



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 FN PEDRO HENRIQUE DE PAULA MATTOS

SELEÇÃO DE UMA ROUPA DE PROTEÇÃO QUÍMICA EM OPERAÇÕES
MILITARES: UMA ANÁLISE COMPARATIVA POR MEIO DOS MÉTODOS AHP E
THOR

Rio de Janeiro, RJ

2019

CT FN PEDRO HENRIQUE DE PAULA MATTOS

**SELEÇÃO DE UMA ROUPA DE PROTEÇÃO QUÍMICA EM OPERAÇÕES
MILITARES: UMA ANÁLISE COMPARATIVA POR MEIO DOS MÉTODOS AHP E
THOR**

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

RESUMO

A Doutrina Militar Naval estabelece um conjunto de princípios, conceitos, normas e procedimentos, destinados a estabelecer linhas de pensamento e a orientar ações [EMA-305, 2017], dentre esses princípios estão as Ações de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica (NBQR), que orienta como devem atuar os militares envolvidos em situações de risco NBQR. Dentre as atividades elencadas estão a Prevenção, Detecção e Resposta NBQR. No âmbito do Corpo de Fuzileiros Navais para apoiar um Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais, nas atividades NBQR, é estabelecido um Grupo de Reconhecimento NBQR. O Problema levantado nesse artigo envolve a roupa de Proteção individual que deve ser utilizado por um especialista NBQR em ambiente de guerra, para analisar se os equipamentos utilizados atualmente estão de acordo com a doutrina militar naval e atendem de maneira ótima.

A estruturação do problema será realizada utilizando *Strategic Options Development and Analysis* – SODA, para auxiliar na formulação de como o problema deve ser abordado.

Em que pese o Método ELECTRE II já ter sido utilizado para hierarquizar alternativas com valores e dados bem definidos por [Santos et al, 2019], este artigo se valerá do método AHP (*Analytic hierarchy process*) [Saaty, 1980] e THOR, afim de realizar uma comparação entre os resultados encontrados. Esses métodos foram escolhidos pelo fato de não existir valor numérico assimilado para todas os critérios, alguns são binários absolutos.

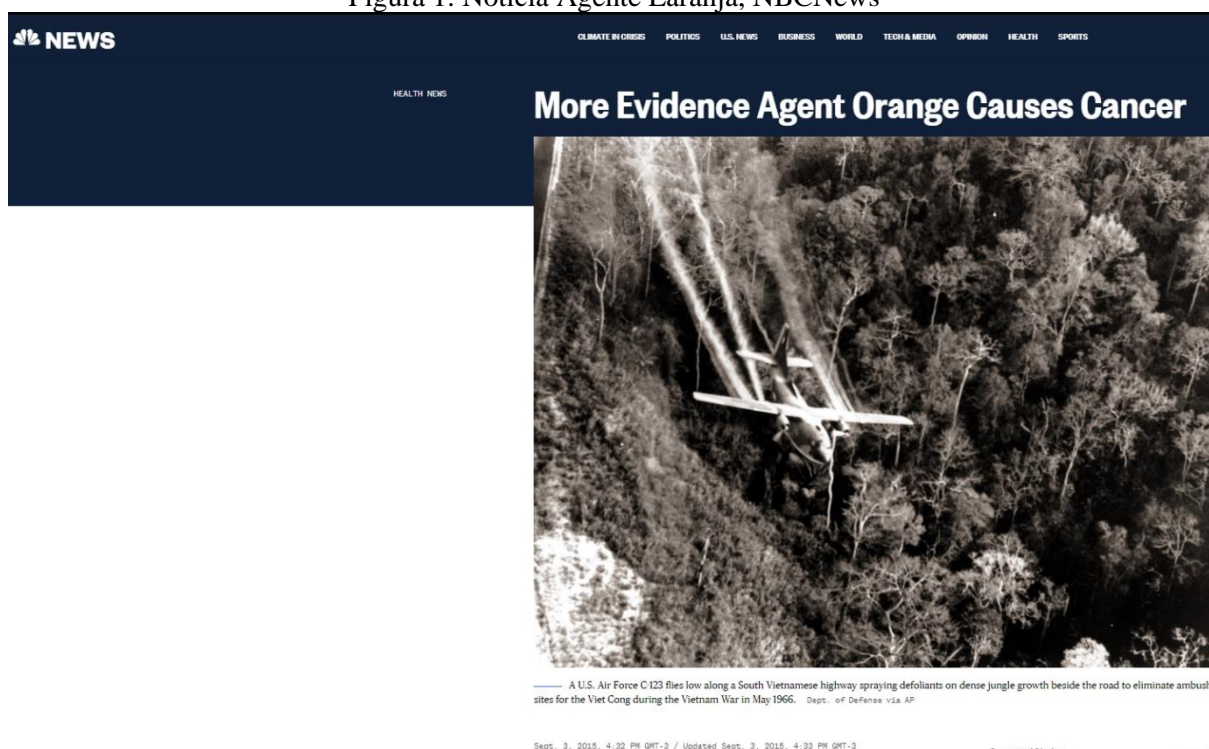
Palavras-chave: Marinha do Brasil (MB); Corpo de Fuzileiros Navais (CFN); Defesa NBQR, Roupa de Proteção NBQR; Apoio Multicritério à Decisão (AMD); *Analytic Hierarchy Process* (AHP); SAD THOR; PSM; SODA.

