

Apoio ao Planejamento Estratégico da PRF (2020–2028): Abordagem Híbrida dos Métodos Multicritério MPSI e WISP para Avaliação de Pistolas Semiautomáticas

Vitória Yane Silva Santos (UFCG) *vitoria512003yane@gmail.com*

Bruno Pereira Diniz (UFF) *bruno_diniz@id.uff.br*

Marcos dos Santos (Escola Naval) *marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br*

Daniel Augusto de Moura Pereira (UFCG) *danielmoura@ufcg.edu.br*

Thiago Fernandes Lima (Escola Naval) *fernandes.lima@marinha.mil.br*

Resumo

A crescente complexidade das demandas de segurança pública no Brasil exige a adoção de abordagens analíticas que auxiliem na tomada de decisão institucional. Neste sentido, alinhado com o Planejamento Estratégico da Polícia Rodoviária Federal (PRF) (2020–2028), este estudo tem como objetivo a ordenação de pistolas semiautomáticas para a PRF, a partir dos métodos de decisão multicritério *Modified Preference Selection Index* (MPSI) e *Simple Weighted Sum Product Method* (WISP), com o objetivo de verificar, se a decisão institucional da PRF pela aquisição da Glock 17 se sustenta a partir dos critérios adotados neste trabalho. Para isso, foram consultados especialistas que identificaram dezenove modelos de pistolas, com as características supracitadas, como alternativas, juntamente com quatro critérios de avaliação para sua ordenação. O Método MPSI foi aplicado para determinar os pesos dos critérios desta pesquisa, enquanto o WISP foi empregado para ordenar as alternativas de armas previamente selecionadas. Os resultados obtidos após a modelagem daqueles métodos indicaram que as pistolas FN Five Seven, Glock 19 e Glock 17 foram as alternativas mais favoráveis para o cenário em tela, o resultado demonstra que a decisão da PRF foi coerente, uma vez que a Glock 17 permanece entre as alternativas mais bem avaliadas dentro do conjunto de critérios analisados. Vale salientar que o critério custo não foi considerado nesta análise, pois, detalhes específicos sobre esta temática podem ser difíceis de serem obtidos em função da natureza do objeto de estudo. No entanto, com os valores de aquisição das pistolas, é possível realizar uma nova modelagem.

Palavras-Chaves: *Polícia Rodoviária Federal, Armamento, Tomada de Decisão, MPSI, WISP.*

1. Introdução

A segurança pública brasileira enfrenta desafios crescentes relacionados ao avanço da criminalidade organizada, à circulação ilícita de armamentos e ao aumento da violência letal. Pesquisas internacionais indicam que o tipo de armamento utilizado por forças policiais influencia diretamente o desempenho operacional e os resultados de engajamentos em campo, com impactos diretos sobre precisão, controle de recuo, tempo de resposta e letalidade associada (Koper *et al.*, 2022). Nesse contexto, a necessidade de modernização e padronização do armamento individual torna-se elemento estratégico para o Estado e exige um processo decisório técnico, objetivo e baseado em evidências.

A PRF, enquanto órgão federal integrante do Sistema Único de Segurança Pública (SUSP) e subordinado ao Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP), desempenha papel essencial no enfrentamento de ilícitos transnacionais, tráfico de armas, contrabando e organizações criminosas interestaduais (Soares, 2024). A escolha adequada de pistolas semiautomáticas de uso institucional possui relevância direta para elevar o desempenho tático, aumentar a proteção dos agentes e fortalecer a capacidade operacional da Corporação.

Pistolas amplamente utilizadas no contexto policial internacional, como Glock 17, Glock 19, Glock 25 e FN Five Seven, apresentam diferentes características técnicas, capacidades balísticas e ergonomias que podem influenciar significativamente sua aplicabilidade e eficiência em campo (Walker, 2012).

Nesse cenário, a Pesquisa Operacional (PO), enquanto campo aplicado de ciências exatas para suporte à tomada de decisão, contribui de forma relevante para problemas complexos e estruturados, permitindo comparar alternativas, modelar variáveis simultâneas e reduzir subjetividades (Teixeira *et al.*, 2024).

A literatura clássica demonstra que técnicas analíticas estruturadas aumentam qualidade, consistência e racionalidade em processos decisórios que envolvem múltiplos critérios e múltiplos atributos relevantes ao problema (Saaty, 1980). Complementarmente, abordagens multicritério têm sido amplamente utilizadas em pesquisas científicas para auxiliar a priorização e seleção de alternativas em diversos setores, devido à sua capacidade de integrar parâmetros quantitativos e qualitativos em modelos decisórios formais (Tzeng; Huang, 2011).

Além disso, revisões de literatura indicam ampla aplicação de métodos multicritério em problemas reais, reforçando seu potencial de suporte para tomada de decisão aplicada em diferentes contextos institucionais (Behzadian *et al.*, 2012).

Dessa forma, este estudo tem como objetivo ordenar modelos de pistolas semiautomáticas a partir de critérios técnicos definidos, utilizando os métodos multicritério MPSI e WISP, de modo a subsidiar a tomada de decisão institucional da PRF no contexto de futuras seleções e processos de aquisição de armamento individual, para verificar se a decisão institucional da PRF pela aquisição da Glock 17 se sustenta a partir dos critérios adotados neste trabalho.

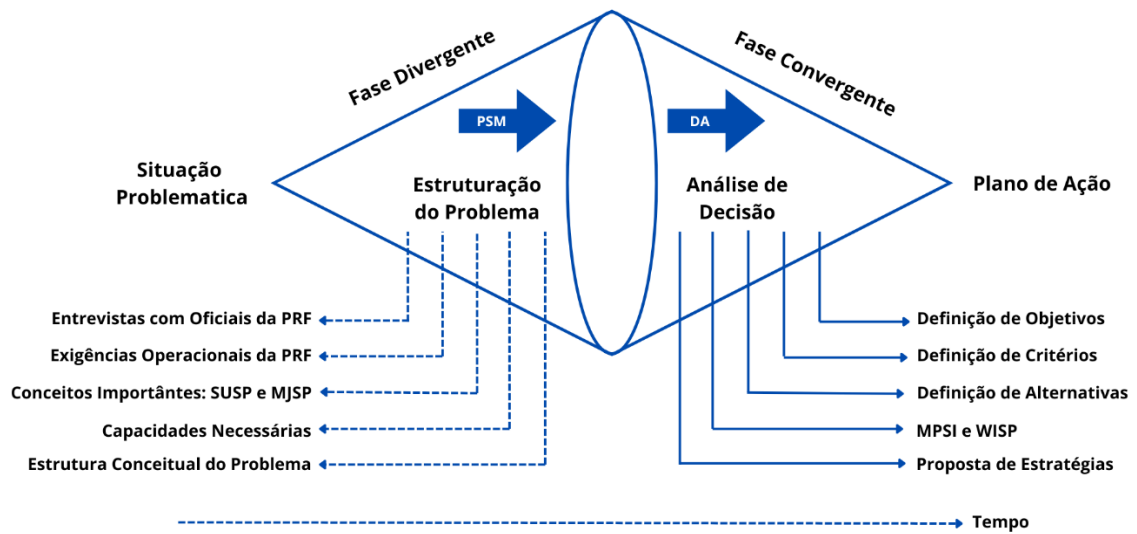
2. Descrição e Estruturação do Problema

A modernização e padronização do armamento individual constitui uma necessidade estratégica para a PRF, dado que a corporação opera em um ambiente cada vez mais complexo, exigindo respostas técnicas, eficientes e alinhadas ao seu planejamento institucional. A Estratégia PRF 2020–2028 ressalta que a tomada de decisão deve ser orientada por “informações e evidências”, incorporando critérios objetivos capazes de aumentar a racionalidade, a comparabilidade e a eficiência das escolhas organizacionais (Brasil, 2021, p. 39–40).

