

ARTIGO

Utilização de método de apoio multicritério à decisão na seleção de helicópteros adequados à atividade aérea desenvolvida pela Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro

DOI: 10.5935/2178-4590.20230001

MAJ PM Gustavo Soares de Assis

Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA)

gustavo.assis.101237@ga.ita.br

Marcos dos Santos

Instituto Militar de Engenharia (IME)

marcosdossantos@ime.eb.br

CEL PM Marcio Pereira Basílio

Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ)

marciopbasilio@gmail.com

Data de submissão: 07/10/2022

Data de aceite: 31/10/2022



RESUMO

O presente artigo se propõe a auxiliar, através de método de apoio multicritério à decisão, na seleção de modelos de helicópteros mais adequados à atividade aérea policial no estado do Rio de Janeiro, de forma a proporcionar embasamento técnico robusto para a definição dos requisitos essenciais de uma aeronave, além de indicar soluções disponíveis capazes de garantir o desenvolvimento eficaz e seguro das missões. O método utilizado na análise foi o WASPAS, do inglês *Weighted Aggregated Sum Product Assessment*, que a partir da aplicação de um processo de soma ponderada combinado com um processo de produto ponderado, apresenta um ranqueamento para as alternativas, da mais à menos favorável. As avaliações dos modelos em relação aos critérios predefinidos, bem como a atribuição dos pesos desses critérios, foram definidas com base em questionário aplicado, por amostragem, a pilotos e operadores aerotáticos de Unidades Aéreas Públicas (UAP) de diversos estados da federação. A observação dos resultados obtidos em decorrência da metodologia empregada permitirá que decisores realizem boas escolhas, as quais contribuirão para uma melhor performance das polícias em suas atribuições, impactando sobremaneira na segurança da sociedade.

Palavras-chave: Aviação; Auxílio Multicritério à Decisão; helicópteros; método WASPAS; polícia; Segurança Pública.

ABSTRACT

This article aims to assist, through a multicriteria decision support method, in the selection of helicopter models that are more suitable to the police air activity in the state of Rio de Janeiro, in order to provide a robust technical basis for the definition of essential requirements of an aircraft, besides indicating available solutions capable of ensuring the effective and safe development of missions. The method used in the analysis was WASPAS, Weighted Aggregated Sum Product Assessment, which, by applying a weighted sum process combined with a weighted product process, presents a ranking for the alternatives, from the most to the least favorable. The evaluation of the models in relation to the pre-defined criteria, as well as the attribution of the weights of these criteria, were defined based on a questionnaire applied, by sampling, to pilots and aeronautical operators from Public Air Units (PAU) from several states of the federation. The observation of the results obtained as a result of the methodology employed will allow decision makers to make good choices, which will contribute to a better performance of the police in their duties, greatly impacting the safety of society.

Keywords: Aviation; Multicriteria Decision Aid; helicopters; WASPAS method; police; Public Safety.

INTRODUÇÃO

Helicópteros são sofisticadas máquinas com capacidade multidirecional de voo e, de forma extraordinária, para realizar o pairado. Essas aeronaves foram desenvolvidas, inicialmente, para atender uma vasta quantidade de demandas militares, como resgate, reconhecimento, transporte de carga, guerra antissubmarino e, principalmente, transporte de tropa, característica esta que possibilita a inserção de combatentes prontos nos campos de batalha. A utilização civil também é de grande relevância, em que se destacam as atividades como combate a incêndios, pulverização de colheitas, defesa civil e transporte de pessoas.

No campo da segurança pública, o emprego de helicópteros é fundamental para as organizações policiais, pois é uma ferramenta que aumenta a capacidade operacional, tendo em vista que possibilita um deslocamento rápido e uma visão ampla sobre toda uma região. Assim, é considerado um vetor multimissão de elevada importância, com aplicabilidade em missões de transporte de policiais, inserção de tropa em áreas conflagradas, patrulhamento, resgate, salvamento, orientação e cobertura aproximada de efetivo em operações, levantamento de dados em atividades de inteligência, mapeamento de regiões, iluminação de locais de ocorrência com farol de busca, perseguição

de criminosos em fuga, transporte de presos de alta periculosidade, escolta, auxílio em locais de difícil acesso em calamidades públicas, além de realizar monitoramento de vias, eventos significativos e manifestações com utilização de câmeras que transmitem imagens em tempo real para agentes de nível estratégico, os quais passam a ter melhores condições técnicas para a tomada de decisão, como planejamento, deslocamento ou reforço de policiamento.

Como histórico exemplificativo que evidencia a efetividade dos helicópteros na atividade preventiva de segurança pública, destacamos o que diz Schnelle *et al.* (1978), o qual verificou que a utilização das aeronaves através de patrulhamento de regiões com elevado índice de roubo à residência, ocasionou uma redução significativa da referida modalidade criminosa, bem como constatou que os custos atrelados à implementação desse veículo foram superados pelos benefícios gerados.

Fazendo uma análise mais delimitada sobre segurança pública, considerando regiões onde há vasta quantidade de áreas conflagradas, como na cidade do Rio de Janeiro, é importante ressaltar que a presença do crime organizado em comunidades é generalizada e que facções criminosas exercem forte controle através do tráfico de drogas, armas, redes de informação e regras particulares (GENTIL-FERNANDES; GUEDES-NETO; INCIO, 2022), fazendo com que operações policiais sejam rotineiramente realizadas com o intuito de coibir a prática de delitos, cumprir mandados judiciais, realizar busca de pessoas sequestradas e veículos roubados, entre outras finalidades legais necessárias à preservação da ordem pública.

No entanto, por ser desfavorável ao crime, a atuação da polícia nessas localidades é dificultada por marginais da Lei que, por possuírem conhecimento geográfico do terreno, armamento de elevado potencial destrutivo e colaboração dos habitantes locais, entram em confronto e resistem fortemente, utilizando barricadas para impedir o acesso dos policiais e permanecendo em lajes, locais elevados, interior de construções ou atrás de muros com buracos nas paredes (seteiras) para efetuar disparos de armas de fogo, expondo ao risco policiais e cidadãos. Nesse cenário, o emprego de helicóptero é imprescindível para o suporte das operações, pois além da capacidade de monitorar o terreno com câmera e orientar os policiais, a aeronave pode realizar sobrevoo próximo ao solo, ação que tem forte efeito dissuasivo, pois coloca os criminosos em posição de desvantagem, fazendo com que a resistência seja vencida de forma

mais rápida e, conseqüentemente, reduz a probabilidade de haver confronto e seus danos decorrentes.

2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O estado do Rio de Janeiro possui uma área de 43.750 km² e uma população de aproximadamente 17,5 milhões de habitantes (IBGE, 2021). Em seu território, há inúmeras regiões conflagradas, onde práticas de crime são comumente realizadas, como o tráfico de drogas e roubo de veículos, por exemplo. Tais atividades criminosas demandam uma atuação eficiente do Estado, através de ações de inteligência e de policiamento, com o fito de coibir a realização de delitos e manter a ordem pública.

