



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) MARCOS ANTÔNIO ALVES RANGEL JÚNIOR

**SELEÇÃO DE UM SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA
(SARP) DE APOIO APROXIMADO PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS
(CFN): UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO SAPEVO-M**

Rio de Janeiro, RJ

2019

CT (QC-FN) MARCOS ANTÔNIO ALVES RANGEL JÚNIOR

**SELEÇÃO DE UM SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA
(SARP) DE APOIO APROXIMADO PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS
(CFN): UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO SAPEVO-M**

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

SELEÇÃO DE UM SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (SARP) DE APOIO APROXIMADO PARA O CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS (CFN): UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO SAPEVO-M

Marcos Antônio Alves Rangel Júnior

MARINHA (Curso de Aperfeiçoamento Avançado do Corpo de Fuzileiros Navais)

marcosrangelfn@hotmail.com

RESUMO

No teatro de operações navais, a importância de possuir o conhecimento a respeito do inimigo é tão ou mais importante quanto as próprias tropas empregadas no terreno, pois com esse conhecimento adquirido e trabalhado no momento correto, pode-se aplicar o mínimo de força necessário, no centro de gravidade do inimigo, para atingir o objetivo e menores chance de perdas de uma unidade de combate.

A seleção dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) se torna um grande desafio para as autoridades decisórias da Marinha do Brasil, uma vez que esses meios possuem características singulares que possam impactar na mobilidade flexibilidade e o caráter expedicionário da tropa supracitada. Para este artigo, seleção deve ser baseada em critérios e características de cada aeronave no âmbito operacional. As ferramentas de apoio multicritério à decisão tem a possibilidade de assessorar o decisor, considerando os aspectos intrínsecos do equipamento e às necessidades operacionais exigidas pela tropa que as utilizam.

Foi utilizado o método SAPEVO-M (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers) para definir qual aeronave remotamente pilotada mais se adequa às necessidades do Corpo de Fuzileiros Navais. A escolha deste método se deve a quantidade relevante de militares que já possuem um senso crítico para opinar relacionado ao nível operacional já que são pilotos, quais variáveis apresentadas possuem relevância em relação às demais. O estudo mostra que aeronaves com maiores flexibilidades relacionadas ou pouso e decolagem as tornam tão ou mais interessantes que aeronaves com maior capacidade de voo.

Palvra-Chave: Aeronaves Remotamente Pilotadas, Corpo de Fuzileiros Navais, Multicritério.

ABSTRACT

In the theater of naval operations, the importance of having knowledge of the enemy is as or more important than the troops themselves employed on the ground, because with this knowledge acquired and worked at the right time, the minimum force required can be applied, at the enemy's center of gravity to achieve the target and lower chance of losing a combat unit.

Selecting remotely piloted aircraft systems (SARP) is a major challenge for Brazilian Navy decision-makers, as these means have unique characteristics that can impact the mobility, flexibility and expeditionary character of the aforementioned troop. For this article, selection should be based on criteria and characteristics of each aircraft in the operational scope. Multicriteria decision support tools have the ability to advise the decision maker, considering the intrinsic aspects of the equipment and the operational needs demanded by the troops using them.

The SAPEVO-M (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors - Multi Decision Makers) method was used to define which remotely piloted aircraft best suits the needs of the Marine Corps. The choice of this method is due to the relevant number of military personnel who already have a critical sense to opine related to the operational level since they are pilots, which variables presented have relevance in relation to the others. The study shows that aircraft with higher related flexibilities or landing and takeoff make them as or more interesting than aircraft with greater flight capacity.

Keywords: Remotely Piloted Aircraft, Marine Corps, Multicriteria.

1. INTRODUÇÃO

“Se você conhece o inimigo e conhece a si mesmo, não precisa temer o resultado de cem batalhas. Se você se conhece, mas não conhece o inimigo, para cada vitória ganha sofrerá uma derrota. Se você não conhece o inimigo nem a si mesmo, perderá todas as batalhas”. (SUN TZU, 1997)

Sabe-se que atualmente a guerra de informações é uma das principais ameaças no mundo. Quem as detém primeiro, sabendo usá-las rapidamente ao seu favor, estará muito próximo da vitória.

A possibilidade de sucesso de uma Operação será tanto maior quanto maiores forem a quantidade e a qualidade dos conhecimentos que se tenha sobre as Características da Área de Operações e sobre a Situação Militar do Inimigo (SMI). (BRASIL, 2010)

Aeronave remotamente pilotada é considerada uma aeronave não tripulada pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota, utilizada com propósito não recreativo. (DECEA, 2016)

As (ARP) tem a finalidade de transporta uma carga que seja útil para coletar informações a respeito do ambiente sobrevoado ou possuir funções destrutivas, estas cargas (*payload*) podem ser sensores com a finalidade de interpretar e analisar o terreno que está abaixo dele e também cargas explosivas para ter a capacidade de destruição.

O Ministério da Defesa proíbe ARP transportarem *payloads* com efeito destrutivo, isto é, as ARP brasileiras possuem apenas a função de reconhecimento.

Sabendo que o Corpo de Fuzileiros Navais tem a capacidade de projetar força do mar para a terra e que há possibilidade que no momento desta projeção as informações a respeito do inimigo não seja suficientes para as autoridades decisoras tomarem ações assertivas, é imprescindível a aquisição de SARP que supram a necessidade de conhecimento de forma rápida e que estes meios possam ser operacional em todo o tempo que a força estiver no terreno e em qualquer ambiente em que o CFN possa combater.

