nesse contexto, a FAB assume um papel vital, atuando como uma linha de vida para comunidades que vivem à margem da sociedade. Através de suas aeronaves, transporta alimentos, medicamentos, materiais de construção e outros itens essenciais, garantindo a sobrevivência e o desenvolvimento de populações em situação de vulnerabilidade. Sua atuação vai além do atendimento às necessidades básicas das comunidades: ao transportar cargas e equipamentos para áreas remotas, ela contribui para o desenvolvimento regional, promovendo a integração nacional e a coesão social (Brasil, 2020).

Localizada estrategicamente na região Norte do Brasil, a Base Aérea de Manaus desempenha um papel central nas operações realizadas na Amazônia. Três esquadrões aéreos estão sediados na Base Aérea de Manaus: o 7º/8º Harpia, responsável pela operação de helicópteros, e o 7º ETA Cobra e 1º/9º Arara, ambos dedicados ao transporte aéreo. Os vetores aéreos empregados são o helicóptero H-60 Black Hawk, e as Aeronaves

C-98 Caravan e C-105 Amazonas. Esses esquadrões estão constantemente disponíveis para acionamentos a fim de cumprir missões de transporte de cargas, dentro de suas especialidades, para regiões remotas que necessitem.

O H-60, conhecido como Black Hawk, é um helicóptero militar de médio porte fabricado pela Sikorsky Aircraft Corporation. Segundo Leoni (2007), ele é amplamente reconhecido como uma das aeronaves mais versáteis e confiáveis em uso nas forças armadas de vários países ao redor do mundo. Conforme mencionado por Sheppard (2015), o Black Hawk é frequentemente chamado para auxiliar em operações de resposta a desastres devido à sua capacidade de transportar pessoas e suprimentos para áreas afetadas de forma rápida e eficiente. No contexto da Força Aérea, esse helicóptero é operado por diversos esquadrões de asas rotativas, incluindo o 7º/8º Harpia, sediado na Base Aérea de Manaus. Assim, ele tem sido amplamente empregado em missões na região amazônica, como a operação Yanomami. A figura 1 apresenta o H-60 Black Hawk e as suas principais especificações estão apresentadas na Tabela 1.



Figura 1 O helicóptero H-60 Black Hawk

Fonte: Disponível em:

<https://www.cavok.com.br/brasil-black-hawk-alcanca-30-mil-horas-de-voo-com-a-fab>. Acesso em: 10 mar. 2024.

A aeronave Caravan (C-98) foi desenvolvida no início dos anos 80 para o transporte de cargas leves e passageiros em curtas distâncias, sendo empregada desde 1987 em atividades de apoio, utilitárias e evacuação aeromédica (Coutinho *et al.*, 2022). A habilidade do C-98 em realizar pousos e decolagens em pistas críticas, incluindo aquelas não pavimentadas e com terreno irregular, o tornou a escolha ideal para o transporte aéreo em



áreas remotas com infraestrutura limitada, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

No âmbito da FAB o C-98 é empregado por diversos esquadrões de transportes, incluindo o 7º ETA, sediado na Base Aérea de Manaus. Dessa maneira, ele tem sido amplamente empregado em missões na região amazônica. Segundo Daniel (2023), o C-98 foi uma das aeronaves mobilizadas para participar da iniciativa de assistência humanitária às comunidades indígenas em Roraima, onde transportou aproximadamente 40 mil quilos de suprimentos, incluindo medicamentos, alimentos e combustível, como parte da Operação Yanomami. A figura 2 apresenta o C-98 Caravan e as suas características apresentadas na Tabela 1.



Figura 2 – Aeronave C-98 Caravan

Fonte: Disponível em:

<https://www.planespotters.net/photo/244131/fab2728-fora-area-brasileira-cessna-c-98-caravan-i-208>. Acesso em: 11 mar. 2024.

O C-105 Amazonas é uma aeronave de transporte militar tático que desempenha um papel fundamental na Força Aérea Brasileira devido à sua versatilidade e capacidade de operar em diversas condições e ambientes, conseguindo transportar grandes volumes de suprimentos, equipamentos e veículos leves.

De acordo com Fernandes (2017), o C-105 Amazonas demonstra capacidade para executar diversas operações, incluindo transporte tático e logístico, lançamento de paraquedistas, carga e evacuação médica. Sua versatilidade permite ainda conduzir missões de busca e salvamento, além de ser capaz de realizar o lançamento de suprimentos vitais por paraquedas, como vacinas, alimentos e água potável, em regiões



remotas ou sem infraestrutura de pista de pouso. Ademais, o avião é apto para o transporte seguro de pacientes e assistência em emergências.