Nesse contexto, a seleção de pistolas semiautomáticas para uso oficial assume caráter estratégico, uma vez que o armamento individual impacta diretamente a capacidade operacional, a segurança dos agentes e a qualidade da resposta institucional em ações de policiamento ostensivo, enfrentamento ao crime organizado e operações táticas (Brasil, 2021). Assim, torna-se importante empregar métodos estruturados que permitam comparar diferentes modelos disponíveis no mercado com base em critérios mensuráveis, contribuindo para decisões mais coerentes com o planejamento estratégico da PRF.

Diante disso, este estudo aplica métodos multicritério (MPSI e WISP) para realizar a ordenação de dezenove modelos de pistolas, com o propósito de verificar a assertividade da escolha institucional pela Glock 17, avaliando se o modelo selecionado figura entre as alternativas mais consistentes à luz dos critérios adotados. Tal procedimento atende diretamente à diretriz institucional de fundamentar escolhas em avaliações comparativas, buscando elevar a eficiência e a coerência decisória no âmbito da gestão de recursos estratégicos.

Para a Estruturação mais detalhada do problema em tela, a Figura 1 mostra o processo de aplicação de métodos multicritério, com ênfase nos métodos MPSI e WISP, para apoiar a ordenação das semiautomáticas. A abordagem é estruturada em duas fases: a Fase Divergente e a Fase Convergente.

Figura 1 – Design Thinking para a Estruturação do Problema


Fonte: Autores (2025)

Na Fase Divergente, ocorre a Estruturação do Problema com o uso de Métodos de Estruturação de Problemas (PSM), cujo propósito é compreender a situação problemática de forma ampla e sistêmica. Essa etapa envolve a coleta de informações essenciais sobre o contexto institucional da PRF, permitindo consolidar os elementos que descrevem o desafio decisório.

A Estruturação do Problema inicia-se com a identificação da situação que demanda análise, a seleção das pistolas semiautomáticas mais adequadas às necessidades operacionais da PRF. Para isso, são integradas informações provenientes de entrevistas com oficiais da Instituição, que fornecem percepções técnicas e conhecimento especializado sobre o ambiente operacional.

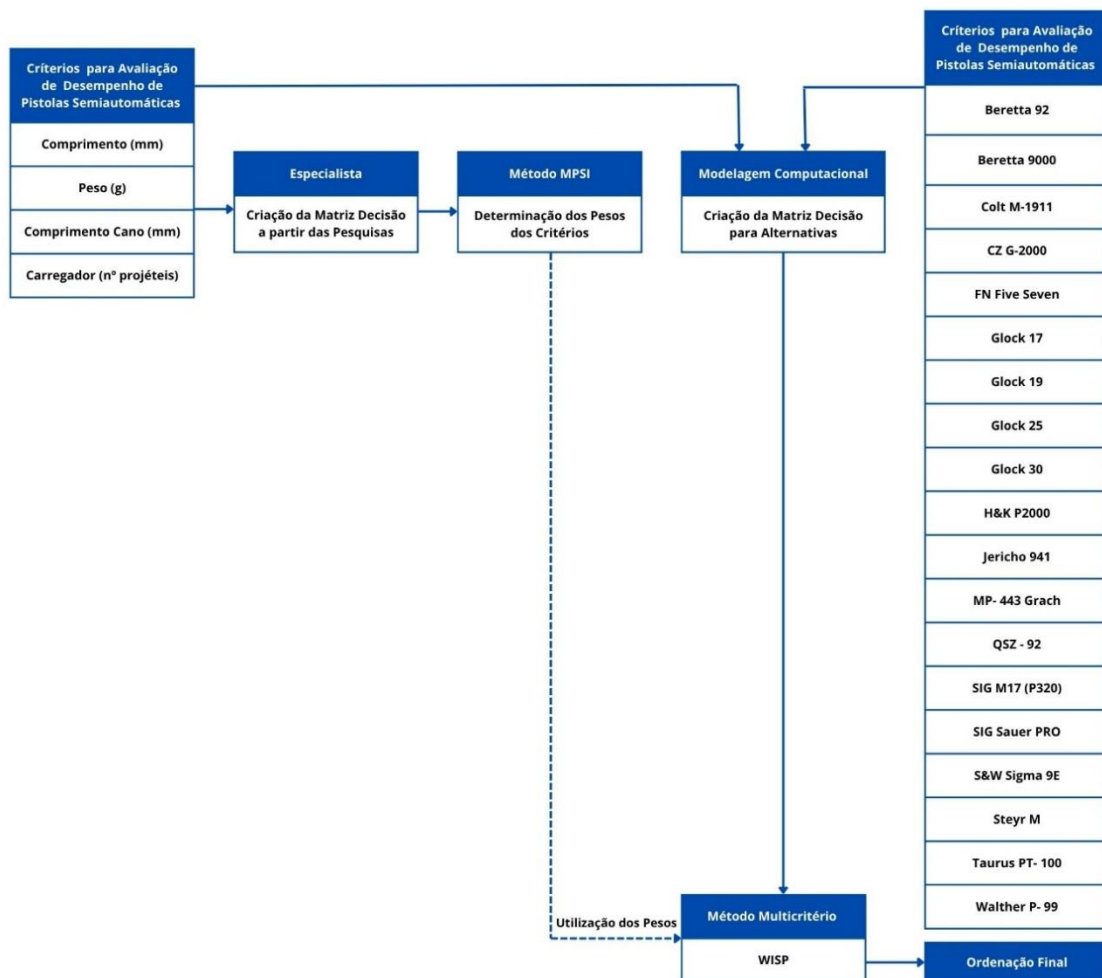
Além das entrevistas, são consideradas as exigências operacionais da PRF, os conceitos institucionais relacionados ao SUSP e ao MJSP, e as capacidades necessárias para enfrentamento qualificado ao crime organizado e às demandas de fiscalização e pronta resposta. Esses elementos permitem construir uma estrutura conceitual clara e organizada que orienta a modelagem subsequente.