1. INTRODUÇÃO

A primeira vez em que os agentes químicos de guerra foram utilizados em larga escala foi na primeira guerra mundial. Então, o cloro e o fosgênio foram os gases utilizados com o propósito de asfixiar os militares inimigos. As baixas somaram mais de 100.000, enquanto outros milhares viveram com sequelas pelo resto das vidas.

Na segunda guerra mundial a capacidade dos agentes químicos de guerra já era conhecida, e mais países passaram a utilizar. A Alemanha fazia uso de um pesticida a base de ácido cianídrico nos campos de concentração. Durante a guerra do Vietnã, os Estados Unidos utilizaram também uma mistura de pesticidas, que ficou conhecido como Agente Laranja, que era utilizado para destruir as plantações e cultivos dos vietcongues, para que estes ficassem sem recursos alimentícios e reduzir os locais para se camuflar, entretanto, o Agente Laranja foi o responsável por queimaduras e diversas consequências genéticas na população.

Figura 1: Notícia Agente Laranja, NBCNews



Fonte: <https://www.nbcnews.com/health/health-news/more-evidence-agent-orange-causes-cancer-n421177>

Na década de 80, na guerra Irã-Iraque, Saddam Hussein foi o responsável por um ataque à cidade de Halabja, em retaliação a um ataque Iraniano, que matou cerca de 5.000 pessoas. O ataque foi com bombas lançadas de aeronaves que ao explodir espalhava pelo ar uma densa nuvem amarela esbranquiçada.

Visando combater a destruição em massa das armas químicas e poupar os não combatentes dos males causados por essas armas, em 1968 ocorreu uma Comissão do Desarmamento, composta por 18 nações. Em 1992 a Assembleia Geral das Nações Unidas, durante uma conferência de desarmamento, recebe um texto da Convenção de Armas Químicas. Atualmente 189 Estados fazem parte da Convenção, que é representada pela Organização para a Proibição de Armas Químicas (OPAQ), que se propõe a proibir o uso a grande escala, desenvolvimento, produção, armazenagem e transferência de armas químicas.

Mesmo após essa Convenção e da proibição de armas químicas no mundo, ainda existem casos de ataques de armas de tipo, como em 2017, na Síria, quando um provável ataque químico matou 58

peças e, em 2018, um ex-agente secreto russo morreu envenenado no banco de um parque no Reino Unido.

Figura 2: Ataque armas químicas Síria

☰ O GLOBO MUNDO BUSCAR 🔍 ACESSE NO   

Síria fez mais de 100 ataques com armas químicas mesmo depois de assinar tratado

Levantamento da BBC mostra que uso de agentes nervosos na guerra civil pode ter deixado centenas de mortos

O Globo, com agências internacionais
15/10/2018 - 08:59 / Atualizado em 15/10/2018 - 13:11



Tanque das forças rebeldes em Idlib, uma das áreas mais afetadas pelas armas químicas na guerra civil Foto: OMAR HAJ KADOOR / AFP

Fonte: <https://oglobo.globo.com/mundo/siria-fez-mais-de-100-ataques-com-armas-quimicas-mesmo-depois-de-assinar-tratado-23156185>

Nesse contexto este trabalho se propõe a analisar o Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil e sua preparo perante tais ameaças.

2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo o Manual de Fundamentos de Fuzileiros Navais [CGCFN 0-1] a proteção pode ser elencada em Operacional ou Logística, a primeira envolve atividades a serem executadas para que se alcance a proteção, como camuflagem, abrigos, fortificações...enquanto a segunda envolve cuidados com o Fuzileiro Naval, como higiene em campanha, apoio de saúde, e equipamentos bem mantidos. Esse estabelecimento de Proteção não determina qual deve ser prioritário quando um comandante precisar decidir as ações num planejamento militar. Nesse cenário, observa-se que o decisor que comandará as tropas que atuarão em ambiente contaminado deve escolher entre diferentes roupas de proteção para conseguir executar as suas tarefas, mas diversos fatores influenciam na sua decisão, principalmente pelo fato de não se saber qual o agente químico será combatido, necessitando primeiramente reconhecer esse elemento.

