

Quadro para Tomada de Decisões estratégicas e o método AHP Gaussiano: uma abordagem multi-metodológica na seleção de um modelo de aeronave cargueira de grande porte para a Força Aérea Brasileira

Leandro de Mattos Bento Soares
mattoslmb@yahoo.com
IPQM

Marcos dos Santos
marcosdossantos@ime.eb.br
IME

Andrei Eduardo de Souza Gomes
aesgomes83@gmail.com
ISPM

Resumo: O Governo Brasileiro emitiu uma intenção de aquisição de duas aeronaves cargueiras de grande porte para uso da Força Aérea Brasileira, ressaltando a importância tática para o transporte de tropas, armamentos e mantimentos em missões de guerra em um teatro de operações de longa distância, assim como seu uso em missões de auxílio de apoio humanitário. A falta dessas aeronaves na frota da FAB foi intensificada pelo advento da pandemia por Covid-19, onde foi necessário o apoio da Força Aérea na repatriação dos brasileiros que se encontravam na China e na busca das vacinas Aztrazeneca/Oxford na Índia, onde na primeira foi empregada aeronaves da FAB de menor porte, resultando em uma viagem lenta com diversas escalas, e na segunda foi utilizada aeronaves cargueiras de grande porte que pertenciam às empresas aéreas brasileiras. Este artigo propõe uma abordagem multi-metodológica com a combinação do Quadro de Decisões Estratégicas e o método multicritério AHP Gaussiano para auxílio a tomada decisão da melhor alternativa de aeronave e eliminação de métodos empíricos de escolha. O modelo foi montado considerando dois cenários, a aquisição de novas aeronaves cargueiras e a aquisição de aeronaves de passageiras usadas para posterior conversão em cargueiras.

Palavras Chave: AHP Gaussiano - Pesquisa Operacional - Força Aérea - Aviões Cargueiros -

1. INTRODUÇÃO

O transporte de cargas por meio aéreo é de vital importância para o abastecimento de tropas, equipamentos e mantimentos em campos de batalha e em atividades de ajuda humanitária, evidenciando-se em diversos conflitos históricos. Entre eles, destaca-se a operação Vittles, ocorrida em Berlim Ocidental entre 1948 e 1949 durante o bloqueio soviético da cidade em decorrência da Guerra Fria, sendo esta uma operação com duração de dez meses para fornecimento de mantimentos, combustíveis e outros meios essenciais para manutenção da vida da população por meio de transporte aéreo, onde foram transportados dois milhões de materiais (GOMES, 2016). A Força Aérea Brasileira — FAB — define como Logística a ação que consiste em utilizar Meios Aeroespaciais e de Força Aérea para prever, prover e manter recursos e serviços de interesse para as operações militares ou ações governamentais. As atividades logísticas são reunidas em conjuntos denominados Funções Logísticas, como a Engenharia, a Manutenção, os Recursos Humanos, o Salvamento, a Saúde, o Suprimento e o Transporte (DCA 1-1, 2020).

No Brasil, o transporte aéreo de cargas em operações militares é atribuição da FAB, que, de acordo com a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (2020), possui sete tarefas, sendo estas: Controle Aeroespacial; Interdição; Inteligência, Vigilância e Reconhecimento; Sustentação ao Combate; Comando, Controle, Comunicação e Sistemas de Informação; Proteção da Força; e Apoio às Ações de Estado. Esta última é conceituada como contribuições da Aeronáutica para o desenvolvimento nacional e para operações de caráter governamental em assuntos de natureza militar ou civil. Tais ações são executadas pela Força Aérea por razões de economia para o Estado, pela inexistência de capacidades dos demais órgãos públicos e por razões estratégicas ou em atendimento a compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, como também nos casos de defesa civil.

Atualmente, vivencia-se em todo o mundo uma crise sanitária com o advento da pandemia do vírus Covid-19 e desde seu início as Forças Armadas Brasileiras, em cooperação com o Governo Brasileiro, prestam apoio logístico no combate ao Covid-19 através do transporte de oxigênio, pacientes e equipes de saúde (COTER, 2021). Após a aprovação do uso emergencial das vacinas, a Força Aérea Brasileira, continuando a cumprir sua tarefa em apoio às ações do Estado, empregou seus meios aéreos para transportá-las em toda extensão do território nacional (FAB, 2021). Contudo, com a necessidade da busca das vacinas na Índia para posteriormente distribuí-las em território nacional, o cenário pandêmico evidenciou uma fragilidade na capacidade de transporte da Força Aérea Brasileira: a não existência de aviões cargueiros de grande porte na frota (ASAS, 2021).

A FAB possuía em sua frota um Boeing 767-300ER arrendado da empresa Colt para emprego em missões que exigiam grande capacidade de carga e autonomia, contudo com o término do contrato, há dois anos, foi gerada uma lacuna na frota para missões de longo alcance. As maiores aeronaves para transporte de cargas na atual frota da FAB são duas aeronaves KC-390, desenvolvidas pela Embraer com alcance máximo de 2820 km. Dessa forma, para obter velocidade na entrega das vacinas, o Governo Brasileiro optou pela companhia aérea Azul para buscar duas milhões de doses da vacina Astrazeneca/Oxford em um voo de quinze horas sem escalas entre Recife e Mumbai. O Governo Brasileiro optou por esta medida tendo em vista que em fevereiro de 2020, para repatriar os brasileiros que se encontravam na China, a FAB utilizando duas aeronaves VC-2, versão militar do Embraer 190, necessitou fazer escalas em Fortaleza (CE), Las Palmas (Ilhas Canárias), Varsóvia (Polônia) e Urumqi (China) antes de chegar em Wuhan (China), resultando em um tempo elevado do transporte (ASAS, 2021).

Levando em consideração as informações expostas, o presidente Jair Bolsonaro anunciou a intenção de compra de dois aviões cargueiros com recursos financeiros resultantes

de acordos de leniência da Operação Lava Jato, podendo chegar à quantia de quinhentos milhões de reais (AEROMAGAZINE, 2021). A compra dos aviões cargueiros vai de encontro com o pressuposto na Estratégia Nacional de Defesa, aprovada pelo Decreto nº 6.703, publicada em 18 de dezembro de 2008 e atualizada em 2012, que trata da reorganização, reorientação e modernização das Forças Armadas como um dos seus temas centrais. Em relação a estruturação da FAB, preconiza a aquisição de aeronaves de caça para a substituição das atuais; a aquisição e o desenvolvimento de armamentos, e sistemas de autodefesa; e a aquisição de aeronaves de transporte de tropas (BRASIL, 2012).