Dadas as características das práticas de crime e dos eventos que ocorrem na região, se faz necessário um mapeamento das áreas conflagradas, bem como o monitoramento em tempo real de diversas localidades, principalmente quando estiverem ocorrendo operações, a fim de coibir as ações criminosas com o policiamento ostensivo, proporcionar aos policiais envolvidos em ocorrências, operações e policiamento ostensivo ordinário uma maior segurança, assim como permitir aos gestores uma melhor tomada de decisão, através do abastecimento com informações relevantes.

Cabe ressaltar que, devido aos confrontos decorrentes das operações em locais conflagrados, cidadãos, policiais e criminosos frequentemente são feridos, o que demanda uma urgente necessidade de socorro e transporte rápido para hospitais especializados. Entretanto, há diversas circunstâncias que comprometem essas ações, pois o trânsito de veículos terrestres não é favorável, há poucos hospitais que são referência em tratamento de feridos por projéteis de arma de fogo (PAF), além de o acesso aos locais de operação ser extremamente arriscado e difícil para órgãos de saúde.

Em adição aos fatores acima narrados, o estado do Rio de Janeiro possui características importantes que lhe conferem relevância no cenário nacional e mundial e, por isso, recentemente foi sede de grandes eventos como Copa do Mundo de Futebol, Jogos Olímpicos, Encontro Mundial da Juventude, manifestações políticas, entre outros, que demandaram grandes investimentos e atuação na área de segurança pública.

Para que o planejamento e a atuação na área de segurança pública sejam realizados com eficiência e eficácia, é premente a utilização de ferramentas que permitam aos órgãos envolvidos uma atuação segura e com inteligência, principalmente através do monitoramento e levantamento de informações.

Uma dessas ferramentas é a utilização de helicópteros, os quais possuem relevante papel no desenvolvimento das atividades policiais, como ficou já ficou evidenciado na introdução deste trabalho, tendo em vista que o mesmo tem capacidade de atuar em distintas missões. É importante destacar que a Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro também atua com aeronaves em situações que vão além de suas atribuições precípuas de polícia ostensiva e preservação da ordem pública, como de defesa civil, principalmente em situações de calamidade pública.

Contudo, esse modelo de atividade aérea deve atender determinados requisitos para ser considerado eficiente, eficaz e seguro, como preservar as vidas dos policiais que tripulam as aeronaves e dos que recebem o apoio, contribuir para a redução dos índices de criminalidade, ter razoável disponibilidade da frota para atender as demandas, ou seja, capacidade de pronta resposta, justificando o alto investimento público em aeronaves, bem como possuir máquinas com elevada confiabilidade e segurança para reduzir a probabilidade de acidentes durante o sobrevoo de locais habitados.

Uma frota ideal também deve possuir aeronaves com outras características necessárias ao desenvolvimento de missões especiais, como: autonomia suficiente para atuar em locais distantes da base de origem, tendo em vista a escassa quantidade de pontos de abastecimento no território estadual; capacidade interna suficiente para transporte de tripulantes necessários à cada tipo de operação, bem como de equipes de intervenção tática de outras unidades especiais; comprimento que permita um pouso seguro em áreas restritas, como clareiras em áreas de mata para resgates, locais calamitosos em missões humanitárias e locais cercados de obstáculos para o desembarque de tropa; potência suficiente nos motores, peso máximo de decolagem e carga útil que possibilitem a decolagem com quantidade necessária de tripulantes equipados, combustível e equipamentos de auxílio de qualquer localidade, seja ao nível do mar ou em locais com a maior elevação na região do estado, independentemente da condição climática; possuir equipamentos como guincho e gancho, bastante necessários em missões de resgate e salvamento;

capacidade para instalação e operação de câmeras com qualidade adequada ao serviço de imageamento; capacidade para transportar macas médicas; capacidade para operar cestos com água (Bambi Bucket) para missões de combate à incêndios.

É importante destacar que o apoio dos helicópteros nas operações policiais em áreas conflagradas é carregado de elevado risco, pois além dos obstáculos existentes no teatro de operações, como a presença de cabos de alta tensão, antenas e torres, há o fator relacionado ao poderio bélico das facções criminosas, notoriamente observado em manifestações hostis, praticadas geralmente através de disparos de armas de fogo contra as aeronaves, que já ocasionaram diversas avarias, ferimentos a tripulantes e até mesmo um pouso em emergência de um helicóptero da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro, no ano de 2009, quando em atividade no complexo de comunidades conhecidas como Macacos e São João, com extensão dos bairros da Tijuca ao Méier, em que três tripulantes vieram a óbito, exemplificando o referenciado sobre impactos no recurso humano policial militar. Assim, percebe-se que um elevado nível de proteção balística e de survivability (capacidade de sobrevivência), propriedade de um helicóptero evitar e suportar um ambiente hostil (PINTO, 2011), são requisitos essenciais para a seleção de um helicóptero destinado à atividade policial.

Atualmente, a frota de aeronaves do GAM é composta por sete helicópteros, sendo um Airbus Helicopters EC 145 (BK 117 C2), um Bell Helicopters UH-1H II (Huey II), dois Airbus Helicopters H125 B2 (Esquilo), dois Airbus Helicopters H125 B3 (Esquilo) e um Sirkosky Schweizer 300 CBi, essa última utilizada somente para instrução de voo. Percebe-se que há uma diversificação da frota do Grupamento, o que impacta diretamente em treinamento de pilotos, contratos de serviço de manutenção e na escala de serviço de voo dos pilotos, tendo em vista que para pilotar um determinado modelo de helicóptero é necessária a respectiva habilitação concedida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Ainda sobre a frota acima referenciada, cumpre salientar que apenas o modelo UH-1H II possui blindagem, esse fabricado em 1968 e baseado em um projeto de 1959, que foi fornecido com motor, sistemas e aviônicos novos. Todavia, o Huey II possui um programa de manutenção estabelecido pelo fabricante que prevê a realização de inspeções e manutenções preventivas a

cada vinte e cinco horas de voo, fator que afeta diretamente a disponibilidade, que é a razão entre a quantidade de dias em que a aeronave esteve em condições de voo e o período de um ano. Outro fator relevante é o fato de haver poucos helicópteros desse modelo operando no país, que se reflete em baixa quantidade de peças sobressalentes em estoques de empresas que prestam serviço de manutenção. Tais fatores aliados às recorrentes manutenções corretivas realizadas devidas aos danos causados por PAF, contribuíram para uma disponibilidade média de 52,37% nos últimos dez anos, considerada muito baixa.