A Fase Convergente corresponde à Análise de Decisão, na qual se iniciam as etapas quantitativas do processo. Nessa fase, definem-se os objetivos, os critérios de avaliação e as alternativas, representadas pelos diferentes modelos de pistolas analisados. Em seguida, aplicam-se os métodos multicritério: o MPSI, responsável pela atribuição dos pesos dos critérios, e o WISP, utilizado para ordenar as alternativas conforme seu desempenho.

Ao final, o processo convergente culmina na elaboração de um plano de ação composto por propostas estratégicas e recomendações baseadas nos resultados obtidos. A Figura 1 evidencia essa progressão temporal: inicia-se com uma compreensão qualitativa ampliada do problema, evolui para análises quantitativas estruturadas e, por fim, direciona a formulação de estratégias que podem subsidiar decisões futuras de aquisição e priorização de armamento pela PRF.

Por fim, foi elaborada a estrutura conceitual do problema, apresentada na Figura 2, que organiza o processo de seleção de pistolas semiautomáticas por meio de métodos multicritério, especificamente MPSI e WISP. O processo inicia com a definição dos critérios de avaliação, os quais são utilizados por especialistas para a criação da matriz de decisão. Em seguida, aplica-se o método MPSI, responsável por determinar os pesos de importância dos critérios estabelecidos.

Figura 2 – Estrutura Conceitual do Problema



Fonte: Autores (2025)

Paralelamente, uma modelagem computacional é utilizada para estruturar a matriz de desempenho das alternativas, composta pelos dezenove modelos de pistolas considerados neste estudo, tais como Beretta 92, Glock 17, SIG M17 (P320), FN Five Seven, entre outras. Com os pesos definidos e a matriz contendo o desempenho técnico das alternativas consolidada, aplica-se o método WISP, que realiza o ranqueamento final das pistolas conforme seu desempenho global, subsidiando o processo de tomada de decisão da PRF de forma objetiva e estruturada.

3. Referencial Teórico

Essa seção refere-se ao referencial teórico, elaborado a partir de pesquisa bibliográfica, apresentando estudos relacionados à estratégia de aquisição de armamento policial e aos métodos de decisão multicritério. Ademais, aborda também os fundamentos dos métodos multicritério MPSI e o WISP.

3.1. Estudos Relacionados

A seleção de equipamentos de uso tático, como armamentos e sistemas de apoio, é um desafio recorrente nas instituições de segurança e defesa, pois envolve múltiplos critérios técnicos, operacionais e estratégicos. O processo de escolha de uma pistola semiautomática adequada ao uso institucional da PRF demanda avaliação equilibrada entre desempenho balístico (Machado, 2020).

Nesse contexto, diferentes pesquisas recentes têm explorado metodologias de apoio à decisão aplicadas à seleção de equipamentos militares e de segurança, reforçando a relevância de abordagens quantitativas e estruturadas para esses cenários.

Pereira *et al.* (2024), propõem uma metodologia híbrida baseada nos métodos *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e (AHP-Gaussiano) para apoiar a seleção de mísseis anticarro, considerando variáveis de desempenho técnico, custo e adequação operacional. Os autores destacam que a combinação entre métodos clássicos e adaptações modernas permite melhor representação das preferências do decisor, além de maior sensibilidade às variações de peso entre critérios. Essa abordagem evidencia o potencial dos métodos multicritério na estruturação de processos decisórios complexos, semelhantes àqueles aplicados em processos de aquisição e modernização de armamentos pela PRF.

De modo convergente, o estudo de Carrassai e Mori (2022), apresenta a aplicação de técnicas multicritério na seleção de aeronaves militares, enfatizando o uso de métodos de apoio à decisão como ferramenta para priorização de alternativas segundo critérios técnicos e estratégicos. O trabalho demonstra como a modelagem multicritério contribui para a transparência e racionalidade dos processos de escolha em contextos institucionais, reforçando a aplicabilidade dessa abordagem em decisões de aquisição de armamentos, onde o equilíbrio entre desempenho e custo é essencial.

3.2. Estratégia de Aquisição de Armamento para a Polícia

A estratégia para aquisição de armamento em órgãos de segurança pública deve transcender o mero processo de compra, incorporando uma visão sistêmica que considera o ciclo de vida do equipamento, a conformidade operacional e a compatibilidade tecnológica. No caso brasileiro, estudos apontam que o setor de defesa e segurança enfrenta o desafio de equilibrar custos, eficácia e prontidão, ao decidir se utiliza sua força de compra apenas para adquirir ou também para desenvolver capacidades industriais domésticas (Squeff; Assis, 2015).

Uma estratégia de aquisição de armamento bem estruturada pressupõe a definição prévia de requisitos operacionais e técnicos mínimos, contemplando critérios como confiabilidade, desempenho balístico, ergonomia, facilidade de manutenção, disponibilidade de peças e adequação ao ambiente de uso (Serafini, 2025).

Além dos aspectos técnicos, a estratégia de aquisição deve considerar o ciclo de vida do armamento, incluindo custos de aquisição, treinamento, logística, manutenção e eventual substituição. A arma escolhida precisa ser compatível com a doutrina de emprego, com a infraestrutura existente e com a capacidade de capacitação continuada da corporação, de modo que o investimento se limite ao sistema de uso que o cerca (Savić; Mihajlović; Božović, 2023).

Nesse contexto, o uso de abordagens estruturadas de apoio à decisão, como métodos multicritério, contribui para tornar o processo mais transparente, rastreável e coerente com as prioridades institucionais. Ao ordenar alternativas de armamento a partir de um conjunto explícito de critérios, a organização consegue justificar tecnicamente suas escolhas, comparar cenários e, quando for o caso, avaliar se decisões previamente tomadas, como a adoção de determinado modelo de pistola, se mostram consistentes com as necessidades e diretrizes estratégicas da instituição (Dağistanli, 2025).

3.3. Métodos de Decisão Multicritério

Os Métodos de Apoio à Decisão Multicritério (MCDA), do inglês *Multicriteria Decision Analysis*, constituem um conjunto de técnicas estruturadas que permitem avaliar e ordenar alternativas com base em múltiplos critérios simultaneamente, de natureza qualitativa ou quantitativa, sendo particularmente eficazes em decisões complexas ou que envolvem objetivos conflitantes (Sahoo; Goswami, 2023).

Os métodos de votação de natureza ordinal, como Borda, Condorcet e Copeland, representam as raízes históricas da análise multicritério, uma vez que se destinam à agregação das preferências individuais em uma classificação coletiva. Embora concebidos no contexto da teoria das eleições, esses métodos antecipam princípios fundamentais da MCDA contemporânea, sobretudo a ideia de combinar múltiplos critérios (ou preferências) em uma única estrutura decisória (Diniz *et al.*, 2025).

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) destaca-se por incorporar, por meio de modelos e algoritmos específicos, elementos subjetivos inerentes ao processo decisório, permitindo que os decisores expressem suas preferências de forma clara e consistente. Ao longo das últimas décadas, essa linha de pesquisa consolidou dois grandes grupos metodológicos: os métodos compensatórios, associados à chamada Escola Americana, baseados em funções de agregação, e os métodos não compensatórios, característicos da Escola Europeia/Francesa, baseados no conceito de sobreclassificação (*outranking*) (Moreira *et al.*, 2020).