A capacidade expedicionária do CFN decorre da existência de uma tropa de pronto emprego, autossustentável e adequadamente aprestada para cumprir missões por tempo limitado, sob condições austeras e em área operacional distante de sua base. Para tanto, os SARP do CFN devem seguir este preceitos mencionados atentando para a auto sustentabilidade em operação e capacidade de serem operadas distante de suas bases. (BRASIL, 2010)

Desta forma os SARP de apoio aproximado serão analisados no quesito tático operacional tendo em vista que os militares entrevistados possuem experiências de voo e missões reais a partir do nível supracitado, com o objetivo de alimentar a ferramenta de apoio a decisão, SAPEVO-M, para tornar a pesquisa o mais fiel possível.

As Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) vêm sendo estudadas e utilizadas ao longo dos anos por organizações militares e civis, inicialmente utilizadas para ampliar a

observação, a vigilância e levantamento de inteligência, e atualmente vêm sendo empregadas como vetores aéreos capazes de realizarem até ataques ao solo. (FABRES,2018)

Desta forma o objetivo principal deste trabalho para o CFN é escolher o SARP mais adequado para o emprego com a tropa, sem perder a capacidade de combate e para a sociedade é que as forças armadas tenha um meio capaz de apoiar situação de catástrofes no sentido de busca e reconhecimento e segurança em tempo de paz.

2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O Corpo de Fuzileiros Navais possui a capacidade de operar em qualquer ambiente, consequentemente seus meios devem ser capazes de operar da mesma forma. Os SARP compatíveis com o CFN devem ter inúmeras capacidades específicas que não é necessário em outras organizações militares devido principalmente a logística leve que é uma das características dos Fuzileiros, o ambiente operacional austero e o caráter expedicionário.

O Pelotão de Aeronaves Remotamente Pilotadas PelARP, subunidade orgânica do Batalhão de Controle Aerotático e Defesa Antiaérea, detém em sua dotação, 03 SAPR de apoio aproximado, preferencialmente categoria 1.

Tabela 1 – Classificação dos SARP no Exército Brasileiro

Nível	Classe	Cat	Escalão(ões) e Níveis de Emprego Típico	Alcance de Trans	Altura de média de trabalho	Raio de ação	Missões Típicas
Tático	I	Micro	Pequenas Fr, DOFEsp	< 150 m	< =30 m	50 m	Contrater-ror, GLO, Rec de áreas confinadas.
		0 ₃	Cia/Esqd ₄	10 Km	<= 900 m	9 Km	
		1	BiaBA/Btl/Rgt /Esqd ₆	20 Km	<= 1500 m	18 Km	
	II	2	Cia7/Bda/Btl ₈ / Rgt ₉	>=54 Km	<= 3000 m	48 Km	Rec, Vig, ILDA, GE, DLPDS, DRC ₅ , QBNR, DD.
3		GBA/DE ₁₀ /FTC	>150 Km ₁₁	<= 5000 m	150 Km		
Op	III	4	FTC/TO	Ilimitado (via satélite)	<= 9 Km	Ilimitado	
Estrt		5	Etta Mi D	Ilimitado (via satélite)	> 10 Km	Ilimitado	
							Rec, Vig, ILDA, GE, DLPDS, DRC, QBNR, DD, SA.

Fonte: Nota de coordenação Doutrinária N°03/2012 – C Dout Ex, de 20/12/2012

3. ALTERNATIVA DE AERONAVES

a. FT100-HORUS CAT1

É uma aeronave de fabricação nacional, produzida pela empresa Flight Technology System (FT Sistemas). Com propulsão elétrica, sensor eletro óptico e sensor termal. Este meio é extremamente silencioso tornando-se bastante furtivo contra a percepção acústica inimiga e detecção eletromagnética, pois sua reduzida seção reta radar o torna invisível para os radares de busca. A empresa atualmente já vendeu o sistema para o Exército Brasileiro, Marinha do

Brasil e para Moçambique, este último com a intenção de fiscalizar a caça ilegal especificamente para extração de marfim.

Figura 1 – FT-100 HORUS CAT1



Fonte: www.mundogeo.com

Ficha Técnica do FT100-HORUS CAT1

Decolagem: Estilingue fixado ao solo;

Pouso: Paraquedas;

Autonomia: 1h;

Alcance: 12Km;

Tripulação: 02 operadores;

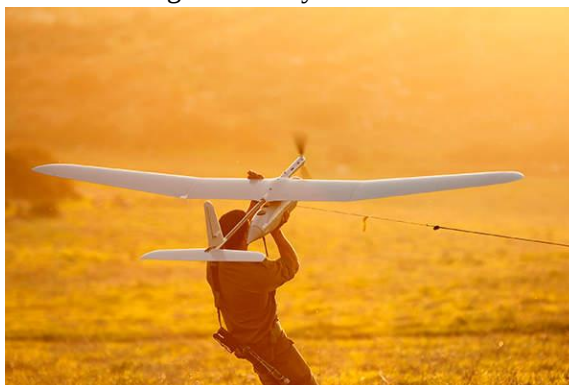
Mobilidade: O sistema é transportado em três mochilas; e

Manutenção: A sede para manutenção é em São José dos Campos – SP.

b. SKYLARK I-LEX

Segundo a Elbit Systems, o Skylark I-Lex é uma aeronave que já foi vendida para mais de 30 usuários em todo mundo incluindo países da OTAN, com dezenas de milhares de surtidas a aeronave prova o excelente histórico de segurança e máxima confiabilidade. Equipamento elétrico, silencioso e portátil o torna excelente meio de busca de conhecimento a nível batalhão. Com um inovador sistema de pouso “*deep stall*”, torna-se um meio ideal para forças que não possuam grandes áreas de recolhimento.