Ainda no que se refere as escolhas envolvidas, deve-se ser observado que a escolha errada da roupa de proteção pode acarretar a perda de uma vida por diversos motivos:

- Roupa não protege contra o elemento químico encontrado;
- A roupa é muito frágil e facilmente se danifica fazendo com que o especialista seja exposto a contaminação;
- O trabalho a ser executado necessita de grande deslocamento, e devido a isso ocorre uma limitação na quantidade de material que pode ser transportado.
- Pode ser necessário muito tempo para se concluir os trabalhos, precisando assim de reposição de material;
- O clima influencia diretamente no especialista tendo em vista que as roupas cobrem o corpo todo, fazendo com que a fadiga seja alcançada mais rapidamente.

Este trabalho resolve comparar a proteção de um especialista NBQR, que em um Teatro de

Operações será empregado em ambientes que estejam supostamente contaminados ou que o inimigo pode vir a utilizar artefatos que contaminem a área. Atualmente esses militares se valem de três principais roupas de proteção, que serão comparadas neste trabalho.



Figura 3: Roupa de Proteção Nível A

A Roupa de Proteção Nível A oferece a maior proteção Química dentre as roupas de proteção, sendo totalmente selada, utilizando cilindros de respiração autônoma. É vendido apenas no mercado civil e por isso só existe em cores fortes para emergências. A sua resistência física precisa ser reforçada por botas, luvas e joelheiras pois seu material pode ser cortado com facilidade. Ocupa grande volume para transporte principalmente pela necessidade de cilindro de respiração para ser utilizado.



Figura 4: Roupa de Carvão Ativado

A Roupa de Carvão Ativado oferece proteção para os agentes químicos de guerra, normalmente é utilizado com máscara e filtro, porém pode ser utilizado com cilindro de ar comprimido. Seu mercado é voltado para Forças Armadas, sendo produzido e vendido em diversos países com

diferentes padrões de camuflagem. Seu tecido é mais robusto, sendo menor a possibilidade de sofrer algum corte.



Figura 5: Tyvek

A Roupa de Proteção conhecida como ®Tyvek oferece uma boa proteção para agentes químicos em geral, inclusive líquidos, podendo utilizar cilindro de ar comprimido. Sua venda no mercado é feita em grande escala devido a outras aplicações no meio civil. Não é vendido em cores camufladas. Seu material é propenso a cortes, porém seu transporte é muito facilitado, devido ao seu pequeno volume quando embalado.

3. PSM – PROBLEM SYSTEM METHODOLOGY

Segundo MENDES (et al 2015), PSM um conjunto de abordagens que são denominados como Métodos de Estruturação de Problemas (PSM). Estas são abordagens baseadas em modelos para contribuir de forma construtiva e apropriada para a resolução de situações problemáticas ou problemas perversos (Rosenhead, 1989). Algumas das características destes métodos são:

- Não são baseados em sistemas de pensamento.
- Os modelos construídos são essencialmente qualitativos.
- Quando necessário eles têm em conta vários critérios, sem compensações para a 3 otimização.
- A informação incluída é uma integração de dados duros e macios com subjetivo conhecimento.
- O grupo de trabalho e outros atores será facilitada pelo trabalhador ou através de um problema processo de resolução.
- Eles são simples e transparentes, que visa clarificar os termos de conflitos.

As três abordagens principais na família de PSMs são: SCA (Abordagem Estratégica de Escolha), SODA (Opções Estratégicas de Desenvolvimento e Análise) e SSM (Metodologia de Sistema Soft).

O método selecionado para estruturar o problema é o SODA (*Strategic Options Development and Analysis*)

3.1. MODELAGEM SODA

A abordagem do problema se baseia no método SODA, Eden (1988), que visa identificar o problema utilizando mapeamento cognitivo e uma estrutura hierárquica de conceitos. Mapeamentos individuais devem ser utilizados para juntos formular um mapa final que será avaliado pelo analista.

Para elaboração dos mapeamentos deve-se primeiro entrevistar diversos decisores ou especialistas, para verificar quais são os principais fatores que influenciam na decisão do problema, a fim de identificar quais são as possíveis linhas de ação que podem ser abordadas para solucionar o problema. Dessa forma fica mais fácil encontrar um denominador comum para a solução do problema, elencando quais os principais fatores que levam a uma decisão. Sendo um método cíclico, pode ser a realização de entrevistas em mais de uma etapa, a fim de que seja encontrado um consenso entre os envolvidos.