Os métodos multicritério podem ainda ser classificados segundo a existência ou não de *trade-offs* entre critérios e conforme a forma de elicitação das preferências. Métodos compensatórios, como AHP, *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) e *Weighted Aggregated Sum Product Assessment* (WASPAS), permitem que um bom desempenho em um critério compense deficiências em outro. Em contrapartida, métodos não compensatórios, como *Elimination and Choice Translating Reality for Enrichment Evaluation* (ELECTRE) e *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE), limitam ou impedem essa compensação, refletindo decisões mais restritivas (Belton; Stewart, 2012).

Outra distinção relevante refere-se ao modo como as preferências são obtidas: em abordagens explícitas, os decisores fornecem diretamente pesos, ordens de preferência ou

julgamentos; já em abordagens implícitas, essas preferências são inferidas a partir de comparações, dados observados ou comportamentos decisórios (Gomes; Gomes, 2019).

3.4. Método *Modified Preference Selection Index* (MPSI)

O Método MPSI se encaixa na problemática de ordenação/ ranking e pode ser ajustado para a problemática de escolha/seleção, é do tipo mono e multidecisor e com método de agregação compensatório, com entradas de dados do tipo cardinais (quantitativas) e gera pesos para os critérios na sua modelagem matemática.

A seguir são descritos os passos para aplicação deste método (Gligorićs *et al.*, 2022):

- Passo 1: Construir a matriz inicial de tomada de decisão, pela Equação 1.

$$(A/C) = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} A/C & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Onde:

$A_1, \dots, A_m$ – alternativas;

$C_1, \dots, C_n$ – critérios;

x_{ij} – representa a avaliação da alternativa i , de acordo com o critério j ;

m – representa a quantidade de alternativas; e

n – representa a quantidade de critérios.

- Passo 2: Construir a matriz de tomada de decisão normalizada.

Para critérios de benefício/lucro, pela Equação 2:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (2)$$

Para critérios de custo, pela Equação 3:

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

- Passo 3: Calcule o valor médio (v_j) das avaliações normalizadas do critério j , a partir da Equação 4.

$$v_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (4)$$

- Passo 4: Calcule o valor de variação de preferência p_j , pela Equação 5.

$$p_j = \sum_{i=1}^m (R_{ij} - v_j)^2 \quad (5)$$

- Passo 5: Os pesos dos critérios w_j são determinados através da Equação 6.

$$w_j = \frac{p_i}{\sum_{j=1}^N p_j} \quad (6)$$

3.5. Método *Simple Weighted Sum Product Method* (WISP)

O Método WISP é adequado para problemas de ordenação/ranking e pode ser adaptado para questões de escolha/seleção. Ele é classificado como monodecisor e utiliza um método de agregação compensatória, com dados de entrada do tipo cardinal (quantitativos). Na sua formulação matemática, não são atribuídos pesos aos critérios.

A seguir são descritos os passos para aplicação deste método (Stanujkić *et al.*, 2021):

- Passo 1: Construir a Matriz de Decisão, conforme a Equação 7.

$$D = [x_{ij}]_{(m \times n)} \quad (7)$$

- Passo 2: Processo de Normalização da Matriz de Decisão, a partir da Equação 8.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad (8)$$

- Passo 3: Determinar os Valores das Quatro Medidas de Utilidade, através das Equações 9 a 12.

$$u_i^{wsd} = \sum_{j \in \Omega_{Max}} r_{ij} w_i - \sum_{j \in \Omega_{Min}} r_{ij} w_i \quad (9)$$

$$u_i^{wpd} = \prod_{j \in \Omega_{Max}} r_{ij} w_i - \prod_{j \in \Omega_{Min}} r_{ij} w_i \quad (10)$$

$$u_i^{wsr} = \frac{\sum_{j \in \Omega_{Max}} r_{ij} w_i}{\sum_{j \in \Omega_{Min}} r_{ij} w_i} \quad (11)$$

$$u_i^{wpr} = \frac{\prod_{j \in \Omega_{Max}} r_{ij} w_i}{\prod_{j \in \Omega_{Min}} r_{ij} w_i} \quad (12)$$

Quando os critérios monotônicos de lucro são iguais a zero, desconsidera o somatório e produtório de $j \in \Omega_{Max}$.

Quando os critérios monotônicos de custo são iguais a zero, desconsidera o somatório e produtório de $j \in \Omega_{Min}$.

- Passo 4: Recalcular os Valores das Quatro Medidas de Utilidade, a partir das Equações 13 a 16.

$$\bar{u}_i^{wsd} = \frac{u_i^{wsd}}{(1 + u_{Max_i}^{wsd})} \quad (13)$$

$$\bar{u}_i^{wpd} = \frac{u_i^{wpd}}{(1 + u_{Max_i}^{wpd})} \quad (14)$$

$$\bar{u}_i^{wsr} = \frac{u_i^{wsr}}{(1 + u_{Max_i}^{wsr})} \quad (15)$$

$$\bar{u}_i^{wpr} = \frac{u_i^{wpr}}{(1 + u_{Max_i}^{wpr})} \quad (16)$$

- Passo 5: Calcular a Utilidade Global “ u_i ” de cada Alternativa, com a Equação 17.

$$u_i = \frac{1}{4} \times (\bar{u}_i^{wsd} + \bar{u}_i^{wpd} + \bar{u}_i^{wsr} + \bar{u}_i^{wpr}) \quad (17)$$

- Passo 6: Ordenação das alternativas, a alternativa com maior utilidade global é a mais preferida.