Figura 2 – Skylark I-LEX



Ficha Técnica do Skylark I-LEX:

Decolagem: Estilingue fixado ao solo

Pouso: Vertical

Autonomia: 3h

Alcance: 40km

Tripulação: 02 operadores

Mobilidade: O sistema é transportado em três mochilas; e

Manutenção: Haifa, Israel

c. CAMCOPTER S-100

Aeronave fabricada em Viena, tem como principais características, relacionadas ao emprego no Corpo de fuzileiros navais, pouso e decolagem na vertical. Embora a aeronave tenha seu propulsor de combustão interna a sua capacidade de *payload* possibilita que a aeronave permanecer à uma distância considerável do inimigo sem a mesma ser percebida. Menos flexível que o FT-100 HORUS e o Skylark I-LEX, devido a necessidade de ser transportada em viaturas pesadas, o alcance deste meio sobrepõem está limitação.

Figura 3 - CAMCOPTER S-100



Fonte: www.unmannednews.net

Ficha Técnica do CAMCOPTER S-100

Decolagem: Vertical;

Pouso: Vertical;

Autonomia: 6h;

Alcance: 80km;

Tripulação: 04;

Mobilidade: Equivalente a duas viaturas pesadas; e

Manutenção: Viena, Áustria.

4. MODELAGEM E ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA

A. INTRODUÇÃO

A fase inicial de preparação para o entendimento do problema, dos interesses pessoais e objetivos dos membros colaboradores, deve ser feita com atenção, visando conhecer todos os aspectos relacionados ao mesmo, influencias e empirismo. (ALMEIDA et al., 2012) Desta forma, no âmbito da Pesquisa Operacional (PO), há duas visões, para o problema estudado, bem definidas, PO *Hard* (ou Pesquisa Operacional tradicional) e PO *Soft*. A primeira pressupõem modelos de mundo tendo foco na estruturação (modelagem) do problema estudado, baseado em aspectos qualitativos, reconhecendo incertezas, desenvolvendo técnicas e métodos matemáticos buscando uma solução ótima para o problema. Esta técnica assume um comportamento mais racional, dos decisores dando maior atenção as questões técnicas para solucionar o problema empirismo. (ALMEIDA et al., 2012) Mas de acordo com Clímaco et al., 2004, esses métodos quantitativos tradicionais da PO *hard*, não puderam, isoladamente, revelar-se adequado a muitos problemas, devido a grande quantidade de variáveis subjetivas do ambiente econômico e social .

Devido à limitação do PO *Hard* foi identificado a necessidade de produzir um método que fosse possível englobar as variáveis subjetivas e aspectos qualitativos dos processos de decisão, surgindo assim, o PO *Soft*.

Na pesquisa Operacional *Soft* os critérios são gerados a partir de princípios filosóficos e teóricos e de práticas científicas diversas com exemplo o empirismo. (ALMEIDA et al., 2012). Ainda conceituando a Pesquisa operacional *Soft* uma das características é que os métodos que a utiliza, segundo GOMES, GOMES e ALMEIDA, 2006 segue sua abordagem primeiramente buscando estruturar o problema a ser resolvido (diferente do PO *Hard*,) buscando representar a complexidade, conflitos e incertezas existentes no grupo a qual se aplica, utilizando métodos gráficos e diagramas.

Segundo Rosenhead (1989), para o desenvolvimento da PO *Soft*, o mesmo apresentou algumas técnicas e abordagens chamadas de Métodos de Estruturação de Problemas (Problem-Structuring Methods – PSMs). Para (MINGERS E ROSENHEAD, 2004) Tais métodos são ferramentas que oferece aos *stakeholders* um modelo que representa a situação estudada e auxilie na tomada de decisão. Para isso esses métodos precisam:

- Permitir que surjam em conjunto, diferentes perspectivas da situação.
- Fazer com que o processo de estruturação do problema seja participativo, sendo cognitivamente acessível a todos , mesmo os que não possuem o conhecimento dos especialistas
- Operar interativamente, ajustando a representação a partir do diálogo entre os atores.
- Permitir que aperfeiçoamentos parciais ou locais sejam encontrados, ao invés de querer uma solução global

B. STRATEGIC OPTIONS AND DEVELOPMENT ANALYSIS - SODA

Segundo Almeida et al. (2012), primeiramente o SODA tem a perspectiva que o indivíduo é um descobridor ou solucionador de problemas e precisa da ferramenta de comunicação para realizar as negociações. Para registrar o ponto de vista dos decisores, o SODA utiliza, como dispositivo de modelagem o Mapa Cognitivo.