Fica evidente a necessidade da aquisição de aeronaves cargueiras de longo alcance para que a FAB seja capaz de operar globalmente, seja para missões de ajuda humanitária como no cenário da pandemia por Covid-19 ou missões estratégicas de guerra como a operação Vitlles. Este artigo propõe o uso da Pesquisa Operacional — definida pela SOBRAPO (2021) como a área de conhecimento que estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados para auxiliar na tomada de melhores decisões nas mais diversas áreas de atuação humana — como ferramenta para a escolha do modelo de Aeronave cargueira mais adequada para o uso da FAB tendo em vista os diversos critérios de performance, carga e dimensões, visando eliminar o empirismo da escolha da alternativa ótima com a estruturação do problema através de um método matemático.

Para Santos *et al* (2018), a Pesquisa Operacional é subdividida em diversas áreas de conhecimento, sendo elas: Avaliação Operacional de Sistemas, Apoio a Tomada de Decisão (MCDA), Problemas de estruturação, Simulação de Processos e Otimização de Processos Produtivos. A seleção do Avião cargueiro para FAB se configura em um problema de Apoio a Tomada de Decisão (MCDA), que pode ser conceituada como: Processo que avalia alternativas através da identificação e avaliação de critérios, considerando as preferências das partes interessadas e usando-as para a construção de um modelo que permite a comparação das alternativas de forma abrangente alcançando uma recomendação para a decisão (CINELLI *et al*, 2020).

Serão considerados dois cenários para o auxílio a tomada de decisão do melhor avião cargueiro de longo alcance a ser adquirido pela Força Aérea: A compra de aviões cargueiros novos e a compra de aviões comerciais de passageiros usados para posterior conversão em avião de carga. As análises serão realizadas à luz do método de Apoio de Tomada de Decisão AHP Gaussiano, sendo esta uma variação do método AHP criado por Thomas Saaty, com o auxílio do Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas para a estruturação do modelo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. QUADRO DE TOMADA DE DECISÕES ESTRATÉGICAS

Os jogos atualmente vão além do conceito de simples passatempos: são utilizados como ferramentas para o ensino didático em escolas e empresas, além de serem usados como formas de testar e selecionar pessoas para verificar o nível de aptidões lógicas comportamentais e de conhecimento. Burkle (2015) delega à gamificação o desenvolvimento de habilidades, oferecendo um caminho que une a motivação e a aprendizagem por oferecer estímulo, motivação e orientação necessária para que os objetivos sejam alcançados.

Gomes (2020) afirma que “os jogos, como uma atividade cultural da sociedade, representam simbolicamente várias interpretações de como podemos eleger aquilo que consideramos que seja o melhor para nós, ou para nosso grupo de convívio, de forma segura e controlada”. Através da Teoria dos Jogos pode-se explicar tal contexto de forma objetiva por meio de métodos matemáticos.

De encontro com este parecer, um projeto de pesquisa acadêmica do programa de mestrado profissional em Gestão da Economia Criativa da ESPM Rio, realizado pelo autor Andrei Eduardo de Souza Gomes, em 2020, formalizou os conhecimentos acerca de métodos matemáticos, desempenho e desenvolvimento de competências, Design Thinking, entrevistas e testes com usuários, em um Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas (Figura 1), sendo atribuído a utilização deste a melhora de um negócio, o planejamento de projetos e tomadas de decisões estratégicas, com base nos princípios e conceitos da Teoria dos Jogos, do Desenvolvimento de Competências Profissionais e por meio da Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais (JOGO DA DECISÃO, 2021).

Regras - O que é permitido? - Quais são as restrições? Classes - Regras legais e fiscais - Normas e regulamentos - Condutas morais e éticas	Desafio - O que pode impactar o seu projeto? - As condições são favoráveis? Capacidade - Técnica - Financeira - Operacional	Recompensa - O que você ganha com isso? - Qual retorno pretendido do investimento? Motivações - Intrínsecas e extrínsecas - Tangíveis e intangíveis - Individual e coletivas	Alternativas - Quais as opções disponíveis? - Quais os caminhos viáveis? Viabilidade - Riscos e incertezas - Perdas e ganhos - Vantagens e desvantagens	Decisão a fazer - O que você vai fazer?
Jogadores - Quem são seus concorrentes? - Quem são seus aliados e parceiros? Vantagem - Otimização de recursos - Redução de custos - Auxílio e suporte	Recursos - Os recursos estão disponíveis? - As competências estão desenvolvidas? Categoria - Material - Temporal - Intelectual		Indicadores - Como você vai avaliar sua performance? - Quais suas fontes de dados? Tipos - Análise interna e externa - Fontes primárias ou secundárias - Confiabilidade nas informações	Decisão a não fazer - O que você NÃO irá fazer?
Cenário - O que está acontecendo no mercado? - Onde o jogo será jogado? Considerações - Ambiente político e social - Cenário micro e macro econômico - Influências e tendências nacionais e internacionais		Estratégia - Como você pode conquistar seus objetivos? - Quais processos serão utilizados? Caminhos - Colaborativo - Competitivo - Simultâneo ou sequencial		

Figura 1: Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas

Fonte: Jogo da Decisão

A Figura 2 demonstra a ordem de leitura do Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas, para melhor entendimento do problema.

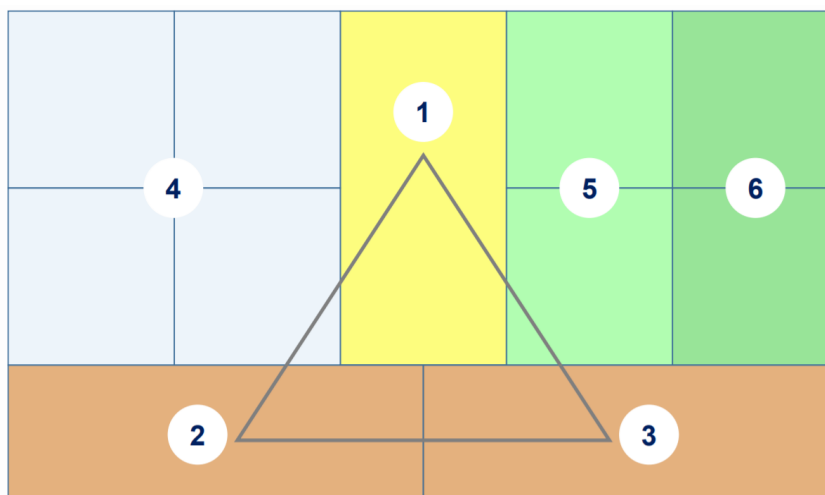


Figura 2: Ordem de leitura do Quadro de Tomada de Decisões Estratégicas

Fonte: Gomes (2020)

2.2. MÉTODO AHP

Saaty e Vargas (2012) definem que o Analytic Hierarchy Process (AHP) é uma abordagem básica para a tomada de decisão, sendo projetado de forma racional com a finalidade de selecionar o melhor em uma série de alternativas variadas utilizando vários critérios, onde neste processo cabe ao tomador de decisões julgar e comparar de forma simples as alternativas, desenvolvendo prioridades gerais de classificação destas.