As seguintes considerações devem ser levadas quando se trabalha com mais de um decisor para se elencar as formas de lidar com um problema:

- Cada pessoa percebe o mundo de forma diferente;
- A hierarquia deve ser desconsiderada a fim de que cada decisor possa dar uma opinião;
- O entrevistador deve orientar o processo, sem impor como deve ser solucionado o problema;
- Os envolvidos devem saber trabalhar em conjunto, sabendo respeitar e trabalhar com base na opinião dos outros decisores;
- Preferencialmente deve ser utilizado pequenos grupos para se alcançar melhor envolvimento;
- A abordagem do problema deve ser de forma cíclica e flexível, de forma que um tema abordado durante uma discussão pode alterar uma decisão anteriormente tomada;

Com base nessas premissas foram entrevistados oficiais especialistas NBQR, que normalmente são os encarregados de assessorar quanto à compra de roupas de proteção e sua utilização, a fim de verificar quais são os fatores que os levam a escolher qual roupa de proteção será utilizada de acordo com missão recebida. Em um primeiro momento observou-se que a escolha não depende apenas do agente químico, mas também de outros fatores apresentados a seguir.

- Ação militar ou civil;
- Ambiente (Floresta, pouca visibilidade, cidade...);
- Meios disponíveis;
- Tempo de trabalho/missão;
- Conhecimento ou não do agente a ser combatido;
- Existência de acidentados;
- Necessidade de apoio de outras instituições;

Esse resultado expressou uma forma de decisão já característica no Corpo de Fuzileiros Navais, chamado de Fatores da Decisão, que se baseia na Missão, Inimigo, Terreno, Meios, Tempo disponível. Com base nessas informações os entrevistados foram novamente questionados sobre quais variáveis/características, dentre as opções de roupa de proteção, conseguem atender aos diferentes fatores relacionados a fim de se ser possível diferenciar uma roupa de proteção de outra, obtendo-se as seguintes características que serão utilizadas neste trabalho:

Camuflagem: Necessidade intrínseca para todo combatente em ambiente hostil, para que seja mantido o sigilo nas ações que estiver realizando.

Proteção Química: Proteção necessária para atuar em local contaminado.

Reposição: Disponibilidade no mercado nacional para reposição após o término da validade.

Volume: Volume ocupado para transporte da roupa.

Resistência Mecânica: Robustez do material para utilização em terreno de forma que não se rasgue com facilidade expondo o militar a uma contaminação.

Em que pese as características das roupas de proteção influenciarem muito a produtividade do especialista, Ryman (1988), devido as suas restrições de movimento e condições mecânicas no corpo, calor, umidade, restrições respiratórias, os critérios analisados nesse artigo serão apenas do ponto de visto do decisor em relação ao ambiente que é empregado e não em relação ao utilizador.

Com esse resultado já é possível começar a analisar as diferentes alternativas e como elas se relacionam, para então encontrar qual a roupa de proteção ideal.

Ressalta-se que os valores e experiências de cada entrevistado tende a influenciar as respostas.

Para comparar e hierarquizar as alternativas serão utilizados dois métodos, AHP e THOR, em seguida seus resultados serão comparados.

4. MÉTODO AHP

O método AHP visa gerar prioridades entre os critérios para que se possa comparar as alternativas, para isso é necessário, Saaty (2008):

1º - Definir o problema.

2º - Definir os critérios que deverão ser comparados.

3º - Criar uma matriz comparando os critérios com base na escala fundamental absoluta de Saaty. Que quantifica uma qualidade de um critério em relação a outro.

4º – Com base na matriz de prioridades criar um peso entre as características, para saber como esse critério somado vai influenciar nas alternativas apresentadas.

Em todas as etapas de construção das matrizes os valores deverão ser normalizados, isso é, deverão ser colocados numa escala de 0 a 1, para que possam ser comparados entre si. Para isso o valor deve ser dividido pelo somatório dos valores.

A Matriz de Decisão visa comparar as alternativas com as características que serão analisadas, de forma a ser possível visualizar quais critérios serão levados em consideração pelo decisor no momento.