I. MAPA COGNITIVO

Colin Eden e seus colaboradores passaram a desenvolver um novo método que, baseado no mesmo princípio das *grids*, pudesse trabalhar com um maior grau de detalhe o sistema de *constructs*, gerando, assim, um dispositivo facilitador do processo de negociação ao qual eles deram o nome de mapa cognitivo. (EDEN, JONES E SIMS, 1979 e 1983)

O mapeamento cognitivo tem suas origens no estudo dos problemas relacionados com as decisões e desenvolvimento de políticas dentro de organizações. Colin Eden e um grupo de estudos, localizado na universidade de Bath, empreenderam estudos dentro da perspectiva de auxiliar tomadores de decisão envolvidos com estes tipos de problemas por meio de uma abordagem fundamentada em explorar a própria experiência dos indivíduos envolvidos na situação. (EDEN, JONES E SIMS 1979 e 1983 e ARAÚJO FILHO, 1996)

Para desenvolver uma abordagem abrangente o enfoque sobre a escolha de um SARP de apoio aproximado pauta-se em dois aspectos: o caráter expedicionário do Corpo de Fuzileiros Navais e a resistência do meio relativo ao ambiente austero, onde o mesmo será empregado.

Um exemplo de mapa cognitivo pode ser visualizado na figura 4. Sendo considerado o aspecto inicial, o caráter expedicionário do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN).

O mapa é composto de diversas frases, denominadas *constructs* ligadas por setas representando as relações entre elas. Segundo Amaral e Araújo Filho, as frases (*constructs*) representam crenças e valores e as ligações, mostrando a relação entre elas, modela a forma com que a pessoa compõe aquele conjunto de “ideias” (*constructs*) para dar sentido ao problema, além de, inclusive, fornecer o contexto em que cada um está inserido.