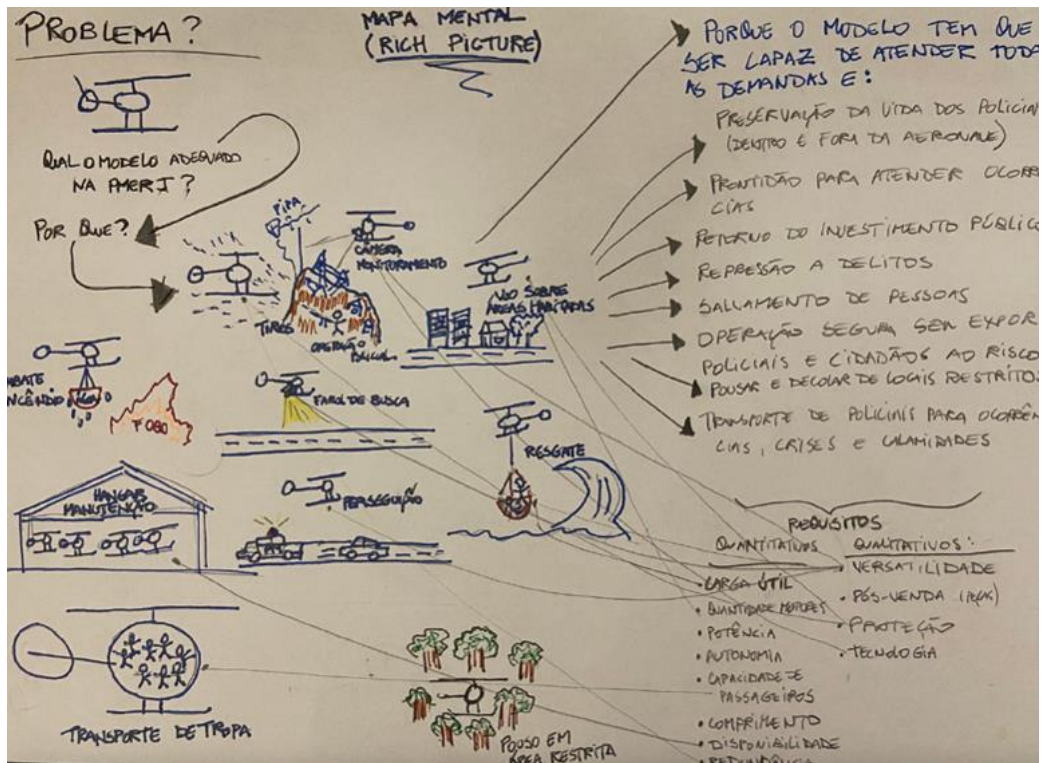
Ademais, a legislação em vigor – o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 90, de 2019 – preconiza que as operações especiais de aviação pública devem ser realizadas por aeronaves civis públicas, ou seja, a norma não autoriza a utilização de quaisquer aeronaves por parte de uma organização policial militar, a não ser que possam ser registradas pelo órgão regulador brasileiro na forma do regulamento em referência.

Daí a justificativa da definição de um modelo de helicóptero, que tenha atributos e características suficientes para o desempenho das atividades mencionadas de forma legal, otimizada e protegida, as quais são exercidas pelo Grupamento Aeromóvel da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (GAM), levando em consideração as características relativas às missões desenvolvidas, às particularidades da região de atuação e aspectos legais.

2.1 FIGURA RICA

Para a compreensão e descrição do problema foi utilizada a metodologia da figura rica, que representa um sistema e suas interações através de diagramas gráficos, permitindo uma visualização mais clara e precisa sobre o tema abordado.

Figura 1 – Figura rica



Fonte: autores (2022).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Problemas de decisão costumam envolver uma pluralidade de critérios, que muitas vezes podem ser divergentes ou terem mais ou menos influência numa determinada análise, porém são fundamentais para uma classificação de alternativas disponíveis para a solução de um determinado problema (GOMES *et al.*, 2020).

Segundo Aires e Ferreira (2018), a tomada de decisão multicritério é considerada uma das mais utilizadas metodologias para apoio à qualidade dos processos de decisão nos ramos da ciência, governo, negócios e engenharia. A Análise de Decisão de Múltiplos Critérios (MCDA) é uma expressão utilizada para descrever um conjunto de abordagens formais que consideram diversos critérios com o objetivo de auxiliar as partes interessadas a avaliar as decisões que importam, tendo sido de grande valia para a Marinha do Brasil no estudo para determinar o modelo de helicóptero de ataque mais adequado para o desempenho de suas atribuições (DO NASCIMENTO MAÊDA *et al.*, 2021).

Pelo entendimento de Moreira *et al.* (2021), um método baseado em conceitos MCDA requer um conjunto de técnicas para possibilitar uma avaliação

do problema real, que geralmente é constituído por falta de dados, risco, incerteza e opinião conflitante. Assim, utilizou-se uma modelagem levando em consideração a subjetividade do decisor, sempre apresentada quanto à preferência de uma alternativa ou à importância de um critério para selecionar um helicóptero de ataque para a Marinha do Brasil. A avaliação baseada no método PROMETHEE-SAPEVO-M1 possibilitou a superação de alternativas, não apenas considerando a melhor opção, mas levando em consideração outras alternativas favoráveis, permitindo também considerar o emprego de múltiplas aeronaves.

De acordo com Krishankumar *et al.* (2022), a MCDA proporciona uma abordagem sistemática para os tomadores de decisão, os quais deliberarão com base nas avaliações das alternativas, considerando um conjunto de critérios predeterminado de acordo com as preferências dos decisores envolvidos.

Em diversas de situações do cotidiano, torna-se necessário avaliar um grupo de alternativas através de uma multiplicidade de critérios, não sendo exceção no contexto militar, como, por exemplo, em um processo de aquisição de aeronaves por uma força aérea, que requer a consideração de uma ampla variedade de critérios, como teto de serviço, alcance operacional, velocidade de cruzeiro e taxa de subida, tornando a teoria de Tomada de Decisão Multicritério (MCDM) bastante apropriada para abordar esse tipo de problema de decisão (SÁNCHEZ-LOZANO; CORREA-RUBIO; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2022).

Um estudo empregando um método híbrido de análise multicritério, o BWM-Fuzzy TOPSIS, para a seleção de uma aeronave de treinamento moderna para a Força Aérea Popular do Vietnã, que ainda fosse capaz de realizar tarefas de ataque leve e reconhecimento, também chegou à conclusão de um melhor modelo que atendesse aos critérios predeterminados, no caso o Yak-130 (MA, 2022).

Outro estudo empregou o Processo de Hierarquia Analítica (AHP) para selecionar um modelo de helicóptero de carga adequado para as Forças Armadas da Turquia, considerando critérios quantitativos e qualitativos, como desempenho, sistemas aviônicos, manutenção, custo, entre outros, apresentando resultados consistentes e favoráveis a uma boa escolha (USKUDAR *et al.*, 2019).

Considerando que a seleção de um equipamento de defesa militar afeta de forma significativa a prontidão de uma organização responsável por garantir

a soberania do espaço aéreo de um país, como no caso da Força Aérea da Indonésia, a utilização de um método MCDA utilizando a combinação dos métodos de Técnica de Ordem de Preferência por Similaridade a uma Solução Ideal (TOPSIS) e o Processo Analítico Hierárquico (AHP), foram fundamentais para a proposta de um avião de caça eficaz e adequado para a operação de combate aéreo (WIBOWO; PERMANASARI; FAUZIATI, 2017).