Para estruturar um problema de decisão pode-se considerar que a forma mais simples é através de uma hierarquia composta de três níveis: O objetivo da decisão está no nível superior; no segundo encontram-se os critérios estabelecidos; e no terceiro nível as alternativas que serão avaliadas pelos critérios. (SAATY, VARGAS, 2012). Ou seja, existem variadas alternativas dispostas (terceiro nível) para que possam ser analisadas à luz de determinados critérios (segundo nível) para alcançar o objetivo final (primeiro nível). A Figura 3 ilustra a árvore de nível hierárquico.

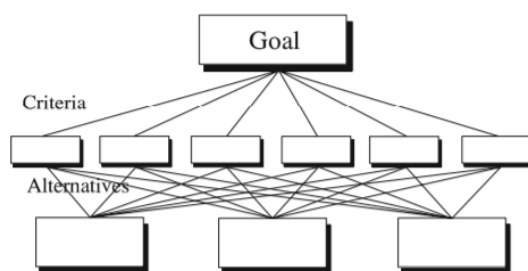


Figura 3: Árvore de Nível Hierárquico.

Fonte: Saaty, Vargas (2012)

De acordo com Papathanasiou e Ploskas (2018), a aplicabilidade do método AHP se desenvolve em sete passos (Tabela 1).

Tabela 1: Etapas do AHP

1º Passo	2º Passo	3º Passo
Formação da matriz de comparação paritária entre critérios, onde o decisor utiliza a escala de Saaty expressando como dois critérios se comparam em relação ao outro. O número de comparações necessárias para a matriz de comparação $n \times n$ é: $\frac{n^2 - n}{2}$	Verificação da consistência na matriz de comparação paritária de critérios através do cálculo do índice de consistência. $CI(X) = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ $CR(X) = \frac{CI(X)}{RI_n}$	Definição do vetor prioridade para os critérios através da normalização da matriz. O vetor é calculado pela soma dos elementos em uma linha dividida pela soma dos elementos da matriz X. $w_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}}$
4º Passo	5º Passo	6º Passo
Semelhante à Etapa 1, o tomador de decisão expressa como as alternativas se comparam umas as outras para cada critério. Portanto é criada uma matriz de comparação de pares das alternativas para cada critério.	Verificação da consistência das matrizes de comparação paritária de alternativas para cada critério utilizando as mesmas fórmulas do passo 2. A única diferença é que n (número de critérios) é substituído por m (número de alternativas).	Definir o vetor prioridade para as alternativas. O passo 3 também pode ser usado nesta etapa. A única diferença é que n é substituído por m. Esse procedimento deve ser realizado para todas as matrizes de comparação de pares das alternativas.
7º Passo		
Na última etapa, os vetores prioridades dos critérios e das alternativas são multiplicados para obter-se as prioridades globais das alternativas. A classificação é obtida pela ordenação decrescente das prioridades globais das alternativas. $v = Sw$		

Fonte: Adaptado de Papathanasiou e Ploskas (2018)

2.3. MÉTODO AHP GAUSSIANO

O AHP Gaussiano é um método recente criado em 2021 por Santos et al (2021) primeiramente com o objetivo de analisar a sensibilidade do método AHP na escolha de navios de guerra. O AHP Gaussiano não faz uso da comparação paritária e da escala de Saaty para definir os pesos para cada critério, sendo estes obtidos através das entradas quantitativas das alternativas em cada critério em análise. Dessa forma, exclui a necessidade de opinião do decisor, eliminado qualquer tipo de vieses na geração dos pesos dos critérios, assunto este que tem sido tema de diversas discussões no meio acadêmico.

O AHP Gaussiano possui exequibilidade somente em problemáticas que possuem entradas cardinais nos critérios em análise. Suas etapas estão descritas na Figura 4.

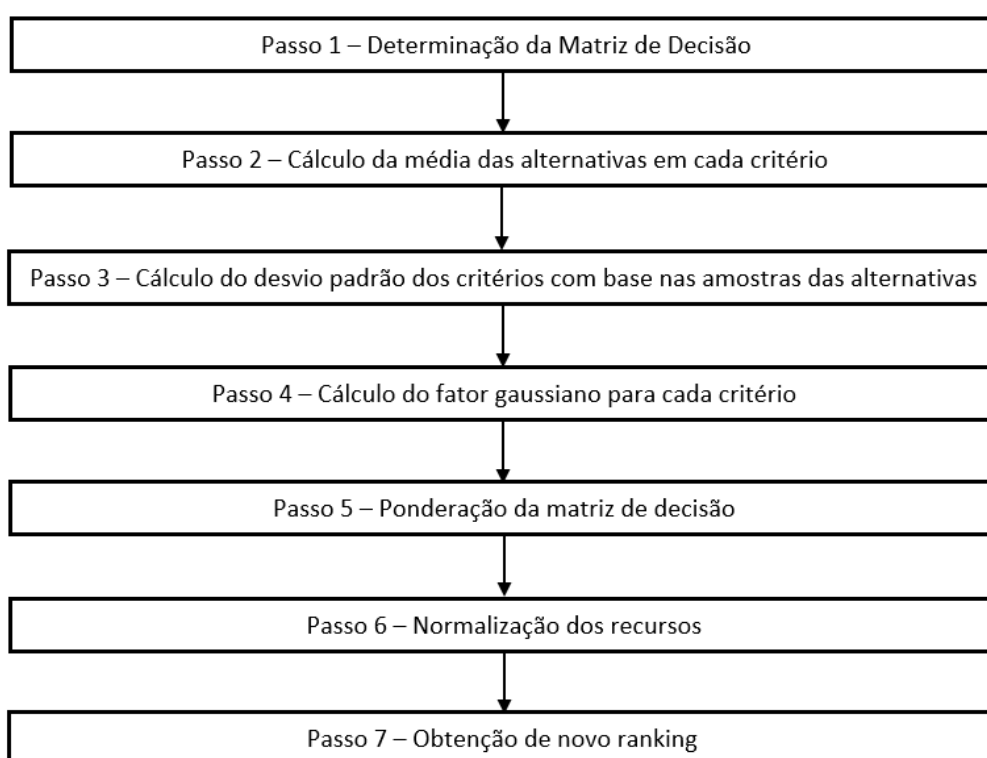


Figura 4: 7 passos do AHP Gaussiano

Fonte: SANTOS *et al* (2021)

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Como abordado anteriormente, a Força Aérea Brasileira pretende adquirir duas aeronaves cargueiras de médio a longo alcance e com maior capacidade de carga, e este artigo propõe a utilização do método AHP Gaussiano para auxiliar nesta decisão. Contudo, se faz necessário ressaltar que uma problemática multicritério depende de vários fatores a serem analisados, como: quais critérios de decisão comporão o modelo? Quais aeronaves serão analisadas e porquê? E até mesmo, qual método multicritério melhor se adequa a necessidade do problema? Visando responder tais questionamentos e modelar o problema de forma eficiente foi utilizado o Quadro de Decisões Estratégicas criado pelo pesquisador Andrei Gomes para a estruturação do problema, como visto no quadro da Figura 5.












