



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE OPERAÇÕES E
LOGÍSTICA

CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE SYLVIO DE CAMARGO - CIASC
CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS DA MARINHA DO BRASIL

CT (QC-FN) CLAUDIO DE CARVALHO SANTOS FILHO

UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DO CALIBRE IDEAL DE
PISTOLA PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS EM SITUAÇÕES DE GLO

Rio de Janeiro, RJ

2019

CT (QC-FN) CLAUDIO DE CARVALHO SANTOS FILHO

**UMA ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DO CALIBRE IDEAL DE
PISTOLA PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS EM SITUAÇÕES DE GLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários à obtenção do certificado de Especialista em Gestão de Operações e Logística pela Universidade Federal do Rio Grande em cooperação com o Centro de Instrução Almirante Sylvio de Camargo, Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil.

Orientador:

Prof. Dr. Marcos dos Santos

1 RESUMO

O objetivo desse artigo é fundamentar a escolha ou propor uma alteração no calibre das pistolas adotadas pelo Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) para o uso em ambiente urbano, apresentando as opções de maneira hierarquizada dentre as opções de ferramentas do Apoio Multicritério à Decisão (AMD), será utilizado o método AHP. Os critérios serão elencados e os seus respectivos pesos serão atribuídos levando em consideração tabelas de fabricantes e entrevistas realizadas com Oficiais do CFN. A utilização do método AHP na escolha do calibre ideal apresenta-se como uma forma clara e com viés científico para que a sociedade brasileira tenha a percepção de que foi feita a melhor opção dentre os calibres ofertados pelo mercado. A fim de gerar maior subsídio e confiabilidade no trabalho, será utilizado o método THOR e ao fim uma comparação entre os resultados.

Palavras-chave: Apoio Multicritério à Decisão (AMD); *Analytic Hierarchy Process* (AHP); pistola; calibre; CFN; THOR.

Tópicos: ADM – Apoio à Decisão Multicritério

2 ABSTRACT

This paper aims is to support the choice or propose a change in the caliber of the pistols adopted by the Brazilian Marine Corps (CFN) for use in urban environment, presenting the options in a hierarchical way among the tools of Multicriteria Decision Aiding (MCDA), the AHP method will be used. The criteria will be listed and their respective weights will be assigned taking into account manufacturers' tables and interviews conducted with CFN Officers. The use of the AHP method in the choice of the ideal caliber presents itself as a clear and scientific way so that the Brazilian society has the perception that it was made the best option among the caliber offered by the market. In order to generate greater subsidy and reliability at work, the THOR method will be used and in the end a comparison between the results.

Key words: Multicriteria Decision Aiding (MCDA); *Analytic Hierarchy Process* (AHP); gun; caliber; CFN; THOR.

Paper Topics: AMD- Multicriteria Decision Support

3 INTRODUÇÃO

No mundo militar é de fundamental importância manter várias tradições e costumes vivos e repassar para os mais modernos, porém várias características que são passadas adiante são e devem ser questionadas. O mundo tem mudado constantemente e o que é o melhor para determinado cenário, pode não ser o melhor quando se muda as variáveis envolvidas.

Nas Forças Armadas o uso de armas de porte é comum para o serviço diário, segurança de localidade e como segunda arma num combate real. O início de seu uso é histórico e desde a primeira guerra mundial foi utilizada pelos combatentes entrincheirados. Na segunda guerra mundial houve inovações e a confirmação da superioridade em comparação aos revólveres que foram utilizados por alguns exércitos durante a primeira grande guerra. Maior capacidade de munições, facilidade no recarregamento e maior precisão são os atributos que chamaram a atenção para seu uso.

A munição 9x19mm Parabellum, conhecida como 9mm, foi desenvolvida no início do sec. XX pelo Georg Luger, e adotada pelos EUA como munição padrão para suas pistolas logo em seguida. Como esforço de guerra e forma de aparelhar as tropas brasileiras para a primeira guerra mundial, nossas tropas adotaram as pistolas nesse calibre, e até hoje utilizam como padrão.

Este trabalho busca colocar em questão o uso de armamentos mais adequados para as missões que as tropas são empregadas através de 6 passos: (1) Análise das características balísticas das 3 munições mais utilizadas. (2) Definição da ferramenta de modelagem matemática a ser utilizada. (3) Entrevista com oficiais de Marinha com experiência em GLO. (4) Estruturação do problema na forma de mapa mental a partir dos conceitos estabelecidos pelos especialistas. (5) Definição dos critérios finais de escolha da munição. (6) Aplicação do modelo adotado.

Foi utilizado o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) o interesse de identificar os critérios relevantes (BRIOZO & MUSETTI, 2015), buscando elucidar estas informações dos agentes decisores.

O método AHP (SAATY & VARGAS, 1991) por sua característica hierárquica se da muito bem na cultura militar, sendo este comum na solução de problemas de engenharia, e em problemática militar, tal fato justifica a adoção do método (HO, 2008) (ISHIZAKA & LABIB, 2011)(KLUCZECK & GLADYSZ, 2015)(SUBRAMANIAN, & RAMANATHAN, 2012).