Na Força Aérea Brasileira, o C-105 Amazonas é amplamente empregado, principalmente pelo 1º/9º Grupo de Aviação, sediado na Base Aérea de Manaus, para efetuar inúmeros transportes de carga para as regiões amazônicas. A figura 3 apresenta o C-105 Amazonas.

Nos últimos anos, a Força Aérea Brasileira enfrentou uma série de demandas de transporte para regiões remotas, abrangendo uma variedade de materiais, como medicamentos, vacinas e urnas eletrônicas (Miranda, 2022). Em muitos casos, a FAB foi o único meio de ligação entre essas comunidades e o Estado brasileiro. Para garantir essa capacidade, é crucial identificar a eficiência das aeronaves disponíveis para o transporte de cargas em regiões remotas. Essa avaliação é essencial para tomar a decisão adequada sobre qual aeronave deve ser empregada para realizar missões de transporte de cargas para essas localidades, como na Operação Yanomami na Terra Indígena Yanomami, situada nos estados de Roraima e Amazonas, e nas inúmeras missões de transporte e vacinação contra a COVID-19 em comunidades ribeirinhas e indígenas.



Figura 3 – Aeronave C-105 Amazonas

Fonte: Disponível em:

<https://aeroin.net/aviao-c-105-da-fab-presta-apoio-logistico-ao-ibge-na-regiao-de-surucucu/>.

Acesso em: 11 mar. 2024.



Objetivo

Com base nisso, o objetivo geral deste trabalho é classificar as aeronaves atualmente disponíveis na Base Aérea de Manaus de acordo com sua capacidade de atender às necessidades operacionais de missões de transporte de carga para regiões remotas dentro do território amazônico e, assim, responder à seguinte pergunta: em situações de calamidade pública ou necessidade de ajuda humanitária em comunidades indígenas ou ribeirinhas na Amazônia, qual aeronave é mais eficaz para transportar cestas básicas, vacinas, equipamentos e outros materiais para a região necessitada?

Considerando o exposto, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- a) identificar as aeronaves que serão analisadas;
- b) identificar os critérios a serem utilizados no estudo;
- c) selecionar o método multicritério mais apropriado para os objetivos da pesquisa;
- d) atribuir um peso aos critérios selecionados nessa análise;
- e) avaliar as aeronaves disponíveis em relação a cada um dos critérios;
- f) elaborar um *ranking* entre as aeronaves analisadas em relação ao atendimento das necessidades da Força Aérea Brasileira para o cumprimento de sua missão.

Material e Método

Neste estudo, adotou-se uma abordagem quali-quantitativa. De acordo com Creswell e Clark (2017) essa abordagem que utiliza tanto métodos qualitativos quanto quantitativos na coleta, análise e interpretação dos dados, proporcionando uma compreensão mais profunda e abrangente do fenômeno em estudo.

Foram consultados os manuais das aeronaves disponíveis nos três esquadrões operacionais da Base Aérea de Manaus, com o objetivo de obter informações detalhadas sobre suas capacidades técnicas. A análise dessas fontes bibliográficas e especificações técnicas contribuiu para identificar os critérios mais relevantes a serem considerados na seleção da melhor alternativa para atingir o objetivo proposto.

Além disso, para avaliar as alternativas disponíveis para a FAB em missões de transporte de materiais para regiões remotas, foi realizada uma pesquisa de opinião com Oficiais Aviadores da Força Aérea Brasileira, que atuaram com helicópteros ou aviação de transporte, utilizando um questionário aplicado pelo Google Forms. Durante essa pesquisa,



os participantes atribuíram graus aos critérios estabelecidos, utilizando a escala fundamental de Saaty, adaptada para o julgamento holístico (de 0 a 10), para julgar as alternativas, expressando suas opiniões com base em suas experiências.