<p>Regras </p> <ul style="list-style-type: none"> • Cenário 1: Selecionar somente aeronaves cargueiras; utilizar critérios relacionados a capacidade de carga e autonomia. • Cenário 2: Selecionar somente aeronaves de passageiros com autonomia equivalente as opções de aeronaves cargueiras existentes no mercado; utilizar critérios relacionados a autonomia e peso máximo de decolagem. 	<p>Desafio </p> <p>O desafio por parte do Ministério da Defesa e da FAB será o de angariar recursos financeiros para adquirir as aeronaves que melhor atenderem tecnicamente os objetivos da Força Aérea, sendo estas novas ou usadas.</p>	<p>Recompensa </p> <p>Possibilitar maior alcance para as missões da Força Aérea Brasileira, minimizando o número de viagens e maximizando a capacidade de cargas, aumentando dessa forma o poder aeroespacial, bem como ações especializadas destinadas a suportar e a complementar a capacidade operacional da FAB.</p>	<p>Alternativas </p> <p>Descritas abaixo tanto para o cenário 1 como para o cenário 2.</p>	<p>Decisão a fazer </p> <p>Qual modelo de aeronave comprar diante das melhores alternativas escolhidas no cenário 1 e no cenário 2.</p>
<p>Jogadores </p> <ul style="list-style-type: none"> • Decisores: Integrantes da FAB e do Ministério da Defesa. • Fornecedores: Airbus e Boeing. 	<p>Recursos </p> <ul style="list-style-type: none"> • Profissionais de Pesquisa Operacional para a construção do modelo. • Planilha desenvolvida no software Excel pelo Instituto Militar de Engenharia para resolução do método AHP Gaussiano. 		<p>Indicadores </p> <p>São os critérios de decisão que influenciam diretamente na escolha da alternativa, descritos abaixo tanto para o cenário 1 como para o cenário 2.</p>	<p>Decisão a não fazer </p> <p>Não adquirir as alternativas aeronaves que obtiverem uma pontuação muito inferior das primeiras colocadas.</p>
<p>Cenário A FAB não possui avião cargueiro que opere a longas distâncias com grande capacidade de carga. Durante a pandemia de Covid-19 ficou evidenciado com a quantidade de viagens e escalas nos aeroportos para repatriar os brasileiros que se encontravam na China que é de extrema importância adquirir aeronaves com maior autonomia e capacidade de carga para as missões de ajuda humanitária e de apoio logístico em tempos de Guerra. </p>		<p>Estratégia O Brasil pretende adquirir 2 novas aeronaves cargueiras com recursos recuperados pela operação Lava Jato. Devido aos recursos limitados foi decidido analisar 2 cenários distintos: A aquisição de cargueiros novos e a aquisição de aviões de passageiros que se encontram em uso para posterior conversão em cargueiros. Fazer uso do método AHP Gaussiano por se tratar de um método que calcula os pesos para cada critério (Fator Gaussiano) de acordo com as médias e desvios padrões, fazendo dessa forma uma análise mais coerente da performance técnica de cada alternativa. </p>		

Figura 5: Quadro de Decisões Estratégicas aplicado ao problema.

Fonte: Autores (2021)

3.1 CRITÉRIOS COMUNS AOS 2 CENÁRIOS

3.1.1 PREÇO DA AERONAVE

É o preço para a aquisição da aeronave. Para o cenário 2 é importante ressaltar que o preço dos aviões usados varia de acordo com ano de fabricação da aeronave, onde as aeronaves com maior preço são as mais novas e mais bem conservadas, dessa forma no critério preço considerou-se na matriz de decisão os valores mais altos levantados pela revista Aeroflap (2021) descritos na Figura 6.

AERONAVE	PREÇO TOTAL
AIRBUS A330-200	\$ 15 a 82 milhões
AIRBUS A330-300	\$ 11,5 a 95 milhões
BOEING B767-300ER	\$ 3,3 a 36 milhões
BOEING B777-300ER	\$ 55 a 155 milhões

Figura 6: Variação de preços das aeronaves usadas

Fonte: Revista Aeroflap (2021)

3.1.2 VELOCIDADE DE CRUZEIRO

É a velocidade da aeronave com o motor funcionando com o máximo do seu rendimento (ANAC, 2021).

3.1.3 AUTONOMIA MÁXIMA

Distância máxima que um avião pode percorrer sem reabastecimento (ANAC, 2021).

3.1.4 COMPRIMENTO

É o comprimento total da aeronave. Quanto menor o comprimento do avião mais fácil será esconder um hangar, caso uma missão exija.

3.1.5 ENVERGADURA DAS ASAS

É a distância entre as pontas das asas (ANAC, 2021). Quanto menor a envergadura, mais fácil será esconder um hangar, caso uma missão exija.

3.2 CRITERIOS EXCLUSIVOS DO CENÁRIO 1

3.2.1 CARGA ÚTIL

Capacidade de carga total transportada pela aeronave incluindo óleo, gasolina, tripulação, equipamento necessário à operação, passageiros e carga (ANAC, 2021).

3.2.2 VOLUME TOTAL DE CARGA

É o volume total de cargas que a aeronave tem capacidade para transportar.

3.2.3 AUTONOMIA DE TRANSLADO

Distância máxima que um avião pode percorrer sem reabastecimento e sem a presença de cargas.

3.2.4 EXIGÊNCIA DE PISTA

Comprimento de pista necessário para a aeronave alçar voo. Quanto menos pista o avião exigir, mais fácil será esconder uma base se for necessário em uma missão.

3.3 CRITERIOS EXCLUSIVOS DO CENÁRIO 2

3.3.1 CUSTO DE CONVERSÃO

É o valor necessário para transformar um avião de passageiros em um avião cargueiro. Os custos de conversão foram levantados pela AeroIn (2021) e são apresentados na Figura 7.

AERONAVE	Custo de conversão
AIRBUS A330-200	\$ 15 milhões
AIRBUS A330-300	\$ 16 milhões
BOEING B767-300ER	\$ 14 milhões
BOEING B777-300ER	\$ 30 milhões

Figura 7: Custo de conversão de aeronaves de passageiros em cargueiras

Fonte: AeroIn (2021)

3.3.2 PESO MÁXIMO PARA DECOLAGEM

É o peso máximo que uma aeronave pode possuir para que seja capaz de decolar e realizar um voo com segurança.

3.3.3 LARGURA DA CABINE

É a largura máxima da cabine, um corredor mais largo permite acondicionar cargas de maiores dimensões quando transformado em avião cargueiro.