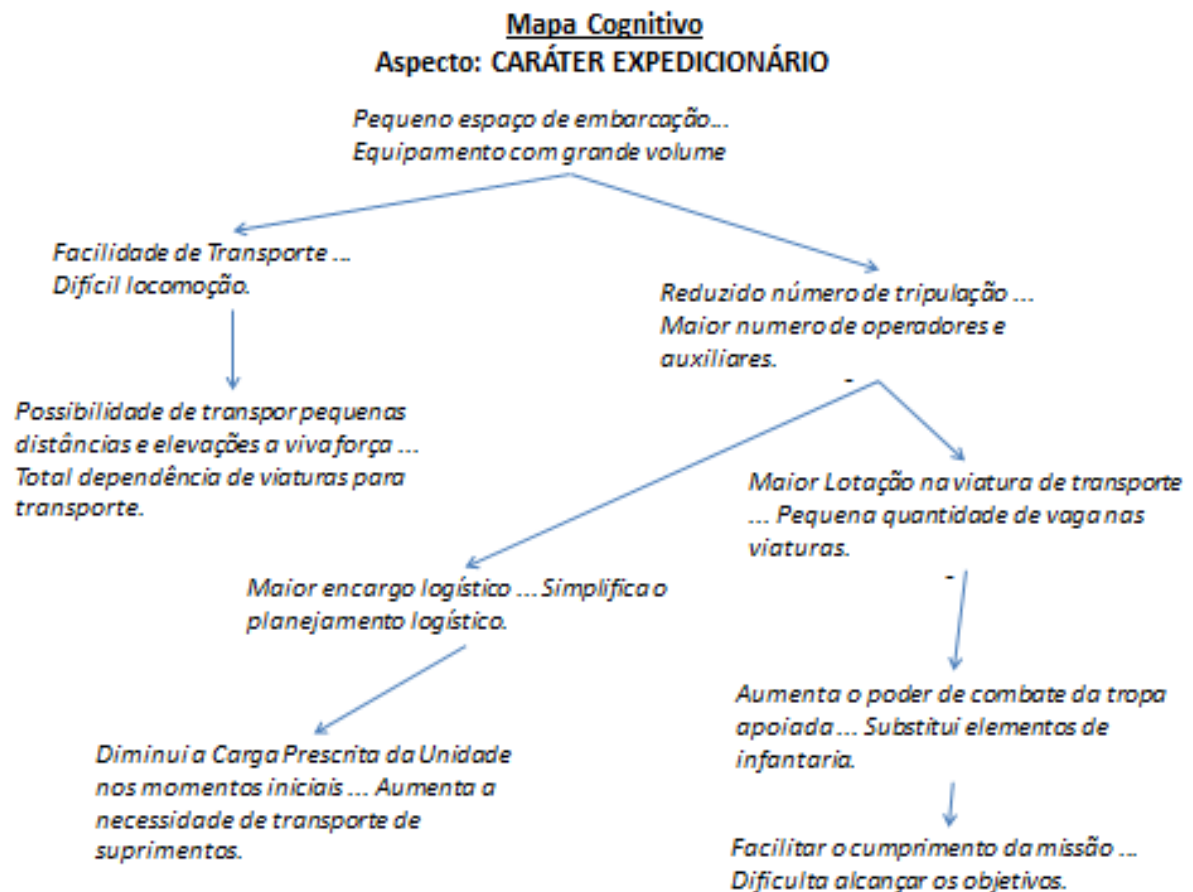


Figura 4: exemplo de um Mapa Cognitivo

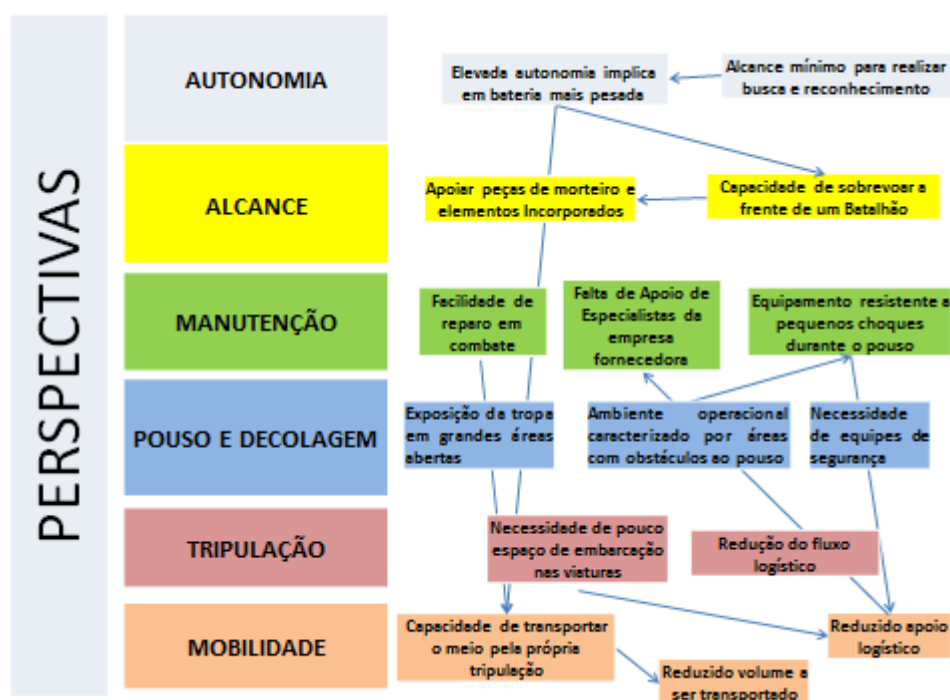
II. MAPA ESTRATÉGICO

Segundo AMARAL e ARAÚJO FILHO (1998), em seguida o facilitador do processo (pessoa que presta o auxílio) funde todos os mapa em um, que será denominado mapa estratégico, e dispõe lado a lado as diferentes concepções sobre o problema e organização.

Ainda segundo Almeida et al., devem ser respeitadas as hierarquias existentes entre as pessoas e como os conceitos estão ligados. O facilitador usa o bom senso para manter as relações hierárquicas na união das ideias para o mapa final

Abaixo segue o exemplo do mapa estratégico referente ao Estudo do (SARP):

Figura 4: exemplo de um Mapa Cognitivo



Autor(2019)

III. WORKSHOP

Após esse processo de agregação dos mapas dos decisores, acontece o *workshop*, processo mais importante do SODA, em que é exposto aos decisores o mapa estratégico.

O grupo, a partir do mapa estratégico desenvolvido na etapa anterior, discute o problema procurando encontrar a solução para o mesmo). (AMARAL, ARAÚJO FILHO, 1998)

Dependendo da complexibilidade do problema, do mapa estratégico e da disponibilidade dos decisores, o *workshop* pode durar de algumas horas ou até vários dias. Ao final do *workshop* espera-se que tenha uma maior quantidade de aspectos do problema; o aumento do consenso do grupo; e a possibilidade de registro das discussões para a tomada de decisão.

5. O MÉTODO SAPEVO-M

A abordagem multicritério de apoio à decisão caracteriza-se como um grupo de métodos que buscam evidenciar um problema, no qual as alternativas são avaliadas por múltiplos critérios, sendo na maioria dos casos de caráter divergente. (GOMES et al, 2002)

Segundo Gomes et al. (1997) o método SAPEVO-M (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors - Multi Decision Makers) representa uma nova versão do método de AMD ordinal SAPEVO, para problemas especialmente do tipo P.γ. Esta evolução da versão original estendeu o emprego do método para múltiplos decisores.

O método SAPEVO-M consiste em dois processos. Preliminarmente, deve ser realizado uma classificação baseado nas preferencias, utilizando valores ordinal entre critérios, a ser expressa por um vetor representando os pesos dos critérios. Em seguida, é feita a transformação ordinal da preferência entre alternativas dentro de um determinado conjunto de critérios, expressa por uma matriz. Uma série de comparações pareadas entre as opções quer seja critérios ou alternativas dentro de um determinado critério, denotam as informações de preferência individual de cada decisor. (TEIXEIRA, SANTOS E GOMES, 2019)

Processo 1:

a. 1º Passo:

Sejam c_i e c_j dois critérios dentro de um conjunto de critérios $C = \{c_1, c_2, \dots, c_i, \dots, c_j, \dots\}$, o grau de preferência entre eles é dado por $\delta_{ci} c_j$, no qual:

$\delta_{ci} c_j = 1 \leftrightarrow c_i \approx c_j$, isto é, c_i é tão importante quanto c_j ;

$\delta_{ci} c_j > 1 \leftrightarrow c_i > c_j$, isto é, c_i é mais importante que c_j ; e

$\delta_{ci} c_j < 1 \leftrightarrow c_i < c_j$, isto é, c_i é menos importante que c_j .

b. 2º Passo

Uma escala de sete pontos expressa a relação entre as alternativas, na qual são mensuradas, relativamente, a importância entre cada opção. A partir da avaliação entre alternativas, é obtido uma matriz com a representação numérica correspondente. A relação entre a escala de preferência e o valor numérico é expressa na Tabela 1.