Para Dhara *et al.* (2022), o método MCDA também assegura a seleção de uma aeronave executiva leve para aviação civil que seja mais adequada e preferida pelos passageiros com base na eficácia e conforto estético, além de critérios como alcance, equipamentos tecnológicos, arranjos de assentos confortáveis, instalações sanitárias a bordo, entre outros.

Uma metodologia que aplica a combinação entre outros dois métodos de MCDA, como a Técnica de Ordem de Preferência por Similaridade a uma Solução Ideal (TOPSIS) e o Processo Analítico Hierárquico (AHP), também é considerada bastante eficaz para analisar confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade e custos de aeronaves (JACKSON; OCAMPO, 2019).

A despeito de os métodos MCDA serem considerados ferramentas excepcionais com aplicabilidade em diversos problemas de decisão do mundo real que exigem determinar a alternativa ótima quando considerando vários requisitos concorrentes, características de dados de entrada incompletas ou incertas são uma questão proeminente que faz com que os pesquisadores procurem por técnicas modernas ao modelar esses dados em problemas complexos de tomada de decisão, sendo uma dessas técnicas o método WASPAS (SEMENAS; BAUSYS; ZAVADSKAS, 2021).

Uma abordagem WASPAS integrada a conjuntos difusos hesitantes de intervalo tipo 2 (IT2HFS), foi utilizada num estudo para a seleção de um tipo de aeronave mais adequado para uma determinada rota, tendo em vista que é uma das questões cruciais que os tomadores de decisão das companhias aéreas têm que enfrentar sob incerteza, com base em vários critérios comerciais, de marketing e operacionais, tendo os resultados mostrado que o Airbus 32C é a alternativa adequada para uma determinada rota entre os aeroportos de Kuwait e Istambul (DEVECI *et al.*, 2022).

Em área distinta da aviação, mas pertinente a um problema de decisão multicritérios, um estudo para selecionar um modo de entrega de última milha mais adequado, aprovou a alta confiabilidade do método WASPAS, devido à alta

robustez e consistência, definindo o modelo como apropriado para melhorar as formas de entregas em áreas urbanas em todo o mundo (SIMIĆ; LAZAREVIĆ; DOBRODOLAC, 2021).

Por fim, consoante ao que diz Aktas e Kabak (2022), um modelo analítico de tomada de decisão baseado no método Difuso de Pitágoras com Valor de Intervalo (IVPF) combinado com o método WASPAS, é eficaz na escolha de uma alternativa de aeronave não tripulada mais adequada para operações de entrega.

4 METODOLOGIA

Com a finalidade de evidenciar a construção do conhecimento, foi utilizada a base de dados Scopus para designar artigos científicos relacionados aos métodos de apoio multicritério à decisão, com a pesquisa sendo realizada em novembro de 2022, se limitando ao levantamento da produção científica dos últimos cinco anos (2017-2022) e se restringindo a artigos de periódicos. Para seleção dos artigos, foram utilizados os caracteres booleanos “AND” e “OR” sobre resumos, títulos de artigos e palavras-chave. No campo de busca, foram usados os seguintes termos: “Weighted Aggregated Sum Product Assessment”, “WASPAS”, “Multicriteria Analysis”, “Multicriteria decision making”, “MCDM”, “MCDA”. A seleção de artigos associados à seleção de aeronaves, foi realizada com os seguintes termos: “Aircraft”, “Helicopter”, “Unmanned Aircraft” e “Drones”.

Os dados foram coletados através de questionário, não identificado, e disposto em perguntas abertas e fechadas, o qual foi aplicado para pilotos de helicóptero e operadores aerotáticos de Unidades Aéreas Públicas (UAP) de diversos estados da federação, com o intuito de obter avaliações para os modelos de helicóptero em relação a critérios predefinidos, bem como para estabelecer o peso de cada critério.

Os modelos de helicóptero utilizados na pesquisa foram definidos com base nas aeronaves que são utilizadas por forças policiais no Brasil, além de referenciar tipos especificados em estudos técnicos recentes elaborados pelo GAM para aquisição de helicópteros. Já os critérios foram determinados de acordo com as características necessárias para o desenvolvimento de atividades aéreas policiais. Os participantes da pesquisa só puderam avaliar os critérios subjetivos relacionados às características das aeronaves, como versatilidade, redundância de sistemas, capacidade para voos por instrumentos, piloto

automático, tecnologia embarcada, potência do motor, pós-venda, disponibilidade e proteção, tendo em vista que os demais critérios são dados técnicos imutáveis referentes à fabricação, como autonomia, velocidade máxima, número máximo de pessoa a bordo, quantidade de motores, peso máximo de decolagem, carga útil e comprimento, os quais foram obtidos em consulta aos fabricantes, assim como os preços.

Para a análise dos dados obtidos foi empregado o método da Avaliação de Produto de Soma Agregada Ponderada (WASPAS), o qual combina dois outros métodos com o objetivo de aumentar a precisão na ordenação das soluções: Método da Soma Ponderada (WSM) e Método do Produto Ponderado (WPM).

Figura 2 – Metodologia



Fonte: Autores (2022)

5 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

O problema em análise tem como objetivo a seleção de modelos de helicópteros mais adequados à atividade aérea policial no estado do Rio de Janeiro, através do método WASPAS, o qual foi proposto por Zavadskas *et al.* (2012). Para a avaliação e definição das variáveis, foi aplicado questionário e realizada consulta a Unidades Aéreas e a dados técnicos fornecidos pelos fabricantes de aeronaves, resultando num conjunto de quinze alternativas e dezessete critérios, conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 – Alternativas e critérios estabelecidos para a análise

Helicópteros		Critérios	
		1	Preço (US\$)
		2	Autonomia (minutos)
1	Airbus H125 B3 (Esquilo)	3	Velocidade VNE (nós)
2	Airbus H125 B2 (Esquilo)	4	Número máximo de pessoas a bordo
3	Airbus H355 (Esquilo Bimotor)	5	Versatilidade
4	Airbus EC 145 (BK-117 C2)	6	Quantidade de motores
5	Airbus EC 135	7	Redundância de sistemas
6	Airbus EC 120 (Colibri)	8	Peso máximo de decolagem (Kg)
7	Bell UH-1H (Huey II)	9	Carga útil (Kg)
8	Bell 206 (Long Ranger)	10	Capacidade para voos por instrumentos
9	Bell 412	11	Piloto automático
10	Bell 429	12	Tecnologia embarcada
11	Leonardo AW 119 Kx	13	Comprimento (metros)
12	Leonardo AW 139	14	Potência do motor
13	Robinson 44	15	Pós-venda
14	Robinson 66	16	Disponibilidade
15	Sikorsky UH-60 (Black Hawk)	17	Proteção

Fonte: Autores (2022)

5.1 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Para a avaliação das alternativas em relação a cada critério subjetivo relacionado às características das aeronaves, como versatilidade, redundância de sistemas, capacidade para voos por instrumentos, piloto automático, tecnologia embarcada, potência do motor, pós-venda, disponibilidade e proteção, o questionário estabeleceu os seguintes valores: 1 (muito ruim), 2 (ruim), 3 (razoável), 4 (bom) e 5 (muito bom). O valor final inserido na tabela 1 foi o resultado da média aritmética referente à quantidade de cada valor atribuído e ao total de avaliações realizadas.