O THOR é um sistema de informação que pode ser utilizado em qualquer processo decisório a fim de auxiliar na tomada de decisão, desde que haja pelo menos 2 alternativas para a solução. O método sistema trabalha baseado em elementos discretos, sendo eles: alternativas, critérios e decisores. Um processo de tomada de decisão é por definição uma eleição por parte dos decisores, sejam eles um grupo ou um individuo, da melhor alternativa dentre as apresentadas. Esse sistema se utiliza de algoritmos para oferecer a partir das entradas dos decisores uma classificação das alternativas através de embasamento técnico-científico. (GOMES, 2008)

O THOR é baseado em três algoritmos para uso simultâneo: Modelagem de Preferência, Teoria da Utilidade e Teoria de Multiatributo. O uso conjunto destas teorias proporciona que a atratividade de uma alternativa seja quantificada, através da criação de uma função agregação não-transitiva. O uso do THOR permite uma análise mais rápida e eficiente das alternativas, considerando o não determinismo do processo de atribuição de pesos e quantificar o não determinismo reaplicando-o no processo de ordenação das alternativas. (GOMES, 1999)

Este artigo é composto de uma Introdução, seguido da Descrição e Modelagem do Problema, logo após os resultados são apresentados e discutidos, e ao final as Considerações Finais.

4 PESQUISA OPERACIONAL HARD E SOFT

A Pesquisa Operacional (PO) é uma área da Engenharia de Produção que proporciona aos profissionais um procedimento organizado e consistente que o auxiliará na tarefa de gestão de recursos de uma organização. De fato, a Pesquisa Operacional oferece um elenco interessante de áreas, modelos e algoritmos que permitem ao gestor tomar decisões em problemas complexos, otimizando os resultados e os processos (MARINS, 2011).

Teve seu início na II Guerra Mundial, onde equipes multidisciplinares foram organizadas para dar soluções de problemas da área logística, e tático-estratégico para as campanhas militares.

Com a expansão dos estudos e alcance de resultados promissores, ao fim da guerra, o estudo do tema foi se incorporando às organizações não militares, onde modelos matemáticos foram se desenvolvendo para modelar problemas já existentes e aumentar sucintamente a assertividade dos decisores. A partir deste ponto que surge o método simplex de programação linear, conteúdo básico nos cursos de PO.

Com o passar dos tempos, a PO foi evoluindo e ganhando espaço nas Engenharias, se tornando uma forte área de estudo da Engenharia de Produção. Porém os profissionais se depararam cada vez mais com problemas cada vez mais complexos e os modelos matemáticos vigentes não estavam atendendo. Além das problemáticas do sistema cartesiano de modelagem, a natureza qualitativa dificilmente conseguia ser agregada nos modelos, muitas vezes tão relevantes quanto as características quantitativas já estudadas.

4.1 SOFT VS HARD

Em meados do sec. XX na Inglaterra, surgiu um grupo de modelagem de problemas que tem como base essencial a modelagem dos problemas, soluções e implantações das soluções e avaliação de resultados, para este grupo de modelagem foi dado o nome de PO Soft, este não sendo uma oposição á PO Hard, visto que em trabalhos os dois funcionam em conjunto para obter resultados mais otimizados.

Este ramo utiliza métodos chamados de “Métodos de Estruturação de Problemas” ou Problems Structuring Methods (PSM), a fim estruturar os problemas e ter um fundamento mais próximo da realidade modulada.

Partindo desta estruturação, os modelos podem ser mais quantitativos, chamados de PO Hard, feitos para otimizar e resolver problemas.

De toda maneira, seja no Hard quando no Soft conhecer o processo e obter dados confiáveis é essencial para uma resolução do problema proposto.

5 DESCRIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DOS CRITERIOS UTILIZANDO COGNITIVE MAPS, COM BASE NO PROBLEM SOLVING METHODS

Para Montibeller (2000), um mapa cognitivo, ou cognitive map, é uma hierarquia de conceitos, pautados por ligações de influência entre conceitos meios e fins. Segundo Ackermann et al. (2004), os problemas são estruturados por essa técnica, com isso é possível mapear através de entrevistas com os decisores.

A fim de construir um mapa cognitivo, é fundamental a sequência de etapas descritas abaixo (ENSSLIN et al, 2001):

- Nomear o problema: Atribuir um nome que descreva o problema, de acordo com os decisores, balizando assim o contexto decisório de acordo com os aspectos mais importantes da problemática.
- Definição dos Elementos Primários de Avaliação (EPA): São o início para a confecção do mapa e estão presentes os: objetivos, valores dos decisores, metas, ações, opções e alternativas. Quanto mais EPA, mais rico será o mapa.