PREFERÊNCIA	ESCALA NÚMERICA
<<<1 / Absolutamente Pior	-3
<<1 / Muito Pior	-2
<1 / Pior	-1
1 / Equivalente	0
>1 / Melhor	1
>>1 / Muito Melhor	2
>>>1 / Absolutamente Melhor	3

Fonte: autores

c. 3º Passo:

Seja D um conjunto de atores que decidem DM (Decision Makers), $D = \{DM_1, DM_2, \dots, DM_k, \dots, DM_n, \dots\}$ que expressam suas opiniões sobre os critérios em ordem de preferência. Para um agente decisor DM_k , estas informações geram uma matriz de avaliação MDM_k . A relação entre as duas escalas da tabela 1 permite a transformação da matriz $MDM_k = [\delta_{ci} c_j]$ em um vetor coluna $[V_i]$ de tal forma que:

$V_i = \sum_j^m$, sendo $j = 1$, observando-se a escala 2 da tabela 1 para $i = \{1, \dots, m\}$ e $k = \{1, \dots, n\}$. O vetor V representa as preferências entre critérios de cada DM.

Este método prevê, também, terminado o processo de integração da matriz, a normalização do vetor resultante. Por meio da equação: $v = [(a_{ij} - \text{Mín } a_{ij}) \div (\text{Máx } a_{ij} - \text{Mín } a_{ij})]$, esta normalização garante a geração de valores não negativos

Durante a normalização dos critérios, os menores valores, dos pesos dos critérios, assumem valor zero, sendo substituídos por um valor arbitrado de 1% do valor imediatamente superior; este procedimento deve-se ao fato de não fazer sentido que um determinado critério possua peso nulo.

2) Processo 2:

a. 4º Passo:

Dado o conjunto de alternativas, estas são comparadas par a par para cada critério, semelhante ao 1º passo (obtenção do vetor peso dos critérios).

b. 5º Passo:

Analogamente ao 2º passo, repete o processo, agora para as alternativas.

Desta maneira, será transformada a matriz: $E = \{e_{i,k,l}\}$; em um vetor coluna A_i , onde $e_{i,k,l}$ é o valor da comparação entre pares da alternativa a_k com a alternativa a_l dentro do critério I , para cada agente decisor DM. Sendo assim, obtém-se o vetor coluna A , onde $A = \sum_{ADM} A_i$ da matriz M ($n \times m$). Alterando-se o critério I na qual as alternativas foram avaliadas, procede-se novamente a comparação pareada e a integração do vetor, de modo que a matriz M seja toda preenchida.

Teixeira et al. (2019) concluíram que o resultado da preferência entre as alternativas é expresso pelo vetor resultante da multiplicação entre matrizes do vetor peso dos critérios V e de avaliação das alternativas M . As alternativas são, então, ordenadas em ordem decrescente dos valores numéricos obtidos, gerando-se o ranking desejado.

6. APLICAÇÃO PRÁTICA

Sendo observadas as condições necessárias para essas aeronaves serem consideradas compatíveis com os tipos de missão através do método SODA, segue abaixo os critérios a serem considerados:

➤ **Decolagem e Pouso** – Com o objetivo de minimizar a exposição contra observação e fogos inimigos, o CFN preza para que o deslocamento seja o mais protegido e sigiloso possível, desta forma em grande parte do tempo as tropas serão posicionadas em locais cobertos, essas ações de proteção limitam consideravelmente as áreas de pouso e decolagem dos SARP. Sendo assim, quanto menor for a necessidade do sistema em ter área

livre para o pouso e decolagem, menor será a exposição do operador contra observação e fogos inimigos.

➤ **Autonomia** – Tempo que a aeronave é capaz em permanecer no ar. Em algumas missões impostas para o PelARP, é necessário realizar varreduras na área delimitada, essa ação consome tempo considerável de voo para o cumprimento da missão, sendo assim é crucial que a aeronave possua uma autonomia máxima possível.

➤ **Alcance** – Distância máxima que uma aeronave é capaz de percorrer pode voltar para a área de pouso.

➤ **Tripulação** – Quantidade de militares engajados na operação do sistema. O espaço em embarcações de desembarque, viaturas blindadas e outros meios pertencentes ao CFN, geralmente são reduzidos, isso implica na necessidade mínima de militares operadores do sistema escolhido para dar espaço a tropa em contato direto com a força adversa.

➤ **Mobilidade** – Meios necessários para transportar a aeronave e acompanhar a tropa apoiada.

➤ **Manutenção** – Carga logística para manter a aeronave em pronto emprego. Devido à possibilidade da tropa ser empregada em um ambiente hostil referente ao terreno, a possibilidade de danos na aeronave, faz-se constantemente presente. Desta forma as manutenções devem ser o mais simples possível para que o militar possa executar em campo e com o mínimo de ferramentas específicas.