3.4 CENÁRIO 1 – AQUISIÇÃO DE AERONAVES CARGUEIRAS NOVAS

As empresas Boeing e Airbus dominam o mercado aeronáutico (REVISTA FAPESP, 2021) e oferecem aeronaves da classe “freighters”, ou seja, já configuradas como cargueiras. Nesse cenário será avaliado qual das alternativas de aeronaves cargueiras e novas, oferecidas pela Airbus e pela Boeing, possui melhor desempenho dentre os critérios.

3.4.1 ALTERNATIVAS - CENÁRIO 1

Foram consideradas somente as aeronaves cargueiras bimotores de médio para longo alcance e capacidade de carga acima de 55 mil quilogramas.

Tabela 2: Alternativas do cenário 1

AIRBUS A330-200F	É uma versão atualizada do A300, com capacidade de maior carga útil e maior autonomia. Um avião para viagens de média e longas distâncias. É bem adequado para transportar carga paletizada.
BOEING B767-300F	Foi projetado para lidar com grandes quantidades de carga. É equipado com um sistema de controle de temperatura permitindo o transporte de animais e de bens perecíveis, adequado para voos de média e de longa distâncias.
BOEING B777-200F	A autonomia do B777 com capacidade de carga útil total se traduz em economia significativa e tempos de transporte rápidos. É a aeronave de dois motores com maior autonomia do mundo.

Fonte: Adaptado de Air charter (2021)

3.4.2 MATRIZ DE DECISÃO DO CENÁRIO 1

Estabelecendo as alternativas e os critérios de comparação, é obtida a matriz da Figura 7. Os valores atribuídos a cada critério foram obtidos através da Air charter (2021), da Boeing (2021), da Airbus (2021) e da CNN Brasil (2021).

Tabela 3: Matriz de decisão do cenário 1

Alternativas	Preço	Vel. de Cruz.	Carga Útil	Vol. Tot. de Carga	Auto. Máx.	Auto. Trans.	Exig. de Pista	Comp.	Enver.
AIRBUS A330-200F	\$ 241,7 milhões	871 Km/h	70.000 kg	475 m ³	7.400 km	10.830 km	2.500 m	58,8 m	60,3 m
BOEING B767-300F	\$ 220,3 milhões	850 Km/h	54.000 kg	450 m ³	6.056 km	10.880 km	2.652 m	54,94 m	47,57 m
BOEING B777-200F	\$ 352,3 milhões	891 Km/h	103.000 kg	653 m ³	9.065 km	18.705 km	2.987 m	63,7 m	64,8 m
Tipo de Critério	Min	Max	Max	Max	Max	Max	Min	Min	Min

Fonte: Autores (2021)

3.5 CENÁRIO 2 – AQUISIÇÃO DE AERONAVES DE PASSAGEIROS PARA POSTERIOR CONVERSÃO EM AERONAVE CARGUEIRA.

Tendo em vista o projeto CX-2 da FAB, recentemente cancelado, que se tratava da compra do Boeing 767-300ER para posterior adequação em cargueiro (FAB, 2021), nesse cenário será avaliado qual das alternativas de aeronaves comerciais de passageiros para uma posterior conversão em cargueiro usadas possui melhor desempenho dentre os critérios.

3.5.1 ALTERNATIVAS - CENÁRIO 2

Foram consideradas somente aeronaves de passageiros de corredor duplo e autonomia de médio a longo alcance.

Tabela 4: Alternativas cenário 2

AIRBUS A330-200	É uma aeronave de fuselagem larga com capacidade grande de passageiros. Excelente para transportar grupos grandes de passageiros em viagens longas ou curtas. Pode transportar um total de 405 passageiros.
AIRBUS A330-300	Foi desenvolvido como uma reposição para o A300, com fuselagem alongada e novas asas, estabilizadores e sistemas “fly-by-wire”. Pode transportar um total de 440 passageiros e sua capacidade de carga e comparável aos Boeing 747.
BOEING B767-300ER	É uma aeronave de fuselagem larga, de tamanho médio, tornando-a ideal para fretamentos comerciais continentais.
BOEING B777-300ER	É a maior aeronave a jato com dois motores do mundo. Ela incorpora mais tecnologias avançadas do que qualquer outra aeronave Boeing anterior.

Fonte: Adaptado de Air charter (2021)

3.5.2 MATRIZ DE DECISÃO DO CENÁRIO 2

Estabelecendo as alternativas e os critérios de comparação é obtida a matriz da Tabela 5. Os valores atribuídos a cada critério foram obtidos através da Air charter (2021), da Boeing (2021), da Airbus (2021), da Royal Dutch Airlines (2021) e do Portal Brasil (2021), além das fontes já mencionadas nos subitens 3.1.1.e 3.3.1.

Tabela 5: Matriz de decisão cenário 2

Alternativas	Preço	Custo de Conver.	Vel. Cruz.	Auton.	Peso Máx. Decol.	Largura da Cabine	Comp.	Enver.
AIRBUS A330-200	\$ 82 milhões	\$ 15 milhões	870 km/h	13.450 km	242.000 kg	5,26 m	58,82 m	60,3 m
AIRBUS A330-300	\$ 95 milhões	\$ 16 milhões	870 km/h	11.750 km	242.000 kg	5,26 m	63,66 m	60,3 m
BOEING B767-300ER	\$ 36 milhões	\$ 14 milhões	850 km/h	11.320 km	186.880 kg	4,7 m	54,9 m	47,6 m

BOEING B777-300ER	\$ 155 milhões	\$ 30 milhões	920 km/h	13.649 km	351.543 kg	5,88 m	73,86 m	64,8 m
Tipo de Critério	Min	Min	Max	Max	Max	Max	Min	Min

Fonte: Autores (2021)

4. APLICAÇÃO DO AHP GAUSSIANO

Para obter a resolução do método foi utilizada como ferramenta de apoio uma planilha em Excel desenvolvida no Instituto Militar de Engenharia para a resolução do AHP Gaussiano. Pode-se verificar a resolução do cenário 1 na Figura 8.