Para analisar os dados coletados na pesquisa de opinião com os especialistas e as alternativas disponíveis, visando identificar a alternativa mais eficaz para cumprir a missão, empregou-se o método AHP, aplicando em seu uso o julgamento holístico para construção das matrizes paritárias (Godoi, 2014). A seleção deste método deve-se à sua comprovada eficácia em abordagens semelhantes. Gomes e Gomes (2019) expuseram vários exemplos da utilização do AHP em questões militares, como em domínios relacionados à defesa, análise de conflitos armados, gestão de armas e desarmamento, combate ao terrorismo e alocação de recursos em tecnologias com resultados não determinados. Reiterando a importância do método selecionado e sua pertinência ao contexto dos assuntos militares. Dessa maneira, o método possibilitou uma análise rigorosa e objetiva dos resultados, contribuindo para a solidez das conclusões deste estudo.

Resultados e Discussão

Para que seja feita uma análise das aeronaves atualmente disponíveis na Base Aérea de Manaus se faz necessário conhecer a capacidade destas de atender às necessidades operacionais de transporte de carga, no caso, o H-60 Black Hawk, o C108 Caravan, e o C105 Amazonas, cujas características são apresentadas na Tabela 1. A escolha da melhor aeronave, para uma situação específica, dependerá de um estudo do problema utilizando métodos de tomada de decisão multicritérios.

Tabela 1 Especificações técnicas do helicóptero H-60 Black Hawk, do C-98 Caravan e do C-105 Amazonas.

Especificação	H-60 Black Hawk (Di Pietro, 2022; JANE'S, 2000)	C-98 Caravan (Cessna, 2008)	C-105 Amazonas (Janes's, 2000)
Comprimento	19,8 m	13,72 m	24,46 m
Peso máximo de decolagem	9185 kg	3630 kg	23200 kg



Alcance com peso máximo	584 km	2000 km	5400 km
Velocidade	295 km/h (Cruzeiro) 360 km/h (Máxima)	300 km/h (Cruzeiro) 343 km/h (Máxima)	480 km/h (Cruzeiro) 576 km/h (Máxima)
Capacidade de combustível	1360 L ou 3100 L (tanques externos)	1125 L	7660 L

Para atingir o objetivo delineado, optou-se pela utilização do método multicritério AHP devido à sua comprovada eficácia em contextos semelhantes. Este método foi empregado em conjunto com uma pesquisa de opinião, conduzida por meio do Google Forms, abrangendo 42 Oficiais, Aviadores da Força Aérea Brasileira.

A definição dos critérios utilizados foi feita baseada em uma ampla revisão bibliográfica, abrangendo artigos sobre operações em regiões remotas, logística de transporte, obras de renomados autores na área logística, além de manuais da FAB e entrevistas com Oficiais Aviadores experientes em missões de transporte de cargas para regiões.

O primeiro critério escolhido, denominado Critério 1 neste artigo, foi a capacidade de carga, que representa a quantidade de carga que a aeronave é capaz de transportar. De acordo com Johnson e Wood (1993), a capacidade de carga das aeronaves é um aspecto crítico na tomada de decisões estratégicas das empresas de transporte aéreo. A habilidade de acomodar volumes, pesos e particularidades das cargas revela-se essencial para assegurar a eficácia das operações.

O segundo critério definido, denominado Critério 2 neste artigo, foi a acessibilidade, que expressa a capacidade de uma aeronave decolar e pousar em diversos terrenos. Conforme Yechout (2014) argumenta, a habilidade de uma aeronave acessar terrenos diversos não apenas amplia sua flexibilidade operacional, mas também desempenha um papel crucial em operações de busca e resgate, assistência humanitária e atividades militares. Esse critério ganha ainda mais relevância devido ao fato de a região amazônica ser predominantemente constituída por áreas de difícil acesso.

O terceiro critério selecionado, denominado Critério 3 neste artigo, foi o raio de ação, que determina a distância máxima que uma aeronave pode percorrer enquanto transporta a carga desejada. De acordo com Clancy (1975), a análise do raio de ação é crucial para determinar a viabilidade de uma aeronave em atender às necessidades de



transporte em determinadas rotas ou regiões, levando em conta a carga útil desejada e as restrições operacionais. A consideração desse critério é extremamente significativa devido à vasta extensão do território amazônico, que abrange cerca de 5,5 milhões de quilômetros quadrados.

O quarto critério determinado, denominado Critério 4 neste artigo, foi a velocidade, que representa a rapidez com que a aeronave realiza o transporte. Segundo McCormick (1994), a análise da velocidade de uma aeronave é fundamental para determinar a sua competitividade no mercado de transporte aéreo, pois impacta diretamente na eficiência operacional e na capacidade de atender às necessidades dos clientes em tempo hábil, sendo essencial para assegurar uma resposta rápida em situações de emergências.