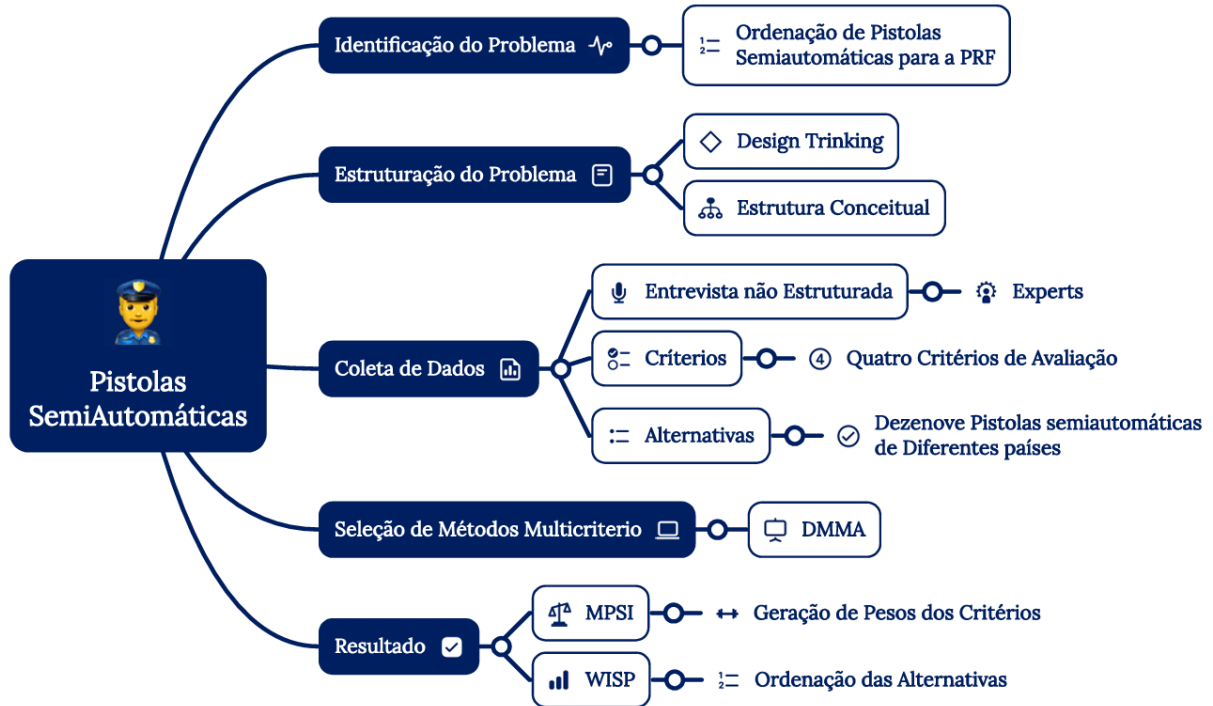
4. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma pesquisa que se caracteriza do tipo quantitativa, de caráter exploratório, que foi conduzida por meio de métodos multicritério, aplicados ao

contexto de ordenação de pistolas semiautomáticas. Os dados foram coletados a partir de pesquisa no site dos principais fabricantes de pistolas semiautomáticas para combate do mundo.

A organização da questão foi realizada com a ajuda das metodologias de Design Thinking e da Estrutura Conceitual, possibilitando uma visão visual, cooperativa e focada no usuário sobre os aspectos essenciais da escolha, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Esquema Metodológico da Pesquisa



Fonte: Autores (2025)

A Tabela 1 apresenta os critérios de decisão da pesquisa, sendo consideradas informações técnicas disponíveis sobre as pistolas semiautomáticas. Assim, foram estabelecidos os critérios de decisão utilizados na análise multicritério: Comprimento (mm), Peso (g), Comprimento do Cano (mm) e Capacidade do Carregador (nº de projéteis).

O critério Peso foi classificado como critério de custo (monotônico de minimização), de modo que valores menores indicam melhor desempenho. Os demais critérios foram definidos como critérios de benefício (monotônicos de maximização), isto é, quanto maiores seus valores, melhor a alternativa.

Tabela 1 – Critérios do Problema

Critério	Descrição
Comprimento (mm)	Refere-se ao comprimento total da pistola, medido de ponta a ponta. Influencia a ergonomia, o porte velado, a facilidade de saque e o controle do recuo.
Peso (g)	Peso total da arma descarregada.
Comprimento do Cano (mm)	Medida do comprimento do cano, variável diretamente associada à precisão, estabilidade do disparo e desempenho balístico do projétil.
Carregador (nº de projéteis)	Capacidade máxima do carregador.

Fonte: Autores (2025)

Em seguida, foram selecionadas dezenove pistolas analisadas que compõem o conjunto de alternativas consideradas nesta pesquisa, ilustradas na Tabela 2. Essa seleção foi realizada com base nos dados encontrados em Military Power (2025), a escolha dessas armas foi realizada empregadas em contextos operacionais reais e presentes em compilações técnicas comparativas disponíveis em bases públicas de especificações armamentistas.

Tabela 2 – Alternativas do Problema

Pistolas Semiautomáticas			
Beretta 92	Beretta 9000	Colt M-1911	CZ G-2000
FN Five Seven	Glock 17	Glock 19	Glock 25
Glock 30	H&K P2000	Jericho 941	MP- 443 Grach
QSZ – 92	SIG M17 (P320)	SIG Sauer PRO	S&W Sigma 9E
Steyr M	Taurus PT- 100	Walther P- 99	

Fonte: Autores (2025)

Para realizar a seleção do Métodos de Tomada de Decisão Multicritério aplicados neste estudo, considerou-se a natureza do problema ser de ordenação, caracterizado por possuir entradas cardinais, ser do tipo monodecisor e adotar uma abordagem compensatória, como apresenta a Figura 4. Dessa forma, optou-se por utilizar utilizou-se o Framework *Decision-Making Methods Assistant* (DMMA) (Diniz *et al.*, 2024).

Figura 4 – Seleção do Método de Análise de Decisão Multicritério a partir do DMMA

QUESTIONÁRIO PARA ESCOLHA DO(S) MÉTODO(S) DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO	
OS CRITÉRIOS DO PROBLEMA SÃO IGUALMENTE IMPORTANTES ?	Não
SABE ATRIBUIR OS PESOS DOS CRITÉRIOS DO PROBLEMA ?	Não
QUAL O TIPO DE DADOS DE ENTRADA DOS CRITÉRIOS DO PROBLEMA ?	Dados Quantitativos
A DECISÃO SERÁ REALIZADA POR QUANTOS DECISORES ?	Um Decisor
PREFERE QUE TODOS OS CRITÉRIOS SEJAM BONS EM TODOS OS ASPECTOS OU UM CRITÉRIO FORTE PODE COMPENSAR UM CRITÉRIO FRACO?	Não (Pode Compensar)
O MÉTODO SUGERIDO PARA A GERAÇÃO DE PESOS É:	MPSI
QUAL O TIPO DE DADOS DE ENTRADA DAS ALTERNATIVAS DO PROBLEMA ?	Dados Quantitativos
A DECISÃO SERÁ REALIZADA POR QUANTOS DECISORES ?	Um Decisor
O MÉTODO SUGERIDO PARA O TIPO DA PROBLEMÁTICA DEFINIDA É:	WISP

O(S) MÉTODO(S) INDICADO(S) SÃO:	
MPSI	WISP

Fonte: Autores (2025)

Após a aplicação foram indicados os métodos MPSI e WISP. O método MPSI foi empregado para a obtenção dos pesos de importância dos critérios definidos, enquanto o método WISP foi utilizado para realizar o ranqueamento final das alternativas avaliadas. A utilização conjunta desses métodos permite obter, de forma consistente e estruturada, a ordenação das alternativas conforme o desempenho relativo de cada pistola analisada frente aos critérios estabelecidos.

5. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta as análises realizadas para comparar e interpretar os resultados obtidos pela aplicação dos métodos multicritério ao problema de seleção de pistolas semiautomáticas para a PRF. As análises foram estruturadas de forma a evidenciar o comportamento das alternativas diante dos critérios definidos e a verificar a coerência da escolha institucional à luz dos dados modelados.