	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN	MIN		
	Preço	Vel. Cruz.	Carga Útil	Vol. Tot. de Carga	Auto. Máx.	Auton. Trans.	Exig. Pista	Comp.	Enver.		
AIRBUS A330-200F	241,7	871	70000	475	7400	10830	2500	58,8	60,3		
BOEING B767-300F	220,3	850	54000	450	6056	10880	2652	54,94	47,57		
BOEING B777-200F	352,3	891	103000	653	9065	18705	2987	63,7	64,8		
										AHP-G	RANK
AIRBUS A330-200F	0,359298	0,333461	0,30837	0,301014	0,328582	0,26797	0,359758	0,334075	0,31268	0,313486	2
BOEING B767-300F	0,394201	0,325421	0,237885	0,285171	0,268905	0,269207	0,339139	0,357547	0,396355	0,30361	3
BOEING B777-200F	0,246501	0,341118	0,453744	0,413815	0,402513	0,462823	0,301103	0,308377	0,290966	0,382904	1
Média	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333		
Desvio Padrão	0,077197	0,007849	0,110073	0,070148	0,066931	0,112143	0,029755	0,024593	0,055647		
Fator Gaussiano	0,231592	0,023548	0,33022	0,210443	0,200793	0,33643	0,089266	0,07378	0,166942		
Fator G. Norma.	0,13926	0,01416	0,198567	0,126544	0,12074	0,202301	0,053677	0,044365	0,100385		

Figura 8: Resolução AHP Gaussiano para o cenário 1

Fonte: Adaptado de Baldini *et al* (2021)

A alternativa Boeing B777-300F apresentou melhor desempenho no primeiro cenário e foi apontada como solução ótima. Na Figura 9 pode-se verificar a resolução do problema para o cenário 2.

	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN		
	Preço	Custo Conv.	Vel. Cruz.	Auto. Máx.	Peso Máx. decola.	Largura cab.	Comp.	Enver.		
AIRBUS A330-200	82	15	870	13450	242	5,26	58,82	60,3		
AIRBUS A330-300	95	16	870	11750	242	5,26	63,66	60,3		
BOEING B767-300ER	36	14	850	11320	186880	4,7	54,9	47,6		
BOEING B777-300ER	155	30	920	13649	351543	5,88	73,86	64,8		
									AHP-G	RANK
AIRBUS A330-200	0,214134	0,284987	0,247863	0,268094	0,000449	0,249289	0,263731	0,238245	0,129178	3
AIRBUS A330-300	0,184832	0,267176	0,247863	0,234208	0,000449	0,249289	0,24368	0,238245	0,117981	4
BOEING B767-300ER	0,48775	0,305344	0,242165	0,225637	0,346776	0,222749	0,282562	0,30181	0,361545	2
BOEING B777-300ER	0,113284	0,142494	0,262108	0,27206	0,652326	0,278673	0,210028	0,2217	0,391296	1
Média	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Desvio Padrão	0,164063	0,073348	0,008507	0,023502	0,313997	0,022846	0,031019	0,03541		
Fator Gaussiano	0,656251	0,293391	0,034029	0,094006	1,25599	0,091383	0,124076	0,141639		
Fator G. Norma.	0,24389	0,109036	0,012647	0,034937	0,466778	0,033962	0,046112	0,052639		

Figura 9: Resolução AHP Gaussiano para o cenário 2

Fonte: Adaptado de Baldini *et al* (2021)

A alternativa Boeing B777-300ER apresentou melhor desempenho no segundo cenário e foi apontada como solução ótima.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nota-se que no cenário 1 que o maior fator gaussiano (peso) foi atribuído ao critério autonomia de traslado, dessa forma a alternativa Boeing B777-300F que possui quase o dobro da autonomia da segunda colocada foi apontada como solução ótima. De certa forma, este resultado era esperado, pois a aeronave B777 se enquadra na categoria de longa distância, enquanto as outras duas alternativas se encontram em uma categoria abaixo, a categoria de média a longa distância. Com isso, o B777-300F apresenta maior autonomia máxima, autonomia de traslado, volume total de carga, carga útil e velocidade de cruzeiro. E obviamente, apresenta pior desempenho na envergadura, comprimento, exigência de pista e preço, sendo este quase o dobro das outras alternativas, aproximadamente 1 bilhão e 739 milhões de reais. Como a obtenção de recursos financeiros por parte do Governo Brasileiro é uma dificuldade presente, foi realizada a destilação desse cenário retirando do modelo a aeronave B777-300F e mantendo as duas alternativas de mesma categoria, como visto na Figura 10.

	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN	MIN
	Preço	Vel. Cruz.	Carga útil	Vol. Tot. de Carga	Auto. Máx.	Auton. Trans.	Exig. Pista	Comp.	Enver.
AIRBUS A330-200F	241,7	871	70000	475	7400	10830	2500	58,8	60,3
BOEING B767-300F	220,3	850	54000	450	6056	10880	2652	54,94	47,57

	Preço	Vel. Cruz.	Carga útil	Vol. Tot. de Carga	Auto. Máx.	Auton. Trans.	Exig. Pista	Comp.	Enver.	AHP-G	RANK
AIRBUS A330-200F	0,47684	0,506101	0,564516	0,513514	0,549941	0,498848	0,514752	0,483031	0,440994	0,511186	1
BOEING B767-300F	0,52316	0,493899	0,435484	0,486486	0,450059	0,501152	0,485248	0,516969	0,559006	0,488814	2

Média	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Desvio Padrão	0,032753	0,008628	0,09124	0,019111	0,070627	0,001629	0,020862	0,023997	0,083447
Fator Gaussiano	0,065507	0,017257	0,182479	0,038222	0,141253	0,003257	0,041724	0,047994	0,166895

Fator G. Norma.	0,092972	0,024492	0,258987	0,054247	0,200476	0,004623	0,059217	0,068117	0,236869
-----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Figura 10: Resolução AHP Gaussiano para o cenário 1 destilado

Fonte: Adaptado de Baldini *et al* (2021)

O cenário 1 destilado confere maior fator gaussiano (peso) para os critérios carga útil, autonomia máxima e envergadura e aponta a aeronave Airbus A330-200F como a melhor opção, de acordo com as necessidades da FAB, que busca uma aeronave com maior capacidade de carga que pode voar longas distâncias com o mínimo de escalas. A preferência da compra do A330-200F sobre o B777-200F acarreta em uma economia de 110,6 milhões de dólares, ou seja, de 545,76 milhões de reais, considerando a compra de uma aeronave. Para duas aeronaves como desejado pela FAB a economia chega a 1,09 bilhões de reais. Entretanto, uma aeronave B777-200F poderia substituir facilmente duas aeronaves A330-200F, uma vez que, possui carga útil e autonomia muito maior. Comparando em valores, com a aquisição de um B777-200F ao invés de duas aeronaves A 330-200F, é alcançado uma economia de 131,1 milhões de dólares, que convertido para real são 646,91 milhões.

Assim como no cenário 1, no cenário 2 a alternativa escolhida foi a aeronave Boeing de modelo B777, no caso, o B777-300ER. O critério crucial que determinou a escolha foi o peso máximo que a aeronave suporta para decolar, um fator importantíssimo a se considerar visto que está relacionado com a capacidade de carga que o avião irá suportar quando convertido para cargueiro. Entretanto uma aeronave B777-300ER usada pode chegar a custar 185 milhões de dólares. Como o B777 pertence a uma categoria superior as outras três alternativas, também foi efetuada a destilação do cenário 2 retirando a aeronave B777-300ER, como pode ser visto na Figura 11.