- Construção dos conceitos a partir dos EPA: Cada conceito que é constituído a partir do EPA está baseado nas ações do contexto. É importante considerar o pólo oposto psicológico e não o lógico, ou seja, considerando o contexto do problema e não somente os opostos naturais do verbo.
- Construção da hierarquia de conceitos: Depois de definir os conceitos, é de suma importância relacionar por meio de ligações de influência, aos fins aos quais ele se propõe e os meios para atingir esse conceito, fazendo as seguintes perguntas: “Por que é importante esse conceito?” e “Como você poderia obter tal conceito?”.

Após a construção dos mapas cognitivos individuais de cada indivíduo envolvido no problema, esses mapas devem ser juntados pelo gestor, através da união dos conceitos similares que transmitam as mesmas idéias e relacionando os conceitos, formando assim, um mapa agregado.

A juntada desses mapas é apresentada ao grupo de decisores, pelo gestor. Essas pessoas vão otimizar os conceitos que considerem não relevantes para o problema em questão, adicionando ou retirando, e relacionarão os conceitos por meio das ligações de influência, levando a um sistema de valores enriquecido, que represente da melhor forma a estrutura cognitiva do grupo, também chamado como: mapa congregado.

Uma vez que o mapa cognitivo congregado foi construído, inicia-se à avaliação do mesmo. É necessário executar uma análise da estrutura de argumentação e do conteúdo do mapa cognitivo a fim de que se possam identificar os PVFs do problema. A forma do mapa, as linhas de argumentação, determinando através da análise de conteúdo destes, os ramos, e assim gerando um eixo de avaliação do problema (ENSSLIN et al, 2001).

Ensslin (2001) divide a análise do problema em duas formas, são elas: tradicional e avançada. A primeira análise permite a compreensão do mapa cognitivo, e gerenciar sua complexidade, e a segunda possibilita identificar os eixos da avaliação do problema. Dessa maneira, as duas análises são complementares e cumprem a seqüência.

6 DESCRIÇÃO E MODELAGEM DO PROBLEMA

O artigo 142 da Constituição Federal, do Brasil, de 1988, deixa estabelecido que as Forças Armadas (FA) tem como destinação no Brasil: “As FA, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem”.

Com isso a Marinha, sendo representada pelo Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), tem sido empregada constantemente nas operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), principalmente no estado do Rio de Janeiro. Dentro desta aplicação, a atuação do CFN caracteriza-se como operações de “não guerra”, uma vez que não se envolve no combate propriamente dito, mas pode envolver o uso de força limitada (MD33-M-10, 2014).

Nas operações de “não guerra” as tropas agem fazendo patrulha ostensiva conforme serviço policial, e não buscam o contato com o Agente Perturbador da Ordem Pública (APOP). Devido as características do ambiente, diferentes de uma guerra convencional, o militar deve tomar muita precaução antes do disparo, uma vez que a munição utilizada foi pensada para um cenário de guerra.

As munições adotadas pelas FA brasileiras para os armamentos orgânicos do combatente são: 9mm, 7.62mm e o 5.56mm. Tais munições tiveram como critérios de escolha o poder de penetração e velocidade atingida ao sair do cano do armamento. Essas características são de fundamental importância para um ambiente de guerra declarada e inimigo constituído e de fácil identificação. Porém ao se deparar com uma situação na qual o “inimigo” está em volto de civis comuns e que a perfuração deste pode ser caracterizado como um problema, a utilização de um calibre de menor poder perfurante e maior poder de parada passa a ser interessante para o uso de nossas forças.

6.1 CONCEITOS ELEMENTARES

Em um problema multicritério são vários os agentes que atuam. A fim de manter o entendimento padronizado é preciso notar que sua definição é meramente didática e, pode ser confundido entre si. E com isso se faz necessário a definição de alguns termos, são esses (MELLO et al, 2003):

- Decisores: São os indivíduos que fazem as escolhas e que exprimem as preferências, como uma entidade única, sendo este decisor, agente ou tomador de decisão;
- Modelo: É o conjunto de regras e operações matemáticas que se utilizam das preferencias e opiniões para gerar um resultado quantitativo;
- Alternativas: São ações que podem ser avaliadas individualmente, chamadas de ações globais, podem representar diferentes tipos de ação, hipóteses sobre uma característica ou conjuntos de características;
- Critérios: São as ferramentas que permitem a comparação das ações em relação a pontos de vista particulares (Roy, 1985). Já a definição de critério por Bouyssou (1990) é como uma função de valor real no conjunto A das alternativas, de modo que seja relevante comparar duas alternativas a e b de acordo com um ponto de vista, ou seja, é a expressão qualitativa ou quantitativa de um ponto de vista utilizado na avaliação das opções.

6.2 ALTERNATIVAS E CRITÉRIOS

Figura 1: munições calibre .45, .40 e 9mm



Fonte: <https://www.cbc.com.br>

O fato é que conforme o atual emprego das tropas em ambientes urbanos utilizando os armamentos orgânicos gera uma situação de desconforto para o militar, insegurança para os civis presentes na ação e o emprego não adequado dos meios. Na figura 1 pode-se visualizar as diferenças físicas nos principais projéteis de armas portáteis utilizadas por forças armadas e policiais pelo mundo, .45, .40 e 9mm. Nas figuras 2, 3 e 4 e na tabela 1 são ilustradas as características balísticas

dos mesmos projeteis. Foi selecionado para o estudo as pistolas da fabricante Taurus, uma vez que já é fornecedora de pistolas para a Marinha, na tabela 2 é mostrado as características das armas selecionadas para seus respectivos calibres.