5.1. Modelagem do Problema no Método MPSI

Inicialmente, foi elaborada a matriz de decisão contendo os valores dos critérios definidos para cada uma das alternativas selecionadas. O método MPSI. Conforme apresentado na Tabela 3, a qual podemos observar os critérios que o tomador de decisão comparou em pares utilizando o método. Seguidamente os critérios foram preenchidos na matriz de decisão, esses critérios são: Comprimento (mm), Peso (g), Comprimento do Cano (mm) e Carregador (nº de projéteis).

Posteriormente, as alternativas que são: Beretta 92, Beretta 9000, Colt M-1911, CZ G-2000, FN Five Seven, Glock 17, Glock 19, Glock 25, Glock 30, H&K P2000, Jericho 941, MP – 443 Grach, QSZ – 92, SIG M17 (P320), SIG Sauer PRO, S&W Sigma 9E, Steyr M, Taurus PT- 100 e Walther P- 99.

Tabela 3 – Matriz de Decisão das Pistolas

Pistola	Origem	Comprimento	Peso	Comprimento Cano	Carregador
Beretta 92	Itália	217	950	125	15
Beretta 9000	Itália	168	780	88	12
Colt M-1911	EUA	216	1130	127	8
CZ G-2000	República Tcheca	185	780	102	19
FN Five Seven	Bélgica	208	618	122	20
Glock 17	Áustria	204	710	114	17
Glock 19	Áustria	187	670	102	17
Glock 25	Áustria	187	640	102	15
Glock 30	Áustria	175	745	96	13
H&K P2000	Alemanha	178	620	92	13
Jericho 941	Israel	210	1092	115	15
MP- 443 Grach	Rússia	198	950	112	17
QSZ - 92	China	190	760	107	15
SIG M17 (P320)	Suíça	203	830	119	21
SIG Sauer PRO	Suíça	187	760	99	15
S&W Sigma 9E	EUA	184	690	114	16
Steyr M	Áustria	180	780	102	15
Taurus PT- 100	Brasil	216	960	127	12
Walther P- 99	Alemanha	180	720	102	16

Fonte: Autores (2025)

Em seguida, procedeu-se à normalização dos dados conforme o direcionamento matemático requerido pelo método empregado, foram feitas a partir da base das Equações (2) e (3). Conforme visualizado na Tabela 4.

Tabela 4 – Matriz de Decisão Normalizada das Pistolas

Alternativas/Critérios	MAX Comprimento	MIN Peso	MAX Comprimento Cano	MAX Carregador
Beretta 92	1,0000	0,6505	0,9843	0,7143
Beretta 9000	0,7742	0,7923	0,6929	0,5714
Colt M-1911	0,9954	0,5469	1,0000	0,3810
CZ G-2000	0,8525	0,7923	0,8031	0,9048
FN Five Seven	0,9585	1,0000	0,9606	0,9524
Glock 17	0,9401	0,8704	0,8976	0,8095
Glock 19	0,8618	0,9224	0,8031	0,8095
Glock 25	0,8618	0,9656	0,8031	0,7143
Glock 30	0,8065	0,8295	0,7559	0,6190
H&K P2000	0,8203	0,9968	0,7244	0,6190
Jericho 941	0,9677	0,5659	0,9055	0,7143
MP- 443 Grach	0,9124	0,6505	0,8819	0,8095
QSZ - 92	0,8756	0,8132	0,8425	0,7143
SIG M17 (P320)	0,9355	0,7446	0,9370	1,0000
SIG Sauer PRO	0,8618	0,8132	0,7795	0,7143
S&W Sigma 9E	0,8479	0,8957	0,8976	0,7619
Steyr M	0,8295	0,7923	0,8031	0,7143
Taurus PT- 100	0,9954	0,6438	1,0000	0,5714
Walther P- 99	0,8295	0,8583	0,8031	0,7619

Fonte: Autores (2025)

A Tabela 5 apresenta o cálculo da média das avaliações normalizadas dos critérios conforme a Equação (4) que foi realizado a partir da matriz de decisão normalizada. Logo após, foi obtido o resultado final do (v). Com isso, o passo seguinte conforme estabelecido na Equação (5) foi a determinação do valor da variação de preferência (p). Por fim, concluindo a implementação do método, a Equação (6) foi utilizada para calcular o peso dos critérios (w) e gerar uma porcentagem final.

Tabela 5 – Matriz das Variáveis Calculadas das Pistolas

Variáveis/Critérios	Comprimento	Peso	Comprimento Cano	Carregador
v_j	0,8909	0,7971	0,8566	0,7293
p_{ij}	0,0885	0,3309	0,1559	0,3721
w_{ij}	0,0934	0,3493	0,1646	0,3928
w_{ij} (%)	9,34%	34,93%	16,46%	39,28%

Fonte: Autores (2025)

Conforme o resultado alcançado pelo método MPSI, o critério de maior relevância com o maior peso foi o critério Carregador (nº de projéteis) com 39,28%, seguido pelo critério Peso (g) com 34,95%, depois o critério de Comprimento do Cano (mm) com 16,46% e por fim, o critério Comprimento (mm) com 9,34%.

5.2. Modelagem do Problema no Método WISP

Após a determinação dos pesos, aplicou-se o método WISP para o cálculo da pontuação global e a subsequente ordenação das alternativas para gerar o ranking das pistolas semiautomáticas. Desse modo, para a matriz de decisão normalizada, foi utilizado os critérios e alternativas conforme ilustrado na Matriz de decisão da Tabela 3 e os pesos conforme ilustrado na Tabela 5 a normalização dessa matriz foi realizada de acordo com os princípios do método WISP, o que resultou na matriz normalizada (Equação (8)) apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Matriz de Decisão Normalizada e Pesos Atribuídos

Alternativas/Critérios e Pesos	MAX	MIN	MAX	MAX
	Comprimento	Peso	Comprimento Cano	Carregador
	0,0934	0,3493	0,1646	0,3928
Beretta 92	1,0000	0,8407	0,9843	0,7143
Beretta 9000	0,7742	0,6903	0,6929	0,5714
Colt M-1911	0,9954	1,0000	1,0000	0,3810
CZ G-2000	0,8525	0,6903	0,8031	0,9048
FN Five Seven	0,9585	0,5469	0,9606	0,9524
Glock 17	0,9401	0,6283	0,8976	0,8095
Glock 19	0,8618	0,5929	0,8031	0,8095
Glock 25	0,8618	0,5664	0,8031	0,7143
Glock 30	0,8065	0,6593	0,7559	0,6190
H&K P2000	0,8203	0,5487	0,7244	0,6190
Jericho 941	0,9677	0,9664	0,9055	0,7143
MP- 443 Grach	0,9124	0,8407	0,8819	0,8095
QSZ - 92	0,8756	0,6726	0,8425	0,7143
SIG M17 (P320)	0,9355	0,7345	0,9370	1,0000
SIG Sauer PRO	0,8618	0,6726	0,7795	0,7143
S&W Sigma 9E	0,8479	0,6106	0,8976	0,7619
Steyr M	0,8295	0,6903	0,8031	0,7143
Taurus PT- 100	0,9954	0,8496	1,0000	0,5714
Walther P- 99	0,8295	0,6372	0,8031	0,7619

Fonte: Autores (2025)

Levando em conta a matriz de decisão que foi escolhida para os critérios, alternativas e os pesos. Foi realizada a primeira análise sendo feito o cálculo das quatro medidas de utilidade o qual é mostrada na Tabela 7, onde podemos observar os valores obtidos de u_i^{wsd} , u_i^{wpd} , u_i^{wsr} e u_i^{wpr} (Equações (9) a (12)) Dessa forma, pode ser observado o resultado dos critérios que foram definidos com base na maximização e minimização dos seus valores em relação as alternativas.