Tabela 1: Matriz de Decisão

	Roupa de Proteção Nível A	Carvão Ativado	Tyvek
Camuflagem	0	1	0
Proteção Química	3	1	2
Reposição	1	2	3
Volume	1	2	3
Resistência Mecânica	2	3	1

Fonte: Autor (2019)

As alternativas elencadas são muito subjetivas para se comparar, dessa forma foi utilizada uma escala Likert de 3 pontos, onde 1 é a pior e 3 é a melhor, exceto para camuflagem, que 0 é para não camuflado e 1 para camuflado.

Numa primeira análise já se observa que o Carvão ativado e o Tyvek ficam empatados com maior pontuação, ficando a Hierarquia sem utilizar método multicritério da seguinte forma:

1º - Carvão Ativado: 9 pontos

1º - Roupa de Tyvek: 9 pontos

3º - Roupa de Nível A: 7 pontos

Esse primeiro resultado justifica a necessidade de um método de escolha multicritério, em face de as pontuações serem muito próximas, inclusive ocorrendo um empate.

Em seguida será aplicado o método AHP.

4.1. NORMALIZAÇÃO

A normalização da tabela visa colocar todos os valores numa escala de 0 a 1.

Exemplo: Critério Proteção Química:
 Nível A: 3
 Carvão ativado: 1
 Tyvek: 2

$$\text{Normalização : } NiveLA = \frac{3}{(3+2+1)} = 0,5$$

Tabela 2: Matriz de Decisão Normalizada

	Roupa de Proteção Nível A	Carvão Ativado	Tyvek	SOMA
Camuflagem	0	1	0	1
Proteção Química	0,5	0,17	0,33	1
Reposição	0,17	0,33	0,5	1
Volume	0,17	0,33	0,5	1
Resistência Mecânica	0,33	0,5	0,17	1

Fonte: Autor (2019)

4.2. COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS

Os critérios foram avaliados por militares que participam de atividades NBQR: Compradores e distribuidores da roupa de proteção, Utilizadores, Comandantes de Grupos de Reconhecimento e comandantes de unidades que possuem fração de resposta NBQR. Foi utilizada a tabela de escala absoluta fundamental de Saaty (1980, 2016), que compara critérios em uma escala de 9 com base na importância relativa e subjetiva.

Tabela 3: Escala Fundamental Absoluta de SAATY

Valor	Definição
1	Igual importância
3	Pouco mais importante
5	Muito mais importante
7	Bastante mais importante
9	Extremamente mais importante
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários

Fonte: Saaty 1980

A matriz ponderada pela média dos decisores ficou apresentada pela Tabela 4.

Tabela 4: Matriz de Ponderações

	Camuflagem	Proteção	Reposição	Volume	Resistência
Camuflagem	1	3	5	3	2
Proteção	1/3	1	9	5	3
Reposição	1/5	1/9	1	5	1/3
Volume	1/3	1/5	1/5	1	1/5
Resistência	1/2	1/3	3	5	1

Fonte: Autor (2019)

A Tabela 4 normalizada fica apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Matriz de Ponderações Normalizada

	Camuflagem	Proteção	Reposição	Volume	Resistência
Camuflagem	0,4225	0,6459	0,2747	0,1578	0,3061
Proteção	0,1408	0,2153	0,4945	0,2632	0,4591
Reposição	0,0845	0,0239	0,0549	0,2632	0,051
Volume	0,1408	0,0430	0,0109	0,0526	0,0306
Resistência	0,2114	0,0719	0,165	0,2632	0,155
SOMA	1	1	1	1	1

Fonte: Autor (2019)

Com base na Tabela 5 obtém-se a Tabela 6 de Vetor de Prioridades, que é a média que o critério obteve de importância.

$$\text{Ex.: Camuflagem. } \frac{(0,4225+0,6459+0,2747+0,1578+0,3061)}{5} = 0,361$$

Tabela 6: Ranking dos critérios

1º	Camuflagem	0,361
2º	Proteção	0,315
3º	Resistência	0,173
4º	Reposição	0,095
5º	Volume	0,056

Fonte: Autor (2019)

4.3. RESULTADO

A multiplicação do vetor prioridade pela matriz de decisão normalizada indicará o seguinte ranking entre as alternativas:

Ex.: Carvão Ativado.

$$0,361 \times 1 + 0,315 \times 0,17 + 0,173 \times 0,5 + 0,095 \times 0,33 + 0,056 \times 0,33 = 0,55066$$

Tabela 7: Ranking das Alternativas

Classificação	Alternativa	Peso
1º	Carvão Ativado	0,55066
2º	Nível A	0,24010
3º	Tyvek	0,20924

Fonte: Autor (2019)

Com base no resultado fica evidenciado que a roupa de Carvão Ativado tem maior relevância num ambiente militar devido a sua camuflagem, porém vale ressaltar que na matriz de decisão o critério camuflagem recebeu um valor 0 ou 1, não tendo assim a necessidade de ser normalizado, porém pela matriz de escala absoluta o critério camuflagem aparece como o que possui maior peso, ao atribuir valor 0 faz com que a alternativa seja muito prejudicada em relação as outras.