Os valores dos demais critérios, como autonomia, velocidade máxima, número máximo de pessoa a bordo, quantidade de motores, peso máximo de decolagem, carga útil, comprimento e peso, foram obtidos em consulta aos fabricantes.

Quadro 2 – Matriz de avaliação das aeronaves em relação aos critérios

MATRIZ DE DECISÃO INICIAL (ALTERNATIVAS X CRITÉRIOS)																	
Helicópteros	Critérios																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	4.826.857,00	200	155	6	4,7	1	3,0	2.250	976	1,8	2,0	3,6	10,90	4,50	4,0	4,0	1,7
2	1.500.000,00	200	155	6	4,6	1	2,7	2.250	1.000	1,8	1,6	2,8	10,90	3,90	3,9	3,9	1,8
3	1.500.000,00	200	150	6	4,5	2	3,2	2.600	930	2,2	3,0	3,2	11,00	3,50	3,5	3,7	1,7
4	9.000.000,00	210	150	11	3,8	2	4,0	3.585	1.905	3,5	3,5	3,8	13,00	3,30	3,3	4,0	1,3
5	6.000.000,00	216	136	8	3,8	2	4,0	2.980	1.418	3,5	3,5	3,8	12,26	3,30	3,3	5,0	1,3
6	795.000,00	312	150	6	3,0	1	2,0	1.715	755	2,0	1,0	3,0	9,60	2,50	3,0	4,0	1,5
7	8.420.000,00	120	130	13	4,2	1	2,4	4.772	2.300	2,4	2,2	2,8	13,30	3,90	2,3	2,1	4,3
8	2.000.000,00	222	130	7	3,0	1	1,0	1.451	600	1,0	1,0	2,0	8,74	2,00	3,0	3,0	1,0
9	6.000.000,00	228	124	15	4,0	2	4,0	5.400	2.327	3,0	4,0	4,0	14,20	4,00	3,0	3,0	3,0
10	7.000.000,00	270	155	8	5,0	2	4,0	3.402	1.476	3,0	4,0	4,0	13,00	4,00	3,0	4,0	2,0
11	3.600.000,00	312	152	8	5,0	1	3,3	2.850	908	3,0	3,0	4,3	13,00	4,00	4,0	4,0	4,0
12	12.000.000,00	260	167	17	5,0	2	5,0	6.800	2.300	4,5	5,0	4,5	16,60	4,00	4,0	4,5	3,0
13	450.000,00	200	130	4	2,5	1	1,0	1.134	320	1,0	1,0	1,0	9,00	2,00	4,0	4,5	1,0
14	1.260.000,00	180	140	5	3,0	1	1,0	1.225	420	1,0	1,0	3,0	9,00	3,00	3,0	4,0	1,0
15	25.000.000,00	468	159	14	5,0	2	4,7	10.660	4.100	4,6	3,8	4,4	20,00	5,00	4,3	4,8	5,0

Fonte: Autores (2022)

5.2 NORMALIZAÇÃO DOS VALORES DAS VARIÁVEIS

Pela análise da Tabela 1, constata-se que os valores estão em unidades distintas. Logo, é necessária a normalização a fim de padronizar esses dados.

Inicialmente, definiu-se os critérios monotônicos de benefício e os monotônicos de desvantagem. Para os monotônicos de benefício, ou seja, quanto maior o valor melhor, foram definidos os critérios 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16 e 17. Nesses casos, de acordo com Zavadskas *et al.* (2012), a equação utilizada para a normalização é:

Figura 3 – Equação para normalização de critérios monotônicos de benefício

Normalização para monotônico de "benefício"

$$\bar{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{\max_i X_{ij}}$$

Fonte: Adaptado de Zavadskas et al. (2012)

Para os monotônicos de desvantagem, ou seja, quanto maior o valor pior, foram definidos os critérios 1 e 13. Nesses casos, de acordo com Zavadskas *et al.* (2012), a equação utilizada para a normalização é:

Figura 4 – Equação para normalização de critérios monotônicos de desvantagem

$$\bar{X}_{ij} = \frac{\min_i X_{ij}}{X_{ij}}$$

Fonte: Adaptado de Zavadskas et al. (2012)

Após a aplicação das equações referenciadas, foi elaborada a Tabela 2 com os valores normalizados.

Quadro 3 – Matriz de avaliação das aeronaves em relação aos critérios com valores normalizados

MATRIZ DE DECISÃO NORMALIZADA (ALTERNATIVAS X CRITÉRIOS)																	
Helicópteros	Critérios																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0,093	0,427	0,928	0,353	0,940	0,500	0,600	0,211	0,238	0,391	0,400	0,800	0,802	0,900	0,930	0,800	0,340
2	0,300	0,427	0,928	0,353	0,920	0,500	0,540	0,211	0,244	0,391	0,320	0,622	0,802	0,780	0,907	0,780	0,360
3	0,300	0,427	0,898	0,353	0,900	1,000	0,640	0,244	0,227	0,478	0,600	0,711	0,795	0,700	0,814	0,740	0,340
4	0,050	0,449	0,898	0,647	0,760	1,000	0,800	0,336	0,465	0,761	0,700	0,844	0,672	0,660	0,767	0,800	0,260
5	0,075	0,462	0,814	0,471	0,760	1,000	0,800	0,280	0,346	0,761	0,700	0,844	0,713	0,660	0,767	1,000	0,260
6	0,566	0,667	0,898	0,353	0,600	0,500	0,400	0,161	0,184	0,435	0,200	0,667	0,910	0,500	0,698	0,800	0,300
7	0,053	0,256	0,778	0,765	0,840	0,500	0,480	0,448	0,561	0,522	0,440	0,622	0,657	0,780	0,535	0,420	0,860
8	0,225	0,474	0,778	0,412	0,600	0,500	0,200	0,136	0,146	0,217	0,200	0,444	1,000	0,400	0,698	0,600	0,200
9	0,075	0,487	0,743	0,882	0,800	1,000	0,800	0,507	0,568	0,652	0,800	0,889	0,615	0,800	0,698	0,600	0,600
10	0,064	0,577	0,928	0,471	1,000	1,000	0,800	0,319	0,360	0,652	0,800	0,889	0,672	0,800	0,698	0,800	0,400
11	0,125	0,667	0,910	0,471	1,000	0,500	0,660	0,267	0,221	0,652	0,600	0,956	0,672	0,800	0,930	0,800	0,800
12	0,038	0,556	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,638	0,561	0,978	1,000	1,000	0,527	0,800	0,930	0,900	0,600
13	1,000	0,427	0,778	0,235	0,500	0,500	0,200	0,106	0,078	0,217	0,200	0,222	0,971	0,400	0,930	0,900	0,200
14	0,357	0,385	0,838	0,294	0,600	0,500	0,200	0,115	0,102	0,217	0,200	0,667	0,971	0,600	0,698	0,800	0,200
15	0,018	1,000	0,952	0,824	1,000	1,000	0,940	1,000	1,000	1,000	0,760	0,978	0,437	1,000	1,000	0,960	1,000