	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN
	Preço	Custo Conv.	Vel. Cruz.	Auto. Máx.	Peso Máx. decola.	Largura cab.	Comp.	Enver.
AIRBUS A330-200	82	15	870	13450	242000	5,26	58,82	60,3
AIRBUS A330-300	95	16	870	11750	242000	5,26	63,66	60,3
BOEING B767-300ER	36	14	850	11320	186880	4,7	54,9	47,6

	Preço	Custo Conv.	Vel. Cruz.	Auto. Máx.	Peso Máx. decola.	Largura cab.	Comp.	Enver.	AHP-G	RANK
AIRBUS A330-200	0,241491	0,332344	0,335907	0,368291	0,36072	0,345598	0,333848	0,306109	0,292062	2
AIRBUS A330-300	0,208445	0,311573	0,335907	0,321742	0,36072	0,345598	0,308466	0,306109	0,269421	3
BOEING B767-300ER	0,550064	0,356083	0,328185	0,309967	0,27856	0,308804	0,357686	0,387781	0,438517	1
Média	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333	0,333333		
Desvio Padrão	0,18842	0,022272	0,004458	0,030842	0,047436	0,021243	0,024614	0,047153		
Fator Gaussiano	0,565259	0,066815	0,013375	0,092525	0,142307	0,063729	0,073842	0,14146		
Fator G. Norma.	0,487582	0,057633	0,011537	0,07981	0,122751	0,054971	0,063694	0,122021		

Figura 11: Resolução AHP Gaussiano para o cenário 2 destilado

Fonte: Adaptado de Baldini *et al* (2021)

O cenário 2 destilado confere maior fator gaussiano (peso) para o critério preço e indica a aeronave Boeing B767-300ER como melhor solução. O B767-300ER usado convertido custa 50 milhões de dólares (R\$ 246,7 milhões) e considerando o valor do B777-300ER é possível adquirir 3 aeronaves B767-300ER e com acréscimo de 15 milhões de dólares, é possível adquirir quatro. Com isso, a comparação feita entre a primeira opção do cenário 1 e a primeira opção do cenário 1 destilado não se enquadra no cenário 2.

O Governo Brasileiro prevê disponibilizar 500 milhões de reais para a aquisição de duas aeronaves cargueiras para a FAB, e com esse orçamento torna-se inviável a aquisição de uma aeronave cargueira nova. Todavia se faz necessário analisar que ao comprar aeronaves de passageiros usadas para posterior conversão em aeronave cargueira pode-se ter elevados custos de manutenção e vida útil de serviço mais curta por se tratar de aeronaves mais antigas, assim como após a conversão a autonomia do avião pode diminuir de acordo com a quantidade da carga que vier a suportar em sua nova configuração. É evidente, levando em consideração as análises do cenário 1 e do cenário 1 destilado, a vantagem em se adquirir no mínimo 1 aeronave Boeing B777-300F para compor a frota da Força Área Brasileira, fazendo-se necessário uma revisão no orçamento disponibilizado pelo Governo Brasileiro. Caso não seja possível a readequação do orçamento, o cenário 2 destilado indica o Boeing B767-300ER como a melhor alternativa, alternativa esta que cabe dentro do orçamento do Governo, possibilitando a aquisição das duas aeronaves. Deve-se ponderar que o cenário 2 propôs a aquisição de aeronaves usadas considerando a faixa mais alta de preço das mesmas, pode-se escolher adquirir aeronaves com preço menores, contudo quanto mais barata a aeronave mais antiga é a mesma.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos multicritérios eliminam os empirismos na tomada de decisão oferecendo um método matemático que visa apoiar o decisor. A aplicação do AHP Gaussiano, aliado com o Quadro de Decisões Estratégicas propostos neste artigo, cumpre essa função oferecendo as melhores alternativa para o decisor, seja na aquisição de um cargueiro novo ou na conversão de um avião de passageiro para cargueiro.

Os critérios escolhidos, tanto para o primeiro cenário como para o segundo, foram baseados em informações de fabricantes, empresas aéreas e empresas de leasing. Os critérios de custo de manutenção e economicidade de combustível não foram considerados por não serem informações disponíveis para todas as alternativas consideradas, sendo está uma limitação desse estudo. De acordo com a necessidade dos tomadores de decisão da Força Aérea Brasileira, pode-se inserir mais critérios de comparação ou substituir os utilizados nesse trabalho.

O método AHP Gaussiano elimina a inserção de peso para os critérios por parte do tomador de decisão, eliminando dessa forma a utilização da escala de Saaty para determiná-los, tema esse de muita discussão na comunidade científica. O AHP Gaussiano determina os pesos através da média e do desvio padrão entre cada critério, se tornando um método perfeito para avaliação de performance de equipamentos. Recomenda-se uma nova aplicação do quadro de decisões estratégicas considerando os pontos ressaltados na discussão de resultados deste trabalho para que se chegue na melhor estratégia para a FAB: converter uma aeronave usada ou comprar uma aeronave cargueira nova.

O método AHP Gaussiano em conjunto com a Planilha do software Excel desenvolvida no Instituto Militar de Engenharia, se torna de fácil aplicação e pode ser utilizado para resolução de diversas problemáticas, como nas áreas: de defesa, industrial, agropecuária, gestão de projetos entre outras, contribuindo com a tomada de decisões eficientes e objetivas.

6. REFERÊNCIAS

AFINAL, quanto custa converter um avião de passageiros para carga? **AeroIn**. Disponível em: < <https://www.aeroIn.net/afinal-quanto-custa-converter-um-aviao-de-passageiros-para-carga/> >. Acesso em: 21 de junho de 2021.

AIRBUS A330-200F. **Airbus**. Disponível em: < <https://www.airbus.com/aircraft/freighter/a330-200f.html> > Acesso em: 27 de junho de 2021.

AIRBUS A330-200. **Airbus**. Disponível em: < <https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft/a330-family/a330-200.html> > Acesso em: 27 de junho de 2021.

AIRBUS A330-300. **Airbus**. Disponível em: < <https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft/a330-family/a330-300.html> > Acesso em: 27 de junho de 2021.

AIRBUS A330-200F. **Air Charter Service**. Disponível em: < <https://www.aircharter.com.br/guia-de-aeronaves/fretamento-de-carga/airbuseurope/airbusa330-200f> > Acesso em: 27 de junho de 2021.

AIRBUS A330-200. **Air Charter Service**. Disponível em: < <https://www.aircharter.com.br/guia-de-aeronaves/fretamento-para-grupos/airbus-europe/airbusa330-200> > Acesso em: 27 de junho de 2021.

AIRBUS A330-300. **Air Charter Service**. Disponível em: < <https://www.aircharter.com.br/guia-de-aeronaves/fretamento-para-grupos/airbus-europe/airbusa330-300> > Acesso em: 27 de junho de 2021.