Figura 2: Características da munição .45 (Opção 3)

TABELA BALÍSTICA									
Sistema Imperial  Sistema Metrico									
Velocidade (m/s)			Energia (joules)			Ponto de Impacto (cm)			Proвете (cm)
Boca	50m	100m	Boca	50m	100m	25m	50m	100m	-
255	245	236	485	449	416	0,0	9,0-	59,0-	12,7

Fonte: <https://www.cbc.com.br>

Figura 3: Características da munição .40 (Opção 2)

TABELA BALÍSTICA									
Sistema Imperial  Sistema Metrico									
Velocidade (m/s)			Energia (joules)			Ponto de Impacto (cm)			Proвете (cm)
Boca	50m	100m	Boca	50m	100m	25m	50m	100m	-
302	287	274	532	479	437	0,0	6,0-	43,0-	10,2

Fonte: <https://www.cbc.com.br>

Figura 4: Características da munição 9mm (Opção 1)

TABELA BALÍSTICA									
Sistema Imperial  Sistema Metrico									
Velocidade (m/s)			Energia (joules)			Ponto de Impacto (cm)			Proвете (cm)
Boca	50m	100m	Boca	50m	100m	25m	50m	100m	-
346	313	290	446	365	313	0,0	5,0-	36,0-	10,2

Fonte: <https://www.cbc.com.br>

Tabela 1: Dados das Munições

Projétil			Balística			Utilização Recomendada
Tipo	Cód.	Peso (gr)	V (m/s)	E joule	Provete cm	
.40 S&W						
Expansivo Ponta Oca Gold	EXPO	155	364	665	10,2	Excelente expansão e poder de parada.
.45 Auto						
Expansivo Ponta Oca +P Gold	EXPO	185	345	712	12,7	Excelente expansão e poder de parada.
9mm Luger						
Expansivo Ponta Oca +P+ Gold	EXPO	115	405	610	10,2	Excelente expansão e poder de parada.

V – Provete Ventilado. Velocidade (V) e Energia (E) medidas à distância de 4,6 metros.

Fonte: <https://www.taurusarmas.com.br>

Tabela 2: Dados das Pistolas

Pistola	Calibre	Capacidade do carregador
PT 92	9mm	17
PT 100	.40	13
PT 845	.45	12

Fonte: <https://www.cbc.com.br>

Face ao anteriormente exposto, o processo decisório deve contemplar um calibre de pistola ideal para o uso das FA durante o seu emprego em missões de GLO e de segurança.

6.3 MODELAGEM MULTICRITÉRIO

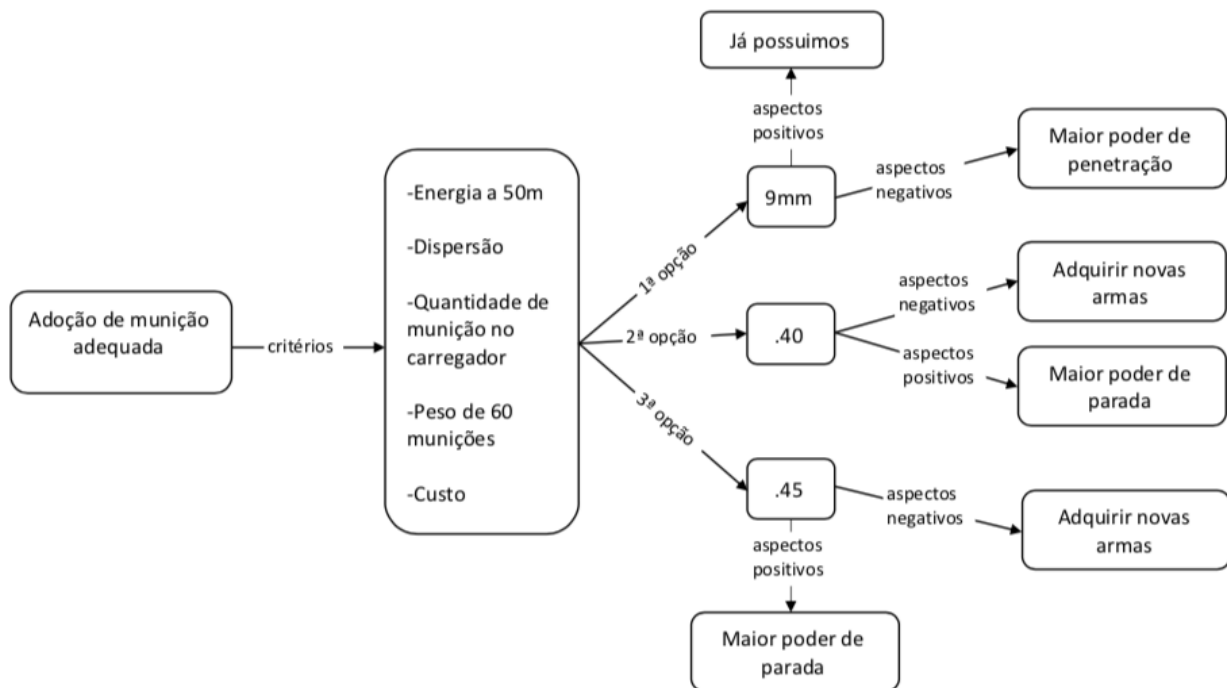
Thomsa L. Saaty (1991) desenvolveu nos anos 70 o método AHP. Este método é direcionado à superação das limitações de compreensão dos decisores.