As alternativas para atender ao estudo em questão foram selecionadas com base nas aeronaves disponíveis nos três esquadrões operacionais da Base Aérea de Manaus: 1º/9º Arara, 7º ETA e 7º/8º Harpia, sendo elas o H-60 Black Hawk, o C108 Caravan, e o C105 Amazonas, como citado anteriormente.

A Figura 4 ilustra a estrutura hierárquica do problema, a qual foi elaborada com base na pesquisa bibliográfica realizada e nas entrevistas conduzidas com especialistas no assunto abordado.

A priorização dos critérios foi realizada utilizando o julgamento holístico. Um formulário foi aplicado através do Google Forms para Oficiais Aviadores da Força Aérea Brasileira, os quais atribuíram pesos relativos para a importância dos critérios em questão. Os pesos atribuídos pelos especialistas foram consolidados e, em seguida, foi realizada a média aritmética desses valores. Como resultado desse processo, os seguintes pesos foram obtidos: peso do Critério 1 = 7,571428571, peso do Critério 2 = 9,595238095, peso do Critério 3 = 7,976190476 e peso do Critério 4 = 5,380952381.

Após a obtenção dos pesos relativos de cada critério, foi utilizado o software RStudio, fazendo uso do pacote AHPWR (Alcoforado, 2022), para gerar os códigos e a matriz de julgamentos paritários dos critérios, conforme o julgamento holístico. Essa matriz demonstra a comparação da importância dos quatro critérios entre si, conforme apontado pelos especialistas, representada na Tabela 2.

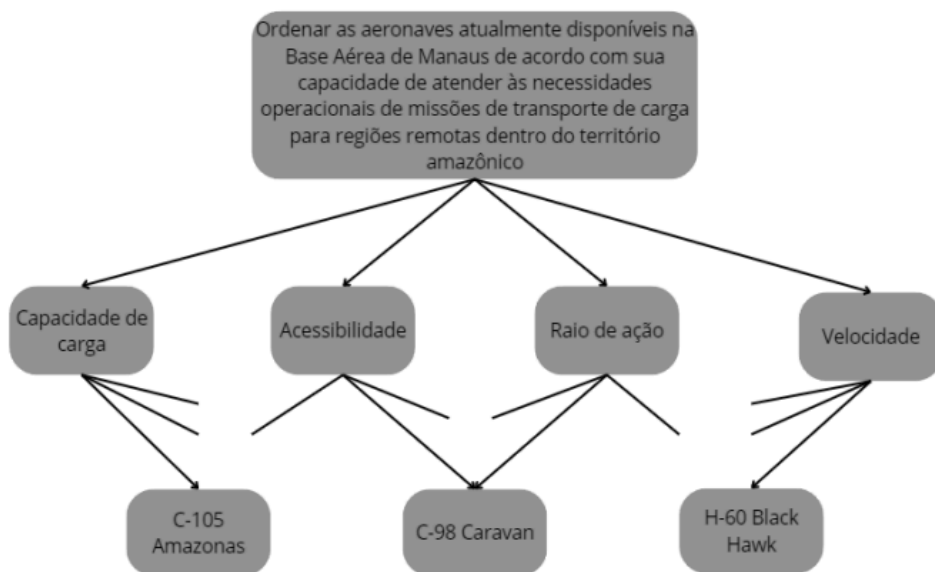


Figura 4 – Estrutura hierárquica

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 2 – Priorização dos critérios

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4
Critério 1	1	0,3311258	0,7142857	3,19
Critério 2	3,02	1	2,62	5,21
Critério 3	1,4	0,3816794	1	3,59
Critério 4	0,3134796	0,1919386	0,2785515	1

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

O próximo passo envolveu a análise de consistência da matriz obtida, calculando a Razão de Consistência (CR), cujo resultado foi $CR = 0.01893104$ ou 1,8%. Este valor, abaixo de 10%, evidencia a consistência da priorização dos critérios.

A avaliação das alternativas foi conduzida utilizando o julgamento holístico, em conjunto com o ambiente Rstudio e o pacote AHPWR para criação das matrizes de julgamento paritárias. Nesse processo, os Oficiais Aviadores atribuíram pesos às alternativas de aeronaves com base em sua capacidade de atender ao critério em questão.