Foi realizada um entrevista com o Capitão Tenente do Quadro Complementar de Fuzileiros Navais, Marcos Antônio Alves Rangel Júnior, militar com experiência na área de operação com aeronaves remotamente pilotadas de categoria 1. Operou o SARP Carcará I e Carcará II da empresa SANTOS LAB e FT-100 HORUS CAT 1 da empresa FT SISTEMAS, o Primeiro Tenente do Quadro Complementar de Fuzileiros Navais Felipe Wentz Vieira, piloto do SARP FT-100 HORUS CAT1, formado em engenharia mecânica pela Universidade do Estado de Santa Catarina e o cabo fuzileiro naval Lucas Galdino Rosa, piloto do SARP FT-100 HORUS CAT1.

Foi realizada um pesquisa de aeronaves possivelmente capazes de cumprir as exigências operacionais para o comprimento das missões do Corpo de Fuzileiro Navais, buscando características técnicas nos sites oficiais das empresas destas aeronaves, adequando estas informações para a utilização no método SAPEVO-M.

Sabendo dos problemas supracitados e necessidade de avaliação de agentes decisões, com experiência, foi modelado um conjunto de critérios e família de aeronaves para que fosse possível haver a interação entre os decisores e compatibilidade com o método SAPEVO-M.

Tabela 1: Quadro de Especificações das Aeronaves

	FT100 HORUS CAT1	SKYLARK I-LEX	CAMCOPTER S-100
DECOLAGEM	Bungee Launch	Bungee Lauch	Vertical takeoff
POUSO	Paraquedas	Vertical Land	Vertical Land
AUTONOMIA	1h	3h	6h
ALCANCE	12km	40km	80
TRIPULAÇÃO	2	2	4
MOBILIDADE	02 militares	02 militares	2 ategos + antena rebocada

MANUTENÇÃO	Brasileiro	Israel	Autríaca
-------------------	------------	--------	----------

Autor(2019)

Apoio Multicritério à Decisão (AMD) ou Análise Multicritério busca uma solução de compromisso, negociada frente aos vários objetivos que deve atender. Busca, pois, não a solução estritamente ótima, mas a solução de consenso. (JANNUZZI et. al., 2009)

Os métodos multicritérios de apoio à decisão são técnicas de assessoramento ao agente decisor (indivíduo, grupo de indivíduos, comitê de especialistas ou lideranças) para a tomada de decisões sobre problemas complexos, avaliando, ordenando ou selecionando alternativas mediante diferentes pontos de vista e dentro de critérios pré-definidos. (GOMES e GOMES, 2014)

O método SAPEVO-M (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors - Multi Decision Makers) é uma evolução do método SAPEVO proposto por Gomes e Gomes em 1997.

Segundo Gomes e Santos, 2018 o método SAPEVO-M é uma ferramenta ordinal para problemas tipicamente do tipo P.y. Este tipo de problema tem como objetivo esclarecer a decisão por um arranjo obtido pelo reagrupamento de todas ou parte das ações em classes de equivalência. Essas classes são ordenadas de modo completo ou parcial, conforme as preferências do(s) decisor(es). O resultado pretendido é um procedimento de ordenação.

Tabela 2: Quadro de escala de avaliação dos critérios.

ESCALA	EXPRESSÃO LINGUÍSTICA CORRESPONDENTE
-3	ABSOLUTAMENTE MENOS IMPORTANTE
-2	MUITO MENOS IMPORTANTE
-1	MENOS IMPORTANTE
0	EQUIVALENTE
1	MAIS IMPORTANTE
2	MUITO MAIS IMPORTANTE
3	ABSOLUTAMENTE MAIS IMPORTANTE

Autor(2019)

a. RESULTADO DO MÉTODO SAPEVO-M

Tabela 3: Obtenção do vetor pesos dos critérios :

	MARCOS RANGEL	VIEIRA	GALDINO	Peso (SOMA)
DECOLAGEM	0,411764706	1	0,3125	1,724264706
POUSO	0,001764706	0,636363636	0,125	0,763128342
AUTONOMIA	0,176470588	0,005454545	0,3125	0,494425134
ALCANCE	0,588235294	0,636363636	0,00125	1,22584893
TRIPULAÇÃO	1	0,636363636	1	2,636363636
MOBILIDADE	0,882352941	0,363636364	0,5625	1,808489305
MANUTENÇÃO	0,352941176	0,545454545	0,3125	1,210895722

O vetor do peso dos critérios será:

1º) Tripulação = 2,63

2º) Mobilidade = 1,80

3º) Decolagem = 1,72

Observa-se que o vetor que possui maior peso (2,63) se destaca consideravelmente em relação aos outros critérios e que o segundo e terceiro estão bastante próximos (1,80 e 1,72).

Tabela 4: Avaliação do critério decolagem.

DECOLAGEM	Marcos Rangel	Vieira	Galdino	Total Decolagem
FT100-HORUS	0	0	0	0
SKYLARK-LEX	0	0	0	0
CAMCOPTER	1	1	1	3

Os vetores resultantes indicam que a ordem de prioridade segundo o critério decolagem será:

1º) CAMCOPTER: 3

2º) SKYLARK I-LEX: 0

3º) FT-100 HORUS: 0

Observa-se que preferência do modo de decolagem do CAMCOPTER S-100 é unanime entre os três decisores:

Tabela 5: Avaliação do critério pouso.

POUSO	Marcos Rangel	Vieira	Galdino	Total Decolagem
FT100-HORUS	0	0	0	0
SKYLARK-LEX	0,666666667	0,666666667	1	2,333333333
CAMCOPTER	1	1	1	3

Os vetores resultantes indicam que a ordem de prioridade segundo o critério pouso será:

1º) CAMCOPTER: 3

2º) SKYLARK I-LEX: 2,333

3º) FT-100 HORUS: 0

Observa-se que preferência do modo de pouso do CAMCOPTER S-100 é unanime entre os três decisores:

Tabela 6: Avaliação do critério autonomia.