O método AHP é conhecido por sua simplicidade e robustez, e permite que sua aplicação se estenda a várias áreas do conhecimento, entre as quais, se destaca: Planejamento Estratégico (EMSHOFF e SAATY, 1982), Classificação de risco (JOHNSON et al, 1990), Alocação de Recursos (DYER et al, 1992), e Avaliação do Nível de Consenso do Grupo (Bryson, 1996).

Tendo por característica ser um instrumento de apoio, o uso do AHP em problemas decisórios é realizado em duas fases: construção da hierarquia e a de avaliação (VARGAS, 1990)

A fase de construção da hierarquia engloba a estruturação dos problemas em níveis, nessa etapa, o AHP possibilita aos decisores uma modelagem de problemas de certa complexidade em uma estrutura hierárquica, ilustrado na figura 1, que demonstra as relações entre as metas, os critérios, e as alternativas que envolvem a decisão. Tal estrutura forma uma árvore invertida, na qual a estrutura parte da meta da decisão para os critérios, subcritérios e alternativas, em sucessivos níveis (SAATY, 1990).

Figura 5: Mapa mental da escolha da munição adequada



Fonte: Autor (2019)

A partir do mapa mental apresentado, foi possível inferir os seguintes critérios para a seleção da munição adequada:

- Energia a 50m: quantidade de energia, medida em Joule que o projétil possui a 50m do cano do armamento.
- Dispersão: precisão do disparo medido a 50m, mede a dispersão média do centro do alvo.
- Quantidade de munição no carregador: quantidade de munições que o carregador comporta, será utilizado armas equivalentes do fabricante do atual fornecedor de pistolas do CFN (Taurus).
- Peso de 60 munições: peso total equivalente a quantidade de munições que o combatente tem que carregar em uma missão.
- Custo: se haverá necessidade de custo adicional para a adoção.

6.4 MATRIZ DE DECISÃO

A Tabela 3 mostra a matriz de decisão, na qual a primeira coluna consta os critérios, e as 3 seguintes constam as alternativas. Cada célula corresponde a uma opção de munição classificada com seu respectivo critério.

Tabela 3: Matriz de Decisão

	Opção 1	Opção 2	Opção 3
Energia a 50m	365,00	479,00	449,00
Dispersão	5,00	6,00	9,00
Qtd de munições	17,00	13,00	12,00
Peso de 60 mun	6,9	9,3	11,1
Custo	0,00	1,00	1,00

Fonte: Autor (2019)

6.5 MATRIZ DE DECISÃO NORMALIZADA

Para ser possível a comparação dos critérios paritariamente, foi necessário a normatização dos valores da Matriz de Decisão dentro de cada critério, obtendo-se a Tabela 4.

Tabela 4: Matriz de Decisão Normalizada

	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Soma
Energia a 50m	0,2823	0,3705	0,3473	1
Dispersão	0,2500	0,3000	0,4500	1
Qtd de munições	0,4048	0,3095	0,2857	1
Peso de 60 mun	0,2527	0,3407	0,4066	1
Custo	0,0000	0,5000	0,5000	1

Fonte: Autor (2019)

6.6 COMPARAÇÃO PARITÁRIA ENTRE OS CRITÉRIOS E MATRIZ DE PONDERAÇÕES

Os cinco critérios elencados foram comparados aos pares, por meio de uma entrevista com os especialistas. A entrevista teve como foco principal, elencar os critérios mais importantes para a escolha de uma munição mais adequada às necessidade da MB bem como estabelecer os pesos intercritérios à luz da Escala Fundamental de Saaty constante na Tabela 5.