Ao considerar o critério capacidade de carga, os especialistas atribuíram pesos relativos de acordo com a percepção de como cada aeronave atendia a esse critério. Os



seguintes pesos relativos foram obtidos: C-105 Amazonas = 9,261904762, H-60 Black Hawk = 7,476190476, C-98 Caravan = 5,571428571. Com os pesos determinados, foi utilizado o pacote AHPWR para obter a matriz de julgamento paritário das alternativas em relação a esse critério específico, como representado na Tabela 3.

Tabela 3 – Avaliação das alternativas à luz do critério capacidade de carga

	C-105 Amazonas	H-60 Black Hawk	C-98 Caravan
C-105 Amazonas	1	2,7857143	4,690476
H-60 Black Hawk	0,3589744	1	2,904762
C-98 Caravan	0,2131980	0,3442623	1

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Considerando o critério de acessibilidade, os pesos foram atribuídos da seguinte forma: C-105 Amazonas = 6,738095238, H-60 Black Hawk = 9,904761905, C-98 Caravan = 8,523809524. Utilizando esses pesos, o pacote AHPWR foi novamente aplicado para calcular a matriz de julgamento paritário das alternativas, apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Avaliação das alternativas à luz do critério acessibilidade

	C-105 Amazonas	H-60 Black Hawk	C-98 Caravan
C-105 Amazonas	1	0,24	0,3589744
H-60 Black Hawk	4,166667	1	2,3809524
C-98 Caravan	2,785714	0,42	1

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Ao considerar o critério raio de ação, os pesos atribuídos foram: C-105 Amazonas = 9,333333333, H-60 Black Hawk = 6,714285714, C-98 Caravan = 7,476190476. E a matriz de julgamento paritário obtida está representada na Tabela 5.

Tabela 5 – Avaliação das alternativas à luz do critério raio de ação



	C-105 Amazonas	H-60 Black Hawk	C-98 Caravan
C-105 Amazonas	1	3,619048	2,8571429
H-60 Black Hawk	0,2763158	1	0,5675676
C-98 Caravan	0,35	1,761905	1

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Ao considerar o critério velocidade, os pesos atribuídos foram: C-105 Amazonas = 8,904761905, H-60 Black Hawk = 6,261904762, C-98 Caravan = 6,785714286. E a matriz de julgamento paritário obtida está representada na Tabela 6.

Tabela 6 – Avaliação das alternativas à luz do critério velocidade

	C-105 Amazonas	H-60 Black Hawk	C-98 Caravan
C-105 Amazonas	1	3.642857	3.119048
H-60 Black Hawk	0.2745098	1	0,656250
C-98 Caravan	0.3206107	1.523810	1

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Após a obtenção das quatro matrizes referentes a avaliação das alternativas, foi realizado uma análise de consistência dessas matrizes, calculando a Razão de Consistência de cada uma delas e os resultados obtidos estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores da Razão de Consistência

Matrizes	Capacidade de carga	Acessibilidade	Raio de ação	Velocidade
CR	0.02856278	0.02074274	0.01044198	0.006780452

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.



Assim, é possível constatar que todas as matrizes de julgamento paritário das alternativas foram consideradas consistentes, uma vez que suas razões de consistência obtiveram valores inferiores a 0,1.

Após os julgamentos dos critérios e alternativas e a elaboração das matrizes de julgamento paritárias, os dados foram agregados em uma base de dados por meio do software RStudio. Utilizando o pacote AHPWR, foi possível determinar o resultado do método AHP, ou seja, os pesos globais das alternativas. A Figura 5 ilustra o resultado obtido pelo programa.

Criteria	Weights	A1	A2	A3	CR
---Alternatives	100%	36.49%	39.6%	23.91%	1.89%
--C1	18.56%	11.54%	4.97%	2.05%	2.86%
--C2	50.81%	6.16%	29.96%	14.69%	2.07%
--C3	23.39%	14.28%	3.53%	5.58%	1.04%
--C4	7.24%	4.52%	1.14%	1.58%	0.68%

Figura 5 – Tabela dos pesos globais das alternativas obtidos pelo programa.

Fonte: Elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.

Dessa forma, o ranking das aeronaves, disponíveis na Base Aérea de Manaus, em relação a sua capacidade de cumprir missões de transporte de cargas para regiões remotas pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 – Ranking das alternativas

Alternativas	Peso global	Classificação
H-60 Black Hawk	39,6%	1º
C-105 Amazonas	36,49%	2º
C-98 Caravan	23,91%	3º

Fonte: elaboração própria com base em dados coletados na pesquisa.