Fonte: Autores (2022)

5.3 DEFINIÇÃO DOS PESOS DOS CRITÉRIOS

Para a atribuição dos pesos dos critérios, o questionário estabeleceu os seguintes valores: 1 (irrelevante), 2 (pouco importante), 3 (importante) e 4 (muito importante). Inicialmente obteve-se o valor médio de cada critério a partir do resultado da média aritmética referente à quantidade de cada valor atribuído e ao total de avaliações realizadas. Posteriormente, verificou-se o percentual de cada valor médio em relação a soma total de todos os valores médios obtidos, definindo assim o peso final de cada critério, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz referente aos pesos dos critérios

MATRIZ DE PESOS DOS CRITÉRIOS																	
Valores	Critérios																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.	Qtde.
1	4	1	2	1	1	2	1	1	1	4	3	1	4	1	3	1	2
2	12	2	4	2	1	5	4	1	3	12	18	5	10	1	3	2	2
3	12	11	24	16	4	13	14	11	7	13	11	16	14	10	12	6	6
4	4	18	2	13	26	12	13	19	21	3	0	10	4	20	14	23	22
Peso médio	8,5	9,4	8,8	9,3	9,7	9,1	9,2	9,5	9,5	8,5	8,3	9,1	8,6	9,5	9,2	9,6	9,5
Peso final	0,047	0,065	0,053	0,062	0,070	0,058	0,060	0,066	0,066	0,046	0,042	0,058	0,048	0,066	0,059	0,068	0,066

Fonte: Autores (2022)

5.4 MÉTODO DA SOMA PONDERADA (WSM)

Dada a matriz de decisão (Tabela 2) e a matriz de pesos dos critérios (Tabela 3), calcula-se a importância relativa das alternativas, denominada Q_i , conforme equação representada na Figura 3 (ZAVADSKAS *et al.*, 2012).

Figura 5 – Equação do Método da Soma Ponderada (WSM)

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^m \bar{x}_{ij} w_j$$

\bar{x}_{ij} = valor normalizado de x_{ij} (Tabela 2)

w_j = peso final de cada critério (Tabela 3)

Fonte: Adaptado de Zavadskas et al. (2012)

Os resultados obtidos foram detalhados na Tabela 4.

Quadro 4 – Matriz referente ao Método da Soma Ponderada (WSM)

MATRIZ WSM																		
Helicópteros	Critérios																	Preferência WSM $Q_i^{(1)}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	0,004	0,028	0,049	0,022	0,066	0,029	0,036	0,014	0,016	0,018	0,017	0,047	0,039	0,060	0,055	0,054	0,022	0,575
2	0,014	0,028	0,049	0,022	0,064	0,029	0,033	0,014	0,016	0,018	0,014	0,036	0,039	0,052	0,054	0,053	0,024	0,557
3	0,014	0,028	0,047	0,022	0,063	0,058	0,039	0,016	0,015	0,022	0,025	0,041	0,038	0,046	0,048	0,050	0,022	0,596
4	0,002	0,029	0,047	0,040	0,053	0,058	0,048	0,022	0,031	0,035	0,030	0,049	0,032	0,044	0,046	0,054	0,017	0,638
5	0,004	0,030	0,043	0,029	0,053	0,058	0,048	0,018	0,023	0,035	0,030	0,049	0,034	0,044	0,046	0,068	0,017	0,628
6	0,027	0,043	0,047	0,022	0,042	0,029	0,024	0,011	0,012	0,020	0,008	0,039	0,044	0,033	0,041	0,054	0,020	0,516
7	0,003	0,017	0,041	0,047	0,059	0,029	0,029	0,029	0,037	0,024	0,019	0,036	0,032	0,052	0,032	0,028	0,057	0,570
8	0,011	0,031	0,041	0,025	0,042	0,029	0,012	0,009	0,010	0,010	0,008	0,026	0,048	0,027	0,041	0,041	0,013	0,424
9	0,004	0,031	0,039	0,054	0,056	0,058	0,048	0,033	0,037	0,030	0,034	0,052	0,030	0,053	0,041	0,041	0,039	0,682
10	0,003	0,037	0,049	0,029	0,070	0,058	0,048	0,021	0,024	0,030	0,034	0,052	0,032	0,053	0,041	0,054	0,026	0,662
11	0,006	0,043	0,048	0,029	0,070	0,029	0,040	0,018	0,015	0,030	0,025	0,056	0,032	0,053	0,055	0,054	0,053	0,655
12	0,002	0,036	0,053	0,062	0,070	0,058	0,060	0,042	0,037	0,045	0,042	0,058	0,025	0,053	0,055	0,061	0,039	0,799
13	0,047	0,028	0,041	0,015	0,035	0,029	0,012	0,007	0,005	0,010	0,008	0,013	0,047	0,027	0,055	0,061	0,013	0,452
14	0,017	0,025	0,044	0,018	0,042	0,029	0,012	0,008	0,007	0,010	0,008	0,039	0,047	0,040	0,041	0,054	0,013	0,454
15	0,001	0,065	0,050	0,051	0,070	0,058	0,057	0,066	0,066	0,046	0,032	0,057	0,021	0,066	0,059	0,065	0,066	0,896

Fonte: Autores (2022)

5.5 MÉTODO DO PRODUTO PONDERADO (WPM)

Dada a matriz de decisão (Tabela 2) e a matriz de pesos dos critérios (Tabela 3), calcula-se a importância relativa das alternativas a_i , denominada Q_i , conforme equação representada na Figura 3 (ZAVADSKAS *et al.*, 2012).

Figura 6 – Equação do Método do Produto Ponderado (WPM)

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^m (\bar{x}_{ij})^{w_j}$$

\bar{x}_{ij} = valor normalizado de x_{ij} (Tabela 2)

w_j = peso final de cada critério (Tabela 3)

Fonte: Adaptado de Zavadskas et al. (2012)

Os resultados obtidos foram detalhados na Tabela 5.