Tabela 7 – Cálculo das Quatro Medidas de Utilidade

Alternativas/Variáveis	u_i^{wsd}	u_i^{wpd}	u_i^{wsr}	u_i^{wpr}
Beretta 92	0,2423	-0,2894	1,825	0,0145
Beretta 9000	0,1697	-0,2392	1,704	0,0077
Colt M-1911	0,0579	-0,3470	1,166	0,0066
CZ G-2000	0,3261	-0,2373	2,353	0,0155
FN Five Seven	0,4307	-0,1857	3,255	0,0277
Glock 17	0,3341	-0,2153	2,522	0,0188
Glock 19	0,3235	-0,2037	2,562	0,0163
Glock 25	0,2954	-0,1948	2,493	0,0151
Glock 30	0,2126	-0,2280	1,923	0,0099
H&K P2000	0,2474	-0,1894	2,291	0,0116
Jericho 941	0,1825	-0,3337	1,541	0,0112
MP- 443 Grach	0,2547	-0,2897	1,867	0,0134
QSZ - 92	0,2661	-0,2317	2,133	0,0135
SIG M17 (P320)	0,3778	-0,2512	2,473	0,0206
SIG Sauer PRO	0,2544	-0,2320	2,083	0,0123
S&W Sigma 9E	0,3129	-0,2098	2,467	0,0164
Steyr M	0,2491	-0,2382	2,033	0,0119
Taurus PT- 100	0,1853	-0,2933	1,624	0,0116
Walther P- 99	0,2864	-0,2195	2,287	0,0138

Fonte: Autores (2025)

Em seguida, na Tabela 8 foi realizado o recálculo das quatro medidas de utilidade, obtendo novos valores resultantes de $\bar{u}_i^{wsd}$, $\bar{u}_i^{wpd}$, $\bar{u}_i^{wsr}$ e $\bar{u}_i^{wpr}$ (Equações (13) a (16)). Este procedimento assegura que as métricas de atualização sejam modificadas com base nos valores previamente obtidos. É notável que certos parâmetros apresentem resultados superiores a outros, o que indica uma projeção do resultado final.

Tabela 8 – Recalculo das Quatro Medidas de Utilidade

Alternativas/Variáveis	$\bar{u}_i^{wsd}$	$\bar{u}_i^{wpd}$	$\bar{u}_i^{wsr}$	$\bar{u}_i^{wpr}$
Beretta 92	0,1694	-0,3554	0,4290	0,0141
Beretta 9000	0,1186	-0,2938	0,4005	0,0075
Colt M-1911	0,0405	-0,4261	0,2740	0,0064
CZ G-2000	0,2279	-0,2915	0,5529	0,0151
FN Five Seven	0,3010	-0,2281	0,7650	0,0270
Glock 17	0,2335	-0,2644	0,5928	0,0183
Glock 19	0,2261	-0,2502	0,6022	0,0159
Glock 25	0,2065	-0,2393	0,5860	0,0147
Glock 30	0,1486	-0,2800	0,4520	0,0096
H&K P2000	0,1729	-0,2326	0,5384	0,0113
Jericho 941	0,1275	-0,4098	0,3621	0,0109
MP- 443 Grach	0,1780	-0,3558	0,4389	0,0130
QSZ - 92	0,1860	-0,2846	0,5013	0,0132
SIG M17 (P320)	0,2641	-0,3085	0,5812	0,0201
SIG Sauer PRO	0,1778	-0,2849	0,4896	0,0120
S&W Sigma 9E	0,2187	-0,2576	0,5799	0,0160
Steyr M	0,1741	-0,2925	0,4779	0,0116
Taurus PT- 100	0,1295	-0,3602	0,3818	0,0113
Walther P- 99	0,2002	-0,2695	0,5375	0,0134

Fonte: Autores (2025)

Por fim, foi gerado um ranking como ilustra a Tabela 9, em que é utilizado o cálculo do critério de utilidade global, a partir da Equação (17), para determinar uma medida consolidada de utilidade para uma das opções. Dito isto, o resultado final das aplicações mostra que entre as opções e critérios apresentados, o FN Five Seven obteve o maior valor, com um índice de utilidade de 0,2162. O segundo colocado foi o a Glock 19, que recebeu uma pontuação de 0,1485, enquanto o terceiro foi a Glock 17, com uma utilidade de 0,1450. E a alternativa desfavorável no estudo em tela foi a Colt M-1911 com utilidade de -0,0263.

Tabela 9 – Ranking do Cálculo da Utilidade Global

Alternativas/Variáveis	u_i	Ranking
Beretta 92	0,0643	15
Beretta 9000	0,0582	16
Colt M-1911	-0,0263	19
CZ G-2000	0,1261	7
FN Five Seven	0,2162	1
Glock 17	0,1450	3
Glock 19	0,1485	2
Glock 25	0,1420	4
Glock 30	0,0826	13
H&K P2000	0,1225	8
Jericho 941	0,0227	18
MP- 443 Grach	0,0686	14
QSZ - 92	0,1040	10
SIG M17 (P320)	0,1392	6
SIG Sauer PRO	0,0986	11
S&W Sigma 9E	0,1392	5
Steyr M	0,0928	12
Taurus PT- 100	0,0406	17
Walther P- 99	0,1204	9

Fonte: Autores (2025)

6. Considerações Finais

O presente estudo teve como finalidade ordenar modelos de pistolas semiautomáticas com base nos métodos multicritério MPSI e WISP, visando avaliar se a decisão institucional da PRF pela adoção da Glock 17 se mantém consistente à luz dos critérios e alternativas definidas e analisadas. Os resultados obtidos indicaram que a FN Five Seven, a Glock 19 e a Glock 17 foram as alternativas mais favoráveis, revelando que a decisão institucional da PRF foi acertada, uma vez que a Glock 17 permanece entre as opções de melhor desempenho global dentro do conjunto de critérios analisados.

A análise dos pesos atribuídos pelo método MPSI mostrou que os critérios Carregador (39,28%) e Peso (34,93%) foram os mais influentes no processo decisório, seguidos pelo

Comprimento do Cano (16,46%) e pelo Comprimento (9,34%). Essa distribuição evidencia que a capacidade operacional associada à autonomia de disparos e ao manuseio da arma exerce papel central na priorização das alternativas, alinhando-se às exigências operacionais de policiamento ostensivo, pronta resposta e enfrentamento ao crime organizado.