ANACPÉDIA. Agência Nacional de Aviação Civil. Disponível em: < https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/por-esp.htm >. Acesso em: 04 de maio de 2021.

AVIÃO comercial custa até R\$ 2,42 bi; veja preços da Airbus, Boeing e Embraer. **CNN Brasil**. Disponível em: < <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2021/01/31/aviao-comercial-custa-ate-r-2-42-bi-veja-precos-da-airbus-boeing-e-embraer> >. Acesso em: 21 de junho de 2021.

BALDINI, Fabio; SANTOS, Marcos.; COELHO, Leandro dos Santos; MARIANI, Viviana Cocco. AHP-GAUSSIANO em VBA (v.1) 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica. DCA 1-1 Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira vol. 2. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa. 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/2012/mes07/end.pdf>>

BOEING 767. Portal Brasil. Disponível em: <https://www.portalbrasil.net/boeing_767.htm>. Acesso em: 21 de junho de 2021.

BOEING B767-300F. Air Charter Service. Disponível em: <<https://www.aircharter.com.br/guia-de-aeronaves/fretamento-de-carga/boeing-usa/boeingb767-300f>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

BOEING B777-200F. Air Charter Service. Disponível em: <<https://www.aircharter.com.br/guia-de-aeronaves/fretamento-de-carga/boeing-usa/boeingb777-200f>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

BOEING B777. Air Charter Service. Disponível em: <<https://www.aircharter.com.br/guia-de-aeronaves/fretamento-para-grupos/boeing-usa/boeing777>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

BOEING B767 200 300. Air Charter Service. Disponível em: <<https://www.aircharter.com.br/guia-de-aeronaves/fretamento-para-grupos/boeing-usa/boeingb767200300>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

BOEING B767. Boeing. Disponível em: <<https://www.boeing.com/commercial/767/>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

BOEING B777. Boeing. Disponível em: <<https://www.boeing.com/commercial/777/>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

BOLSONARO anuncia intenção de comprar novos aviões para a FAB. Aeromagazine. Disponível em: <https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/bolsonaro-anuncia-intencao-de-comprar-novos-avioes-para-fab_6242.html>. Acesso em: 21 de junho de 2021.

BRIGA nos céus do planeta. Revista Pesquisa FAPESP. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/briga-nos-ceus-do-planeta/>>. Acesso em: 21 de junho de 2021.

BURKE, Brian. Gamificar: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias. São Paulo: DVS Editora, 2015.

CINELLI, Marco, KADZIŃSKI, Miłosz, GONZALEZ, Michael, SŁOWIŃSKI, Roman: How to support the application of multiple criteria decision analysis? Let us start with a comprehensive taxonomy. Omega, v.96, (2020).

CONFIRA quanto custa para comprar ou alugar uma aeronave usada. Aeroflap. Disponível em: <<https://www.aeroflap.com.br/confira-quanto-custa-para-comprar-ou-alugar-uma-aeronave-usada/>>. Acesso em: 21 de junho de 2021.

CONHEÇA o nosso Boeing 777-300ER. Royal Dutch Airlines. Disponível em: <https://www.klm.com/travel/br/prepare_for_travel/on_board/our_aircraft/boeing_777_300er.htm>. Acesso em: 21 de junho de 2021

FAB realiza transporte de vacinas para diversas cidades brasileiras. FAB. <<https://fab.mil.br/noticias/mostra/36853/OPERA%C3%87%C3%83O%20COVID-19%20-%20FAB%20realiza%20transporte%20de%20vacinas%20para%20diversas%20cidades%20brasileiras>>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

FREIGHTERS. Boeing. Disponível em: <<https://www.boeing.com/commercial/freighters/>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

GOMES, Andrei. Teoria dos jogos aplicada na educação profissional para desenvolvimento de competência em tomada de decisões estratégicas. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Propaganda e Marketing, Mestrado Profissional em Gestão da Economia Criativa, Rio de Janeiro, 2020.

GOMES, Daniel Costa. A imposição do alinhamento: a política externa dos governos Dutra e Vargas (1946-1954). 2016. 147 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) —Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

INFORMAÇÕES sobre o cancelamento da licitação do Boeing 767 300ER (2020). FAB. Disponível em: <[https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36850/NOTA%20DE%20ESCLARECIMENTO%20Informa%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20o%20cancelamento%20da%20licita%C3%A7%C3%A3o%20do%20Boeing%20767%20300ER%20\(2020\)](https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36850/NOTA%20DE%20ESCLARECIMENTO%20Informa%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20o%20cancelamento%20da%20licita%C3%A7%C3%A3o%20do%20Boeing%20767%20300ER%20(2020))>. Acesso em: 21 de junho de 2021.

MILITARES apoiam transporte de vacinas, oxigênio e pacientes. COTER. <<http://www.coter.eb.mil.br/index.php/noticias-do-covid-19/98-noticias-do-exercito-na-operacao-covid/1669-militares-apoiam-transporte-de-vacinas-oxigenio-e-pacientes>>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

O que é pesquisa operacional? **SOBRAPO**. Disponível em: < <https://www.sobrao.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional> >. Acesso em: 21 de junho de 2021.

PAPATHANASIOU, J.; PLOSKAS, N. Multiple Criteria Decision Aid: Methods, Examples and Python Implementations. Switzerland: Springer, 2018.

QUADRO de Tomada de Decisão. **Jogo da decisão**. Disponível em: <<https://jogodadecisao.com.br/download/>> Acesso em: 27 de junho de 2021.

SAATY, T.; VARGAS, L. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. New York: Springer, 2012.

SANTOS, Marcos dos, COSTA, Igor Pinheiro de Araújo, GOMES, Carlos Francisco Simões: Multicriteria decision-making in the selection of warships: a new approach to the AHP method. International Journal of the Analytic Hierarchy Process.: v13., No 1, 2021.

SANTOS, Marcos dos, SILVA, Thiago Leite Porto, GOMES, Carlos Francisco Simões, VIEIRA, José Artur Moraes, WALKER, Rubens Aguiar: Mapping the Perception of Users as the Usability of Smartphones: Benchmarking Features Through the Borda Count Method. New Global Perspectives on Industrial Engineering and Management. 1ªed.: Springer International Publishing, v., pp. 57–64 (2018).

SEM cargueiros de longo alcance na FAB, Azul vai buscar vacinas na Índia. **Revista Asas**. Disponível em: < <https://www.edrotacultural.com.br/sem-cargueiros-de-longo-alcance-na-fab-azul-vai-buscar-vacinas-na-india/> >. Acesso em: 21 de junho de 2021.

SEM cargueiros pesados na FAB, governo opta pela LATAM. **Revista Asas**. Disponível em: < <https://www.edrotacultural.com.br/sem-cargueiros-pesados-na-fab-governo-opta-pela-latam/> >. Acesso em: 21 de junho de 2021.