Conclusão

Os recentes eventos ocorridos no Brasil, como a pandemia de COVID-19 e a crise humanitária na região Yanomami, destacam a importância do transporte de carga para áreas remotas da Amazônia. Além das operações em grande escala, há uma demanda constante por transporte de vacinas, como para a febre amarela e a gripe, para essas regiões. Ademais, durante períodos eleitorais, surge a necessidade de transporte de urnas eletrônicas para essas regiões.

Em decorrência disso, é importante identificar quais de seus vetores aéreos a Força Aérea Brasileira deve priorizar para empregar em missões com essas características, a fim de conseguir obter eficiência no cumprimento de sua missão constitucional.

As aeronaves analisadas foram escolhidas a partir daquelas disponíveis nos três esquadrões operacionais da Base Aérea de Manaus: 1º/9º Arara, 7º ETA e 7º/8º Harpia, sendo elas C-105 Amazonas, C-98 Caravan e H-60 Black Hawk.

A elaboração do ranking das aeronaves analisadas em relação ao atendimento das necessidades da Força Aérea Brasileira para o cumprimento de sua missão envolveu a consolidação dos dados em uma base de dados utilizando o software RStudio. Em seguida, o pacote AHPWR foi utilizado para determinar o resultado do método AHP, ou seja, os pesos globais das alternativas. Com base nesse resultado, as aeronaves foram classificadas daquela que melhor atende às necessidades para aquela que menos atende. A classificação ficou assim: H-60 Black Hawk, C-105 Amazonas e C-98 Caravan.

Verifica-se a possibilidade de aplicar o método AHP em outros problemas de análise de eficiência de aeronaves no transporte de cargas, dada a contribuição que esse método oferece ao processo de tomada de decisão, especialmente em assuntos militares.

Por fim, diante da necessidade das Forças Armadas de garantir a capacidade de defesa em cumprimento das missões constitucionais, bem como atender demandas operacionais cruciais em diversas regiões do país, é essencial garantir a eficiência na utilização de seus recursos. Nesse contexto, o estudo realizado neste trabalho contribui com mais uma aplicação de um método multicritério para auxiliar decisões militares no emprego



de aeronaves, enriquecendo a literatura com dados que podem ser úteis em futuros processos decisórios nessa área.

Referências

ALCOFORADO, L. F.; OLIVEIRA, L. S.; LONGO, O. C. **AHPWR**: Tools to Compute Analytic Hierarchy Process. R package version 0.1.0. 2022.

BRASIL, Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa. Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 30 abr. 2023.

CESSNA, Aircraft Company. **Information Manual Grand Caravan**. Kansas: Member of GAMA, 2008.

CLANCY, L. J. **Aerodynamics**. First Edition ed. Nashville, TN: John Wiley & Sons, 1975.

COUTINHO *et al.* Análise da performance do processo de transporte dos motores utilizáveis da aeronave Caravan C-98, originários do PAMASP e destinados à BAMN, sob a ótica da ferramenta 6 SIGMA. **Revista do CIAAR**, Lagoa Santa, v. 3, p. 1-40, 2022.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and Conducting Mixed Methods Research**. 3. ed. California: Sage Publications, 2017.

DANIEL, Michelle. 6º ETA realiza primeiro voo com tripulação totalmente feminina. **FAB**, 2023. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/41333/MULHERES%20NA%20FAB%20-%206%C2%BA%20ETA%20realiza%20primeiro%20voo%20com%20tripula%C3%A7%C3%A3o%20totalmente%20feminina>. Acesso em 18 mar. 2024.

DI PIETRO, Enzo Moretto. **Análise da viabilidade do emprego do helicóptero H-60 Blackhawk como vetor armado na Amazônia**. 2021. 026 p. Pirassununga, SP. Disponível em: https://redeb.aer.mil.br/index.php?codigo_sophia=87234. Acesso em: 18 mar. 2024. [Conteúdo digital acessível mediante login e senha em rede interna].

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Headquarters. Department of the Army. **TM 1-1520-237-10 C10**: Operator's Manual for UH-60A, UH-60L and EH-60A Helicopters. Washington, DC. 30 set. 2002.