Para tentar contornar esse possível erro matemático será utilizado um critério de aproximação de números nulos, atribuindo o valor de 10% do menor valor não nulo no critério. Comparando assim se um valor de maior peso em que sua nota seja nula irá afetar o resultado. Ficando uma nova Matriz de Decisão dessa forma.

Tabela 8: Matriz de Decisão não nula

	Roupa de Proteção Nível A	Carvão Ativado	Tyvek
Camuflagem	0,1	1	0,1
Proteção Química	3	1	2
Reposição	1	2	3
Volume	1	2	3
Resistência Mecânica	2	3	1

Fonte: Autor (2019)

Que normalizada gera a tabela 9

Tabela 9: Matriz de Decisão não nula Normalizada

	Roupa de Proteção Nível A	Carvão Ativado	Tyvek	SOMA
Camuflagem	0,08	0,84	0,08	1
Proteção Química	0,5	0,17	0,33	1
Reposição	0,17	0,33	0,5	1
Volume	0,17	0,33	0,5	1
Resistência Mecânica	0,33	0,5	0,17	1

Fonte: Autor (2019)

A Tabela de critérios não sofrerá alteração com a mudança de peso nas alternativas. Com isso a multiplicação da matriz vetor de prioridades nos dará um novo ranking.

Tabela 10: Ranking das Alternativas

Classificação	Alternativa	Peso
1º	Carvão Ativado	0,49042
2º	Nível A	0,27022
3º	Tyvek	0,23936

Fonte: Autor (2019)

Observa-se que um valor na alternativa muito baixo para um critério que tem peso muito alto ainda resulta num distanciamento entre as alternativas.

Para facilitar a compreensão dos resultados serão adicionadas duas alternativas fictícias, uma com os critérios maximizados e outro minimizado, para ser possível comparar se a roupa escolhida está mais próxima do ótimo.

Tabela 11: Alternativas ótimas

	Máximo	Roupa de Proteção Nível A	Carvão Ativado	Tyvek	Mínimo
Camuflagem	1	0,1	1	0,1	0,1
Proteção Química	5	4	2	3	1
Reposição	5	2	3	4	1
Volume	5	2	3	4	1
Resistência Mecânica	5	3	4	2	1

Fonte: Autor (2019)

Com a adição de duas alternativas os critérios foram reavaliados em uma escala linear de 1 a 5, apresentada na Tabela 11 e normalizada na Tabela 12.

Tabela 12: Alternativas ótimas normalizadas

	Máximo	Roupa de Proteção Nível A	Carvão Ativado	Tyvek	Mínimo
Camuflagem	0,435	0,043	0,435	0,043	0,043
Proteção Química	0,333	0,267	0,133	0,2	0,067
Reposição	0,333	0,133	0,2	0,267	0,067
Volume	0,333	0,133	0,2	0,267	0,067
Resistência Mecânica	0,333	0,2	0,267	0,133	0,067

Fonte: Autor (2019)

Tabela 13: Ranking das Alternativas

Classificação	Alternativa	Peso	%
Ótima		0,37000	100
1º	Carvão Ativado	0,27541	69,65
2º	Nível A	0,15432	30,81
3º	Tyvek	0,14198	26,85
Péssima		0,05829	0

Fonte: Autor (2019)

Com a adição de duas alternativas otimizadas fica possível observar como as alternativas estão comparadas dentro do considerado ideal, de forma que fica evidente que as possibilidades trabalhadas não estão próximas do ótimo. Utilizando esse método de comparação de resultados o decisor pode verificar se existe ou não a necessidade de procurar outras alternativas no mercado.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA THOR

O Algoritmo Híbrido de Apoio Multicritério à Decisão para Processos Decisórios com Alternativas Discretas (THOR), segundo Gomes (2002b), é um sistema de suporte à decisão cujos algoritmos agregam a Teoria do Conjunto Áspero, Teoria dos Conjuntos Difusos e Teoria Multiatributo simultaneamente.

Conforme Xavier et.al (2004), THOR trata-se de um algoritmo que permite a entrada simultânea de dados em mais de um tomador de decisão, facilitando a expressão de julgamentos em escalas de razão, intervalo ou ordinal.