Quadro 5 – Matriz referente ao Método do Produto Ponderado (WPM)

MATRIZ WPM																		
Helicópteros	Critérios																	Preferência WPM $Q_i^{(2)}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	0,895	0,947	0,996	0,938	0,996	0,961	0,970	0,903	0,910	0,957	0,962	0,987	0,989	0,993	0,996	0,985	0,932	0,492
2	0,945	0,947	0,996	0,938	0,994	0,961	0,963	0,903	0,911	0,957	0,953	0,973	0,989	0,984	0,994	0,983	0,935	0,499
3	0,945	0,947	0,994	0,938	0,993	1,000	0,973	0,911	0,907	0,966	0,979	0,980	0,989	0,977	0,988	0,980	0,932	0,538
4	0,869	0,950	0,994	0,974	0,981	1,000	0,987	0,931	0,951	0,987	0,985	0,990	0,981	0,973	0,984	0,985	0,915	0,558
5	0,885	0,951	0,989	0,955	0,981	1,000	0,987	0,920	0,933	0,987	0,985	0,990	0,984	0,973	0,984	1,000	0,915	0,548
6	0,974	0,974	0,994	0,938	0,965	0,961	0,946	0,887	0,895	0,962	0,934	0,977	0,995	0,955	0,979	0,985	0,924	0,457
7	0,871	0,916	0,987	0,984	0,988	0,961	0,957	0,949	0,963	0,970	0,966	0,973	0,980	0,984	0,964	0,943	0,990	0,508
8	0,932	0,953	0,987	0,947	0,965	0,961	0,907	0,877	0,881	0,932	0,934	0,954	1,000	0,941	0,979	0,966	0,900	0,359
9	0,885	0,955	0,984	0,992	0,985	1,000	0,987	0,956	0,963	0,980	0,991	0,993	0,977	0,985	0,979	0,966	0,967	0,627
10	0,879	0,965	0,996	0,955	1,000	1,000	0,987	0,928	0,935	0,980	0,991	0,993	0,981	0,985	0,979	0,985	0,942	0,584
11	0,907	0,974	0,995	0,955	1,000	0,961	0,975	0,917	0,906	0,980	0,979	0,997	0,981	0,985	0,996	0,985	0,985	0,584
12	0,857	0,963	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,971	0,963	0,999	1,000	1,000	0,970	0,985	0,996	0,993	0,967	0,704
13	1,000	0,947	0,987	0,915	0,953	0,961	0,907	0,863	0,846	0,932	0,934	0,916	0,999	0,941	0,996	0,993	0,900	0,345
14	0,953	0,940	0,991	0,927	0,965	0,961	0,907	0,867	0,861	0,932	0,934	0,977	0,999	0,967	0,979	0,985	0,900	0,368
15	0,828	1,000	0,997	0,988	1,000	1,000	0,996	1,000	1,000	1,000	0,988	0,999	0,961	1,000	1,000	0,997	1,000	0,769

Fonte: Autores (2022)

5.6 AGREGAÇÃO DOS MÉTODOS WSM E WPM

De acordo com Zavadskas *et al.* (2012), com o objetivo de elevar a precisão de classificação e a eficácia do processo de tomada de decisão, foi generalizada a

equação da Figura 6, que agrega os dois métodos utilizados na análise. Para calcular a importância relativa dos métodos, utiliza-se a variável λ , cujos valores variam de zero a um ($0 \leq \lambda \leq 1$). No presente estudo, a fim de aumentar a precisão dos resultados, foram utilizados três valores para a variável λ : 0.25, 0.5 e 0.75.

Figura 7 – Equação para agregação dos métodos WSM e WPM

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^m \bar{x}_{ij} w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^m (\bar{x}_{ij})^{w_j}$$

Fonte: Adaptado de Zavadskas et al. (2012)

Inicialmente, foi adotado valor para a variável λ de 0,25. Tendo em vista que as melhores alternativas são as que possuem maior valor de Q_i , ranqueou-se as alternativas em ordem decrescente, conforme detalhado na tabela 6.

Quadro 6 – Classificação das alternativas ($\lambda = 0,25$)

Classificação	Helicópteros	Resultado
1º	Sikorsky UH-60 (Black Hawk)	0,801
2º	Leonardo AW 139	0,727
3º	Bell 412	0,641
4º	Bell 429	0,604
5º	Leonardo AW119 Kx	0,602
6º	Airbus EC 145 (BK-117 C2)	0,578
7º	Airbus EC135	0,568
8º	Airbus H355 (Esquilo Bimotor)	0,552
9º	Bell UH-1H II (Huey II)	0,523
10º	Airbus H125 (Esquilo) B2	0,514
11º	Airbus H125 (Esquilo) B3	0,512
12º	Airbus EC 120 (Colibri)	0,472
13º	Robinson 66	0,389
14º	Bell 206 (Long Ranger)	0,375
15º	Robinson 44	0,372

Fonte: Autores (2022)

Em seguida, foi adotado valor para a variável λ de 0.50. Os resultados obtidos foram detalhados na Tabela 7.

Quadro 7 – Classificação das alternativas ($\lambda = 0,50$)

Classificação	Helicópteros	Preferência Agravada (Q)
1º	Sikorsky UH-60 (Black Hawk)	0,832
2º	Leonardo AW 139	0,751
3º	Bell 412	0,654
4º	Bell 429	0,623
5º	Leonardo AW119 Kx	0,620
6º	Airbus EC 145 (BK-117 C2)	0,598
7º	Airbus EC135	0,588
8º	Airbus H355 (Esquilo Bimotor)	0,567
9º	Bell UH-1H II (Huey II)	0,539
10º	Airbus H125 (Esquilo) B3	0,533
11º	Airbus H125 (Esquilo) B2	0,528
12º	Airbus EC 120 (Colibri)	0,487
13º	Robinson 66	0,411
14º	Robinson 44	0,399
15º	Bell 206 (Long Ranger)	0,391

Fonte: Autores (2022)

Por fim, foi adotado valor para a variável λ de 0.75. Os resultados obtidos foram detalhados na Tabela 8.

Quadro 8 – Classificação das alternativas ($\lambda = 0,75$)

Classificação	Helicópteros	Resultado
1º	Sikorsky UH-60 (Black Hawk)	0,864
2º	Leonardo AW 139	0,775
3º	Bell 412	0,668
4º	Bell 429	0,643
5º	Leonardo AW119 Kx	0,637
6º	Airbus EC 145 (BK-117 C2)	0,618
7º	Airbus EC135	0,608
8º	Airbus H355 (Esquilo Bimotor)	0,581
9º	Bell UH-1H II (Huey II)	0,554
10º	Airbus H125 (Esquilo) B3	0,554
11º	Airbus H125 (Esquilo) B2	0,542
12º	Airbus EC 120 (Colibri)	0,502
13º	Robinson 66	0,432
14º	Robinson 44	0,425
15º	Bell 206 (Long Ranger)	0,407

Fonte: Autores (2022)

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Pela análise das classificações obtidas, conforme evidenciado nas Tabelas 6, 7 e 8, observa-se que os resultados pouco se alteraram com as mudanças do valor da variável λ , inclusive a ordenação das alternativas permaneceu a mesma nas três tabelas até a nona posição. Houve uma pequena alternância entre a décima e a décima primeira posição, assim como entre a penúltima e última posição. Entretanto, os valores permaneceram bem próximos.