Com base no cálculo da utilidade global obtido pelo método WISP, a FN Five Seven apresentou o melhor desempenho entre todas as alternativas avaliadas, alcançando o maior valor de utilidade (0,2162) e destacando-se pela combinação de baixo peso, elevada capacidade de carregador e bom desempenho estrutural. Na sequência, a Glock 19 ocupou a segunda posição (0,1485), demonstrando comportamento técnico equilibrado em todos os critérios analisados.

Já a Glock 17, atualmente adotada pela PRF, situou-se em terceiro lugar (0,1450), resultado que indica que, embora não seja a alternativa de melhor desempenho absoluto, permanece entre as opções tecnicamente mais adequadas segundo os critérios quantitativos definidos. No extremo oposto do ranking, a Colt M-1911 apresentou o menor valor de utilidade (-0,0263), sobretudo devido ao elevado peso e à limitada capacidade de carregador, critérios que receberam grande relevância conforme os pesos determinados pelo método MPSI, impactando diretamente sua posição final no WISP.

A aplicação conjunta dos métodos MPSI e WISP demonstrou-se eficaz para tornar o processo decisório mais transparente e estruturado. A abordagem multicritério adotada permitiu identificar as alternativas mais promissoras e também evidenciou o impacto relativo de cada critério no desempenho das pistolas, contribuindo para decisões futuras de padronização, reaparelhamento e modernização do armamento individual da PRF.

Espera-se que este estudo sirva de subsídio para decisões estratégicas relacionadas à aquisição de armamento institucional, bem como fomenta novas investigações que explorem critérios adicionais, análise de sensibilidade e a aplicação de outros métodos multicritério. A adoção de ferramentas formais de apoio à decisão é fundamental para fortalecer a eficiência, a legitimidade e a capacidade operacional da PRF nos próximos ciclos de aquisições.



REFERÊNCIAS

- BEHZADIAN, Majid et al. A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. **Expert Systems with applications**, v. 39, n. 17, p. 13051-13069, 2012.
- BELTON, Valerie; STEWART, Theodor. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Springer Science & Business Media, 2012.
- BRASIL. Polícia Rodoviária Federal. **Estratégia PRF 2020–2028**. Brasília: Polícia Rodoviária Federal, 2021. Disponível em: <https://dspace.mj.gov.br/handle/1/10535>. Acesso em: 22 nov. 2025.
- CARRASSAI, Ronnie Giussani; MORI, Renata Belluzzo Zirondi. ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA A SELEÇÃO DE UM NOVO FUZIL PARA A FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **Revista Defesa e Segurança**, v. 7, n. 1, 2022.
- DAĞISTANLI, Hakan Ayhan. Weapon system selection for capability-based defense planning using Lanchester models integrated with fuzzy MCDM in computer assisted military experiment. **Knowledge and Decision Systems with Applications**, v. 1, p. 11-23, 2025.
- DINIZ, Bruno Pereira et al. **Framework Decision-Making Methods Assistant (DMMA) em VBA (v.1)**. 2024.
- DINIZ, Bruno Pereira et al. Marinha do Brasil em Defesa da Amazônia Azul: Uma Análise de Sensibilidade Multicriterial na Avaliação Comparativa de Porta-Aviões Convencionais e Nucleares. In: BOOK OF ABSTRACTS OF THE LVII BRAZILIAN SYMPOSIUM ON OPERATIONS RESEARCH, 2025, Gramado. **Anais eletrônicos...**, Galoá, 2025.
- GLIGORIĆ, Miloš et al. Novel hybrid MPSI–MARA decision-making model for support system selection in an underground mine. **Systems**, v. 10, n. 6, p. 248, 2022.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, Carlos Francisco Simões. Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério. **São Paulo: Atlas**, 2019.
- KOPER, Christopher S. et al. Do license plate readers enhance the initial and residual deterrent effects of police patrol? A quasi-randomized test. **Journal of experimental criminology**, v. 18, n. 4, p. 725-746, 2022.
- MACHADO, Emilia Teixeira de Paula. **Aquisição e desenvolvimento de tecnologias, produtos ou sistemas de defesa: instrumento para capacitação operacional de combate e industrial e tecnológica específicas para a defesa**. 2020. Dissertação (Mestrado em Segurança Internacional e Defesa) – Escola Superior de Guerra, Brasília, 2020.
- MILITARY POWER. **Fuzil – pistolas**. Disponível em: <http://www.militarypower.com.br/frame4-fuzil.htm#pistolas>. Acesso em: 22 nov. 2025.
- MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis et al. PROMETHEE-SAPEVO-M1 a hybrid modeling proposal: multicriteria evaluation of drones for use in naval warfare. In: **International Joint conference on Industrial Engineering and Operations Management**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 381-393.
- PEREIRA, Daniel Augusto de Moura et al. Metodologia de Seleção de Mísseis Anticarro: uma abordagem a partir dos Métodos de Decisão Multicritério AHP e AHP-Gaussiano. **Anais do XIX Congresso Acadêmico sobre Defesa Nacional (CADN)**, Escola Naval, Rio de Janeiro, 2024.
- SAATY, Thomas L.; WIND, Yoram. Marketing applications of the analytic hierarchy process. **Management science**, v. 26, n. 7, p. 641-658, 1980.
- SAHOO, Sushil Kumar; GOSWAMI, Shankha Shubhra. A comprehensive review of multiple criteria decision-making (MCDM) methods: advancements, applications, and future directions. **Decision Making Advances**, v. 1, n. 1, p. 25-48, 2023.



SAVIĆ, Aleksandar O.; MIHAJLOVIĆ, Milan M.; BOŽOVIĆ, Ivan D. Macroeconomic aspects of comprehensive costs of assets as a prerequisite for equipping the defense system with weapons and military equipment. **Vojnotehnicki glasnik/Military Technical Courier**, v. 71, n. 3, p. 797-815, 2023.

SERAFINI, Agnese. **Project Management Methodologies Applied to a Pressurized Lunar Rover**. 2025. Tese de Doutorado. Politecnico di Torino.

SQUEFF, Flávia de Holanda Schmidt; ASSIS, Lucas Rocha Soares de. The defense industry in Brazil: characteristics and involvement of supplier firms. 2015.

STANUJKIĆ, Dragiša et al. Comparative analysis of the simple WISP and some prominent MCDM methods: A Python approach. **Axioms**, v. 10, n. 4, p. 347, 2021.

SOARES, Rodrigo de Melo Rosado. **A Polícia Rodoviária Federal e o combate ao narcotráfico: estratégia, resultados e desafios**. 2024.

TEIXEIRA, Luiz Frederico Horácio de Souza et al. **O aparelhamento, reaparelhamento e a manutenção dos meios navais: A importância da pesquisa operacional nos processos de obtenção da Marinha do Brasil**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Guerra Naval (EGN).

TZENG, Gwo-Hshiung; HUANG, Jih-Jeng. **Multiple attribute decision making: methods and applications**. CRC press, 2011.

WALKER, Robert E. **Cartridges and firearm identification**. CRC Press, 2012.