“De acordo com Gomes et.al (2007), o SAD THOR é uma metodologia de ordenação de alternativas discretas que elimina critérios redundantes considerando simultaneamente se a informação é dúbia e se ocorre elevação da imprecisão do processo de decisão (Teoria dos Conjuntos Nebulosos), bem como utiliza a quantificação da imprecisão mediante um processo de decisão AMD.” (Silva et.al 2019)

O uso do termo SAD, é devido ao fato de o *software* do THOR, apresentar um banco de modelos, pois possui três diferentes algoritmos para ordenar, bem como usa o *Rough Set* como *datamining*, possui um banco de dados, denominado *FireBird*, e uma interface de comunicação construída na linguagem Delphi7 (CARDOSO et.al, 2009).

Além disso são necessárias informações sobre importância relativa entre os critérios na forma de um peso, limiares de preferência (p) e indiferença (q) e a definição da discordância e pertinência dos valores dos pesos atribuídos a cada critério. Segundo Gomes (et al 2015) o limiar de indiferença, consiste no limite superior de diferença entre dois critérios, de forma que se essa diferença for menor que o limiar o critério, para essa alternativa, será indiscernível.

Enquanto o limiar de preferência, representa o limite inferior de preferência, de forma que a diferença entre dois critérios deve ser superior a esse limiar para que uma alternativa tenha preferência sobre a outra. Para Gomes et al. (2009), o estabelecimento de uma discordância para cada critério reside no fato de que não existem critérios em que a intensidade de preferência de b em relação a ultrapasse um limite aceitável.

Além desses critérios o método THOR se vale ainda de três diferentes situações: S1, S2 e S3. Cada um adota um diferente método de classificação, sendo o S3 é menos rigoroso que S1 e S2, fazendo com que um resultado possa dominar mais o outro.

Figura 6: Situação S1, S2 e S3

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

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

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

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: Cardoso et al. (2009)

Neste trabalho, foi utilizada Tabela 9, a mesma matriz de decisão normalizada utilizada no AHP, e como os valores já estão normalizados foi adotado o mesmo p e q para todas os critérios, $p = 0.2$ e $q=0.02$, assim se a diferença entre valores for menor que 0.02 as alternativas serão consideradas similares, enquanto que para uma alternativa ser considerada preferencial sobre outra a diferença entre elas deve ser maior que 0.2.

Tabela 14: Matriz de decisão utilizada no THOR

	Camuflagem	Proteção Química	Reposição	Volume	Resistência
Nível A	0.08	0.5	0.17	0.17	0.33
Carvão Ativado	0.84	0.17	0.33	0.33	0.5
Tyvek	0.08	0.33	0.5	0.5	0.17
	$p=0.2$	$p=0.2$	$p=0.2$	$p=0.2$	$p=0.2$
	$q=0.02$	$q=0.02$	$q=0.02$	$q=0.02$	$q=0.02$
	$w=3$	$w=3$	$w=3$	$w=3$	$w=3$

Fonte: Autor (2019)

A partir dos dados da matriz de decisão, foi utilizado o método THOR, sendo que os cálculos executados por meio de um código em *Python* desenvolvido no Instituto Militar de Engenharia (IME). Sendo o resultado observado na Figura 7.

Figura 7: Resultado THOR

```
S1
Nível A: 0.0 | 0.5 | 0.5 | Soma: 1.0
Carvão Ativado: 0.5 | 0.0 | 0.534 | Soma: 1.034
Tyvek: 0.5 | 0.0 | 0.0 | Soma: 0.5
S2
Nível A: 0.0 | 0.0 | 0.595 | Soma: 0.595
Carvão Ativado: 0.685 | 0.0 | 0.534 | Soma: 1.219
Tyvek: 0.0 | 0.0 | 0.0 | Soma: 0.0
S3
Nível A: 0.0 | 0.0 | 0.816 | Soma: 0.816
Carvão Ativado: 0.685 | 0.0 | 0.534 | Soma: 1.219
Tyvek: 0.0 | 0.0 | 0.0 | Soma: 0.0
```

Fonte: Autor (2019)

A partir dos resultados apresentados pelo método THOR algumas observações podem ser feitas. No primeiro cenário a roupa de carvão ativado vence com uma diferença de 0.034 da roupa de nível A, não deixando uma decisão definitiva sobre qual roupa utilizar.