Tabela 5: Escala fundamental de Saaty

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância	os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
3	Pouco mais importante	a análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
5	Muito mais importante	a análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro
7	Bastante mais importante	a análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objetivo
9	Extremamente mais importante	sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo
2, 4, 6, 8 valores recíprocos dos anteriores	Valores intermediários	também podem ser utilizados

Fonte: Saaty (1980)

Pode-se observar que não houve comparação paritária que tenha passado do valor 5 (muito mais importante) na Escala Fundamental de Saaty, isso acontece porque todos os critérios elencados são de fundamental importância para uma pistola. A partir das ponderações relacionadas acima, na tabela 6 pode ser observado a seguinte matriz:

Tabela 6: Matriz de Ponderações

	Energia a 50m	Dispersão	Qtd de munições	Peso de 60 mun	Custo
Energia a 50m	1,00	0,20	3,00	0,33	0,33
Dispersão	5,00	1,00	5,00	3,00	3,00
Qtd de munições	0,33	0,20	1,00	0,33	0,33
Peso de 60 mun	3,00	0,33	3,00	1,00	0,33
Custo	3,00	0,33	3,00	3,00	1,00

Fonte: Autor (2019)

A Tabela 5 normalizada fica apresentada na Tabela 7:

Tabela 7: Matriz de Ponderações Normalizada

	Energia a 50m	Dispersão	Qtd de munições	Peso de 60 mun	Custo
Energia a 50m	0,08	0,10	0,20	0,04	0,07
Dispersão	0,41	0,48	0,33	0,39	0,60
Qtd de munições	0,03	0,10	0,07	0,04	0,07
Peso de 60 mun	0,24	0,16	0,20	0,13	0,07
Custo	0,24	0,16	0,20	0,39	0,20
Soma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: Autor (2019)

Analisando o índice de consistência, e o mesmo consta em 10%, logo

6.7 VETOR PRIORIDADE

A Tabela 8 traz o vetor prioridade dos critérios. A Dispersão teve maior peso, seguido do Custo para aquisição e do Peso de 60 munições.

Tabela 8: Vetor Prioridade dos Critérios

1º	Dispersão	0,405405
2º	Custo	0,200000
3º	Peso de 60 mun	0,161290
4º	Energia a 50m	0,081081
5º	Qtd de munições	0,066667

Fonte: Autor (2019)

7 RESULTADOS ALCANÇADOS

A multiplicação da matriz de decisão normalizada pelo respectivo vetor prioridade dos critérios resulta no seguinte ranking como resultado (Tabela 9):

Tabela 9: Ranking das Alternativas

Classificação	Modelo	Peso
1º	Opção 3	0,3952154
2º	Opção 2	0,32723859
3º	Opção 1	0,19198948

Fonte: Autor (2019)

8 ESTUDO DE CASO COM A FERRAMENTA SAD THOR

8.1 METODOLOGIA

SAD THOR é uma ferramenta que ordena alternativas e elimina as redundâncias considerando se a informação é dúbia, se em algum momento acontece o aumento da indefinição da decisão e também envolve a quantificação desta imprecisão por um processo de decisão AMD.

Tal ferramenta permite a entrada das expressões de juízo de valor de mais de um decisor, ao mesmo tempo, em escala de razões de intervalos ou ordinais, deixando que os decisores executem o processo sem a atribuição de pesos.

Abaixo algumas informações para aplicação da ferramenta:

- Estabelecer um peso para cada critério, de forma que seja representado a importância relativa entre eles;
- Estabelecer um limite de preferência (p) e um outro limite (inferior) de indiferença (q) para cada critério;
- Estabelecer a discordância.

A função $q[g(a)]$, que expressa o limiar de indiferença, ou seja quando temos dois itens e a diferença entre eles é mínima e esta diferença não é de tamanha importância ao resultado final, a exemplo de um bem que custe vinte mil reais e outro que custa vinte mil e cem reais.

Já a função $p[g(a)]$, que por sua vez representa a diferença entre $g(b)-g(a)$, que também pode ser constante em diversas situações, representando o limite inferior (p), onde qualquer que seja o valor abaixo do qual não se pode optar por uma preferência estrita de b sobre a (Roy, 1985).

A discordância do critério para Gomes et al. (2006), nada mais é do que não existir critério cuja intensidade de b em relação a a ultrapasse um limite aceitável, ou seja um bem que custe vinte mil e outro que custa um milhão, se o critério for comprar o mais barato de todos, o de um milhão foge do aceitável.

Gomes et al. (2006) apresenta a sequência de informações a serem consideradas para a aplicação do método:

- Pesos dos Critérios: O qual denota a importância relativa entre eles;
- Limiar de preferência (p) e Indiferença (q): Este (q) é explicado por uma função, que pode ser constante em algumas situações, e representa um limite superior (q) para a diferença dos valores atribuídos à 2 alternativas dentro de 1 critério, tal que, qualquer valor dessa diferença inferior à (q), não é suficiente para garantir a preferência estrita de uma alternativa sobre a outra, até mesmo uma preferência fraca. Já (p), por sua vez, é explicado por uma função, que pode ser constante em algumas situações, e representa um limite inferior (p) para a diferença dos valores atribuídos à 2 alternativas dentro de 1 critério, abaixo do qual não é possível garantir a preferência estrita de uma alternativa sobre a outra;
- Discordância: Definir que não existem critérios em que a diferença entre duas alternativas ultrapasse um limite aceitável;

- Quantificação da Imprecisão (Índices de Pertinência): Quantificar para cada peso e para cada classificação das alternativas, numa variação racional de 0 a 1 (Absoluta incerteza – Absoluta certeza), o nível de segurança e precisão do valor atribuído a variável.