Nota-se que, matematicamente, o modelo de helicóptero mais adequado à atividade aérea policial no estado do Rio de Janeiro é o Sikorsky UH-60 (Black Hawk), pois foi a aeronave que obteve o melhor resultado com a aplicação do método em todas as hipóteses, se isolando das demais nas classificações. Esse resultado reflete a capacidade dessa aeronave de atuar com efetividade em distintas missões e de proporcionar um maior nível de proteção à tripulação em ambientes hostis, uma das maiores preocupações dos aviadores de segurança pública, conforme pode se constatar pela observação da Tabela 1, em que o modelo em questão foi o único a obter a avaliação média máxima dentre os helicópteros no critério proteção, critério esse avaliado como de segundo maior peso. Destaca-se ainda, que no critério disponibilidade, o de maior peso, o UH-60 obteve a melhor avaliação.

Outro aspecto que merece ser considerado é a proximidade dos resultados obtidos para as alternativas classificadas entre a segunda e a quinta posição, demonstrando que essas aeronaves também são capazes de atender aos requisitos predefinidos com eficácia, o que as torna boas opções.

Embora as alternativas classificadas entre a sexta e a décima primeira posição nas três hipóteses tenham ocupado a zona intermediária da classificação, cabe ressaltar que os resultados também foram próximos e que se tratam de modelos de helicóptero bastante utilizados por forças policiais no Brasil e em diversos países, demonstrando serem aeronaves com aplicabilidade em determinados tipos de missão policial, mesmo que não sejam consideradas as melhores opções.

Em relação às alternativas que ocupam as quatro últimas posições na classificação nas três hipóteses, observa-se que os resultados obtidos foram muito baixos e afastados dos demais, o que leva a considerar essas aeronaves como modelos inadequados ou limitados para o alcance dos objetivos que se almejam.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como propósito resolver um problema real da Polícia Militar do estado do Rio de Janeiro, no que tange a definição de um modelo de helicóptero mais adequado ao cumprimento eficaz e seguro das missões desenvolvidas pelo Grupamento Aeromóvel, o que foi alcançado com a indicação da aeronave UH-60 (Black Hawk) como o melhor modelo por meio do método WASPAS, comprovando uma percepção que já prevalece no setor da aviação de

segurança pública e militar. A classificação final das alternativas também é relevante para a discussão acerca do emprego de cada um dos modelos. Assim, conclui-se que o método WASPAS mostrou-se eficiente para a solução do problema proposto.

Os resultados obtidos podem auxiliar o Comando da Corporação em processos decisórios complexos, que envolvam múltiplas alternativas e critérios, como no caso de aquisição de aeronaves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, R. F. F.; FERREIRA, L. The rank reversal problem in multi-criteria decision making: A literature review. **Pesquisa Operacional**, v. 38, n. 2, p. 331–362, 2018.

AKTAS, A.; KABAK, M. **An Application of Interval Valued Pythagorean Fuzzy WASPAS Method for Drone Selection to Last Mile Delivery Operations**. [s.l.: s.n.].

BRASIL. IBGE. **Censo Demográfico**, 2021. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 nov. 2022.

_____. **RBAC 90 - Requisitos para operações especiais de aviação pública**. Brasília, 2019.

DEVECI, M. et al. Interval type-2 hesitant fuzzy Entropy-based WASPAS approach for aircraft type selection. **Applied Soft Computing**, v. 114, 2022.

DHARA, A. et al. An efficient decision support system for selecting very light business jet using CRITIC-TOPSIS method. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**, v. 94, n. 3, p. 458–472, 2022.

DO NASCIMENTO MAÊDA, S. M. et al. **The SAPEVO-M-NC method**. [s.l.: s.n.]. v. 341

GENTIL-FERNANDES, L.; GUEDES-NETO, J. V.; INCIO, J. From Drug Lords to Police State: The Effects of Order Transition on Local Economies. **Comparative Political Studies**, v. 55, n. 10, p. 1765–1801, 2022.

GOMES, C. F. S. et al. Sapevo-m: A group multicriteria ordinal ranking method. **Pesquisa Operacional**, v. 40, p. 1–23, 2020.

JACKSON, D. W.; OCAMPO, R. **A methodology for aircraft reliability, maintainability, availability, and cost management**. Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium, 2019.

KRISHANKUMAR, R. et al. A new decision model with integrated approach for healthcare waste treatment technology selection with generalized orthopair fuzzy information. **Information Sciences**, v. 610, p. 1010–1028, 2022.

MA, J. Training Aircraft Selection of the Vietnam People's Air Force Using a Hybrid BWM-Fuzzy TOPSIS Method. **Periodica Polytechnica Social and Management Sciences**, v. 30, n. 2, p. 141–157, 2022.

MOREIRA, M. Â. L. et al. Promethee-sapevo-m1 a hybrid approach based on ordinal and cardinal inputs: Multi-criteria evaluation of helicopters to support Brazilian navy operations. **Algorithms**, v. 14, n. 5, 2021.

PINTO, M. K. A sobrevivência de helicópteros como um dos fatores preponderantes na aviação de segurança pública do Brasil. **Revista Conexão SIPAER**, v. 2, n. 3, 2011. SÁNCHEZ-LOZANO, J. M.; SERNA, J.; DOLÓN-PAYÁN, A. Evaluating military training aircrafts through the combination of multi-criteria decision making processes with fuzzy logic. A case study in the Spanish Air Force Academy. **Aerospace Science and Technology**, v. 42, p. 58–65, 2015.

SCHNELLE, J. F. et al. POLICE EVALUATION RESEARCH: AN EXPERIMENTAL AND COST-BENEFIT ANALYSIS OF A HELICOPTER PATROL IN A HIGH CRIME AREA. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 11, n. 1, p. 11–21, 1978.

SEMENAS, R.; BAUSYS, R.; ZAVADSKAS, E. K. A Novel Environment Exploration Strategy by m-generalised q-neutrosophic WASPAS. **Studies in Informatics and Control**, v. 30, n. 3, p. 19–28, 2021.

SIMIĆ, V.; LAZAREVIĆ, D.; DOBRODOLAC, M. Picture fuzzy WASPAS method for selecting last-mile delivery mode: a case study of Belgrade. **European Transport Research Review**, v. 13, n. 1, 2021.

USKUDAR, A. et al. **Fuzzy AHP-Center of Gravity Method Helicopter Selection and Application**. Proceedings of 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019.

WIBOWO, A. S.; PERMANASARI, A. E.; FAUZIATI, S. **Combat aircraft effectiveness assessment using hybrid multi-criteria decision making methodology**. Proceedings - 2016 2nd International Conference on Science and Technology-Computer, ICST 2016.

ZAVADSKAS, E. K. et al. Optimization of weighted aggregated sum product assessment. **Elektronika ir Elektrotechnika**, v. 122, n. 6, p. 3–6, 2012.