FAB. H-60 Black Hawk da FAB tem papel fundamental na Operação Yanomami. **FAB**, 2023. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/40311/OPERA%C3%87%C3%83O%20YANOMAMI%20-%20H-60%20Black%20Hawk%20da%20FAB%20tem%20papel%20fundamental%20na%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20Yanomami>. Acesso em 19 mar. 2024.

FERNANDES, Cynthia. Versatilidade do C-105 Amazonas é um dos atrativos para a equipe da ONU. **FAB**, 2017. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/29947/INTERNACIONAL%20-%20Versatilidade%20do%20C-105%20Amazonas%20-%20um%20dos%20atrativos%20para%20a%20equipe%20da%20ONU>. Acesso em 12 fev. 2024.



GODOI, W. C. Método de construção das matrizes de julgamento paritários no AHP–Método do julgamento holístico. **Revista Gestão Industrial**, v. 10, n. 3, 2014.

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

IBGE. **Panorama do Censo 2022**. Rio de Janeiro, 28 maio 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 15 ago. 2023.

JANE'S Encyclopedia of aviation: **All the world's aircraft: 2000 – 2001**. Coulsdon, Reino Unido: Jane's Information Group Limited, 2000.

JOHNSON, J. C.; WOOD, D. F. **Contemporary Logistics**. 5. ed. Londres, England: Macmillan, 1993.

LEONI, Ray D. **Black Hawk: The Story of a World Class Helicopter**. Virginia: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2007.

MCCORMICK, B. W. **Aerodynamics, aeronautics, and flight mechanics**. 2. ed. Nashville, TN: John Wiley & Sons, 1994.

MIRANDA, Priscila. “Males de civilizados chegam à selva, mas a medicina chega também.”: a atuação do serviço de unidades sanitárias aéreas. In: ENCONTRO DE HISTÓRIA DA ANPUH-RIO, XX., 2022, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ANPUH, 2022. Tema: 1822/2022: 200 anos de História e Historiografia. Disponível em: https://www.encontro2022.rj.anpuh.org/resources/anais/13/anpuh-rj-erh2022/1658182455_A_RQUIVO_57ea0fdad22147fb68bb6da979ebb6d2.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

SHEPPARD, B. **Black Hawk Helicopter: How It Works**. New York: Rosen Publishing, 2015.

YECHOUT, T. R. **Introduction to aircraft flight mechanics: Performance, static stability, dynamic stability, feedback control and state-space foundations**. 2. ed. Reston, VA: American Institute of Aeronautics & Astronautics, 2014.



Anexo

```
library(AHPWR)
flow_chart (names = NULL , c=4, a =3)
x = paste0 ("C" ,1:4) # nomes dos crit é rios C1 , C2 , C3, C4
y =c(7.57 , 9.59 , 7.97 , 5.38)
m1 = matrix_ahp (x ,y )
CR ( m1 )
x= paste0 ("A" ,1:3)
y=c(9.261904762, 7.476190476, 5.571428571)
m2 = matrix_ahp (x,y)
CR(m2)
x= paste0 ("A" ,1:3)
y=c(6.738095238, 9.904761905, 8.523809524)
m3 = matrix_ahp (x,y)
CR(m3)
x= paste0 ("A" ,1:3)
y=c(9.333333333, 6.714285714, 7.476190476)
m4 = matrix_ahp (x,y)
CR(m4)
x= paste0 ("A" ,1:3)
y=c(8.904761905, 6.261904762, 6.785714286)
m5 = matrix_ahp (x,y)
CR(m5)
base = list (m1 , m2 , m3 , m4, m5)
ahp_geral (base , nomes_alternativas = x)
tabela = ahp_geral (base , nomes_alternativas = x)
formata_tabela ( tabela )
```

Environment	History	Connections	Tutorial
R - Global Environment			
Data			
base	List of 5		
m1	num [1:4, 1:4] 1 3.02 1.4 0.313 0.331 ...		
m2	num [1:3, 1:3] 1 0.359 0.213 2.786 1 ...		
m3	num [1:3, 1:3] 1 4.17 2.79 0.24 1 ...		
m4	num [1:3, 1:3] 1 0.276 0.35 3.619 1 ...		
m5	num [1:3, 1:3] 1 0.275 0.321 3.643 1 ...		
tabela	5 obs. of 6 variables		
Values			
x	chr [1:3] "A1" "A2" "A3"		
y	num [1:3] 8.9 6.26 6.79		