A partir dessa sequência de informações, Gomes (1999) exhibe três situações, diferentes em termo de rigor, admitidas para que uma alternativa seja declarada melhor que a outra:

Figura 6: Modelagem matemática para comparação em cada cenário

$$S1: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aQ_j b + aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a);$$

$$S2: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aI_j b + aR_j b + bQ_j a + bP_j a);$$

$$S3: \sum_{j=1}^n (w_j | aP_j b + aQ_j b + aI_j b) > \sum_{j=1}^n (w_j | aR_j b + bQ_j a + bP_j a)$$

Onde R é a não comparabilidade e, w representa o peso do critério j ; e os critérios são $j = 1, 2, \dots, n$,

onde,

Limite de preferência (p): $aPb \leftrightarrow g(a) - g(b) > +p$

Limite de indiferença (q): $aIb \leftrightarrow -q \leq |g(a) - g(b)| \leq +q$

Situação de preferência fraca: $aQb \leftrightarrow q < |g(a) - g(b)| \leq p$
 $g(\cdot)$ ganho no critério.

Fonte: Gomes (1999)

Após a aplicação destes algoritmos em cada cenário para cada alternativa, é obtido uma ordenação com base na atratividade. Cabe destacar que o THOR carece de uma interface amigável que seja capaz de contribuir para sua consolidação, uma vez que se tem o MS-DOS que não é tão amistosa quanto as interfaces gráficas mais recentes. Para este estudo, visando prover celeridade e simplicidade aos cálculos e contribuir para a validação, será utilizado o protótipo THOR em linguagem Python.

8.2 APLICAÇÃO NO ESTUDO DE CASO

A fim de simplificar a esquematização do problema no programa, foi considerado os seguintes nomes:

- A1: 9mm
- A2: .40
- A3: .45
- C1: Dispersão
- C2: Custo
- C3: Peso de 60 munições
- C4: Energia a 50 metros
- C5: Quantidade de munições no carregador

Abaixo segue o caso apresentado neste estudo sendo analisado pela ferramenta SAD THOR:

```
Entre com o numero de alternativas:3
Entre com o numero de criterios:5
Entre com o nome da alternativa: A1
Entre com o nome da alternativa: A2
Entre com o nome da alternativa: A3
Entre com o nome do criterio: C1
Entre com o nome do criterio: C2
Entre com o nome do criterio: C3
Entre com o nome do criterio: C4
Entre com o nome do criterio: C5
```

```

Entre com o peso do criterio:.4054
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1
Entre com o peso do criterio:.2
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1
Entre com o peso do criterio:.1613
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1
Entre com o peso do criterio:.0811
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1
Entre com o peso do criterio:.0667
Entre com o valor de p:1
Entre com o valor de q:0
Entre com o valor da discordancia:1

```

```

Peso          0.4054  0.2  0.1613  0.0811  0.0667

```

```

Criterios      1  2  3  4  5
A1 [ 1[ 1[ 1[ 1[ 1
A2 [ 1[ 1[ 1[ 1[ 1
A3 [ 1[ 1[ 1[ 1[ 1

```

```

A1, C1
Entre com o valor do criterio:.25
A1, C2
Entre com o valor do criterio:0
A1, C3
Entre com o valor do criterio:.2527
A1, C4
Entre com o valor do criterio:.2823
A1, C5
Entre com o valor do criterio:.4048
A2, C1
Entre com o valor do criterio:.3
A2, C2
Entre com o valor do criterio:.5
A2, C3
Entre com o valor do criterio:.3407
A2, C4
Entre com o valor do criterio:.3705
A2, C5
Entre com o valor do criterio:.3095
A3, C1
Entre com o valor do criterio:.45
A3, C2
Entre com o valor do criterio:.5
A3, C3
Entre com o valor do criterio:.4066
A3, C4
Entre com o valor do criterio:.3473
A3, C5
Entre com o valor do criterio:.2857

```

```

[ 0.25 1[ 0.0 1[ 0.2527 1[ 0.2823 1[ 0.4048 ]
[ 0.3 1[ 0.5 1[ 0.3407 1[ 0.3705 1[ 0.3095 ]
[ 0.45 1[ 0.5 1[ 0.4066 1[ 0.3473 1[ 0.2857 ]

```

```

- 0.5
- 0.5
- 0.5

```

S1

```

A1: 0.0 : 0.5 : 0.5 : Soma: 1.0
A2: 0.5 : 0.0 : 0.5 : Soma: 1.0
A3: 0.5 : 0.5 : 0.0 : Soma: 1.0

```

S2

```

A1: 0.0 : 0.0 : 0.0 : Soma: 0.0
A2: 0.927 : 0.0 : 0.0 : Soma: 0.927
A3: 0.937 : 0.686 : 0.0 : Soma: 1.633

```

8.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTUDO DE CASO NO SAD THOR

Como pode ser analisado, os resultados se mantem conforme analisado pelo AHP, confirmando a preferencia da munição de calibre .45 (Opção 3) como ideal em frente aos seus concorrentes.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a segunda guerra mundial o Brasil não se envolve em uma guerra, e desde a Guerra da Tríplice Aliança não há conflitos entre nações declaradas em terras nacionais. Mas a muito tempo mandamos tropas para missões das Organizações das Nações Unidas, e somos empregados em território nacional a fim de garantir a Lei e a Ordem.