No segundo e terceiro cenários a roupa de carvão ativado vence com uma diferença maior da roupa de nível A.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se inferir dos resultados apresentados que o fator camuflagem para um uniforme militar cresce de importância até mesmo para as roupas de proteção NBQR, e isso fica condizente com a Doutrina Militar Naval e com a Doutrina do Corpo de Fuzileiros Navais, onde em seus manuais mais básicos tem como tópico o quesito camuflagem individual (CGCFN 0-1), vale ressaltar a importância da Proteção elencada no Manual Básico de Fuzileiros Navais (CGCFN 0-1), onde divide a proteção em Operativa e Logística, o que no neste trabalho resulta na proximidade da importância dos critérios Camuflagem e Proteção Química. Observa-se ainda que a melhor roupa de proteção atualmente utilizada ainda está 70% da roupa ideal.

Como conclusão entende-se que o decisor, encarregado de comprar uma roupa de proteção, ou de utilizar, deve levar em conta o cenário em que será utilizado, uma vez que em uma operação militar de guerra o inimigo é um fator de grande peso na decisão, fazendo com que a camuflagem seja priorizada em prejuízo da proteção química, porém em um ambiente de apoio a população civil, como um acidente químico ou ataque em local de população, o sigilo das ações não deverá ser levado como prioridade e sim a proteção química. Logo, para se ter maior capacidade de reação NBQR é necessário que tenha a disposição diferentes tipos de equipamentos com diferentes qualidades.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ACKERMANN, Fran; EDEN, Colin; CROPPER, Steve. Cognitive mapping: Getting Started with Cognitive Mapping. [S. l.], 2008. Disponível em: <https://pkab.wordpress.com/2008/01/19/getting-started-with-cognitive-mapping/>. Acesso em: 14 set. 2019.
- [2] CARVALHO, F. B., Quintal, R. S., Santos, M. (2019). Apoio Multicritério Na Seleção De Um Observador Militar Para Uma Missão Da Organização das Nações Unidas. Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS).

- [3] CHECKLAND, P.; POULTER, J. Learning for Action – A Short Definitive Account of Soft Systems Methodology and its use for Practitioners, Teachers and Students. Wiley: Chichester, 2006.
- [4] CURO, Rocio Soledad Gutierrez; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. Ensino dos métodos de estruturação de problemas para estudantes de engenharia. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia 2011, São José dos Campos - SP, 2011.
- [5] E. Terzi. (2019). Analytic Hierarchy Process (AHP) to Solve Complex Decision Problems.
- [6] GOMES, L. F. A. M., Mury, A. R., Gomes, C. F. S. (1996). Multicriteria Ranking With Ordinal Data.
- [7] GOMES, C.F.S. (1999). THOR – Um Algoritmo Híbrido de Apoio Multicritério à Decisão para Processos Decisórios com Alternativas Discretas. Tese de Doutorado, Engenharia de Produção, COPPE-UFRJ, 1999.
- [8] Marinha do Brasil. Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais – 0-1. Fundamentos De Fuzileiros Navais (2013).
- [9] Marinha do Brasil. Estado Maior da Armada – 305. Doutrina Militar Naval (2017).
- [10] MENDES, R, C, C.; SOUSA, C, O.; BEZERRA, H, S, M. (2015). Utilização da Metodologia PSM (Problem System Methodology) na análise de decisão para problemática da nova metodologia por competência adotada no SENAI-MA.
- [11] ROSENHEAD, J.; MINGERS, J. Rational analysis for a problematic world: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict. 2. Ed. West Sussex: John Willey & Sons, 375p, 2001
- [12] RYMAN, D. H. (1988). Psychological And Physiological Effects Of Wearing A Gas Mas Or Protective Suit Under Non Exercising Conditions.
- [13] SAATY, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill.
- [14] SAATY, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process.
- [15] SAATY, T. L. (2016). The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes
- [16] SANTOS, M., GOMES, C. F. S., OLIVEIRA, A., COSTA, H. G. (2019). Uma Abordagem Multicritério Para Seleção De Um Navio De Guerra De Médio Porte A Ser Construído No Brasil.
- [17] SILVA, K, O, D.; SANTOS, M.; GOMES, C, F, S. (2019). Seleção do melhor modelo de lâmpada LED para as instalações do SENAI CETIQT a partir do método multicritério THOR
- [18] TENORIO, F, M.; SANTOS, M.; GOMES, C, F, S. (2019). Revisitando o método THOR: uma pesquisa bibliométrica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 19., 2019, Rio de Janeiro, RJ. Anais
- [19] XAVIER, L.H.; GOMES, C.F.S.; VALLE, R.; NUNES, K.R.A. & CARDOSO, R. (2004). Multiple criteria decision making and environmental management through THOR system assessment: plastic material waste destination and performance evaluation of Brazilian construction and demolition waste recycling facilities – case studies. In : Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO, 2004, São João Del Rei, 1054-1064.