Nos últimos anos foi intensificado o uso de tropas militares no emprego em favelas, principalmente no estado do Rio de Janeiro. E com isso pode-se adestrar as tropas para esse ambiente e tipo de combate, a fim de garantir os interesses nacionais. No momento não há escalação de contingente militar para tal fim, porém a história nos mostra que quando menos esperamos, podemos ser utilizados. E estar devidamente preparado com o pessoal e material adequado faz a diferença no sucesso da missão.

Com tudo exposto, este artigo teve como objetivo utilizar o método de escolha para a substituição do armamento portátil em missões de GLO para o CFN. Através de consulta técnica foi demonstrado os critérios e seus pesos. Com esta aplicação chegou-se a conclusão que a substituição do armamento é valida, mesmo tendo em consideração os custos que essa escolha implica. Uma vez que tal atitude protege, o civil, o militar e a instituição de danos maiores.

REFERÊNCIAS

- [1] Briozo, R. A., & Musetti, M. A. (2015). Método Multicritério De Tomada De Decisão: Aplicação Ao Caso Da Localização Espacial De Uma Unidade De Pronto Atendimento – Upa 24 H. *Gestão E Produção*, 22(4), 805-819.
- [2] Ho, W. Integrated Analytic Hierarchy Process And Its Applications: A Literature Review. *European Journal Of Operational Research*, V. 186, N. 1, P. 211-228, 2008.
- [3] Ishizaka, A. & Labib, A. Review Of The Main Developments In The Analytic Hierarchy Process. *Expert Systems With Applications*, V. 38, N. 11, 2011, Pp. 14336–14345.
- [4] Kluczek, A. & Gladysz, B. Ahp/Topsis-Based Approach To The Generation Of Environmental Improvement Options For Painting Process – Results From An Industrial Case Study. *Journal Of Cleaner Production*, V. 101, 2015, Pp. 360–367.
- [5] Brasil. Constituição Da República Federativa Do Brasil De 1988.
- [6] Subramanian, N. & Ramanathan, R. A Review Of Applications Of Analytic Hierarchy Process In Operations Management. *International Journal Of Production Economics*, V.138, N.2, 2012, Pp. 215–241.
- [7] Brasil. MD33-M-10: Garantia da Lei e da Ordem, 2014.
- [8] SAATY, T.L.; “Método de Análise Hierárquica”, Livro, São Paulo, Editora Makron, 1991.
- [9] EMSHOFF, J.R., SAATY, T.L. [1992] Applications of the Analytic Hierarchy Process to Long Range Planning Processes. *European Journal of Operational Research*, North-Holland, vol. 10, -. 131-143.
- [10] JOHNSON, R., SRINIVASAN, V., et al. [1990] Sovereign debt ratings: A judgemental model based on the analytic hierarchy process. *Jornal of International Business Studies*, v. 21, n. 1, p. 95-119.
- [11] DYER, R. F., FORMAN, E. H., et al. [1992] Decision support for media selection using the analytic hierarchy process. *Journal of Advertising*, CTG Press, vol. 21, n. 1, p. 59-73.
- [12] BRYSON, N. [1996] Group Decision-Making and the Analytic Hierarchy Process: Exploring the Consensus-Relevant Information Content. *Computer Operation Research*, Pergamon, vol. 23, n. 1, p. 27-35.
- [13] VARGAS, L.G. (1990). An Overview of the Analytic Hierarchy Process and its Applications. *European Journal of Operational Research*, 48, 2-8.
- [14] SAATY, T. L.. [1990] How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operation Research*, North Holland, vol. 48, p. 9-26.
- [15] Saaty, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York (1980).
- [16] ROY, B. *Méthodologie multicritère d’aide à la décision*. Economica, Paris, 1985
- [17] BOUYSSOU, B. Building criteria: a prerequisite for MCDA. In: BANA E COSTA C.A. (Org.). *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, 1990, p. 58-80.
- [18] Mello, João & Gomes, Eliane & Leta, Fabiana & Pessolani, Raul. (2003). *Conceitos Básicos do Apoio Multicritério à Decisão e sua Aplicação no Projeto Aerodesign*. Engevista. 5. 10.22409/engevista.v5i8.82.
- [19] MONTIBELLER, G. N. Mapas cognitivos difusos para o apoio a decisão: Uma metodologia integrada para construção de problemas e exploração do impacto de alternativas nos valores do tomador de decisão. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2000.
- [20] ACKERMANN, F.; EDEN, C.; CROPPER, S. *Getting Started with Cognitive Mapping*. 2004.
- [21] ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. Apoio à decisão: metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular, 296 p. 2001.