AUTONOMIA	Marcos Rangel	Vieira	Galdino	Total Decolagem
FT100-HORUS	0	0	0	0
SKYLARK-LEX	0,5	0,5	0,5	1,5
CAMCOPTER	1	1	1	3

Os vetores resultantes indicam que a ordem de prioridade segundo o critério autonomia será:

- 1º) CAMCOPTER: 3
 2º) SKYLARK I-LEX: 1,5
 3º) FT-100 HORUS: 0

Foi realizada uma proporcionalidade entre os valores reais de autonomia e os valores a serem preenchidos na tabela como o objetivo de adequar a escala indicada.

Tabela 7: Avaliação do critério alcance.

ALCANCE	Marcos Rangel	Vieira	Galdino	Total Decolagem
FT100-HORUS	0	0	0	0
SKYLARK-LEX	0,5	0,5	0,5	1,5
CAMCOPTER	1	1	1	3

Os vetores resultantes indicam que a ordem de prioridade segundo o critério alcance será:

- 1º) CAMCOPTER: 3
 2º) SKYLARK I-LEX: 1,5
 3º) FT-100 HORUS: 0

Foi realizada uma proporcionalidade entre os valores reais de alcance e os valores a serem preenchidos na tabela como o objetivo de adequar a escala indicada.

Tabela 8: Avaliação do critério tripulação.

TRIPULAÇÃO	Marcos Rangel	Vieira	Galdino	Total Decolagem
FT100-HORUS	1	1	1	3
SKYLARK-LEX	1	1	1	3

CAMCOPTER	0	0	0	0
-----------	---	---	---	---

Os vetores resultantes indicam que a ordem de prioridade segundo o critério tripulação será:

- 1º) FT-100 HORUS: 3
2º) SKYLARK I-LEX: 3
3º) CAMCOPTER: 0

Foi realizada uma proporcionalidade entre os valores reais de tripulação e os valores a serem preenchidos na tabela como o objetivo de adequar a escala indicada.

Tabela 9: Avaliação do critério mobilidade.

MOBILIDADE	Marcos Rangel	Vieira	Galdino	Total Decolagem
FT100-HORUS	1	1	1	3
SKYLARK-LEX	1	1	1	3
CAMCOPTER	0	0	0	0

Os vetores resultantes indicam que a ordem de prioridade segundo o critério mobilidade será:

- 1º) FT-100 HORUS: 3
2º) SKYLARK I-LEX: 3
3º) CAMCOPTER: 0

Observa-se que a praticidade relacionada ao transporte do equipamento, se fez mais importante que a velocidade de locomoção.

Tabela 10: Avaliação do critério manutenção.

MANUTENÇÃO	Marcos Rangel	Vieira	Galdino	Total Decolagem
FT100-HORUS	1	1	1	3
SKYLARK-LEX	0	0	0	0
CAMCOPTER	0	0	0	0

Os vetores resultantes indicam que a ordem de prioridade segundo o critério manutenção será:

- 1º) FT-100 HORUS: 3
2º) SKYLARK I-LEX: 0

3º) CAMCOPTER: 0

Observa-se a preferência unânime entre aeronaves nacionais quando o critério é relacionado a manutenção.

Tabela 11: Matriz de avaliação resultante.

MATRIZ	DECOL.	POUSO	AUTON.	ALCANCE	TRIPUL.	MOBILIDADE	MANUTENÇÃO
FT100-HORUS	0	0	0	0	3	3	3
SKYLARK-LEX	0	2,33	1,5	1,5	3	3	0
CAMCOPTER	3	3	3	3	0	0	0

Tabela 12: Obtenção da matriz de ordenação.

ALTERNATIVAS	GRAU OBTIDO	ORDEM
FT100-HORUS	6,705882353	2º
SKYLARK-LEX	6,5	3º
CAMCOPTER	7,941176471	1º

Ranking resultante entre a multiplicação matricial entre o vetor resultante dos pesos dos critérios com o vetor resultante de avaliação será:

- 1º) CAMCOPTER S-100
- 2º) FT-100 HORUS
- 3º) SKYLARK I-LEX

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Presume-se que os resultados acima indicam o CAMPOPTER como a melhor opção para aquisição devido à preferência pelo mesmo em mais da metade das avaliações executadas. Porém é importante enfatizar que não foi esgotado todos os critérios de seleção de cada sistema, pelo contrário, os critérios assumidos foram o técnico operacional onde os decisores possuem mais experiência de opinar, critérios políticos financeiros e estratégicos não foram abordados e não por isso se tornam menos importantes sendo o objetivo principal do artigo, a aplicação prática do método SAPEVO-M.

Todos os cálculos e interações foram realizados através de uma planilha do programa Excel, mas poderia ter sido utilizado o programa disponível na internet SAPEVOWEB, que apresentaria os mesmos resultados do Excel, com pequenas variações. A vantagem do SAPEVOWEB é que ele apresenta uma interface mais amigável e autoexplicativa, além de apresentar automaticamente resultados sem necessidade de aplicação de fórmulas.

O problema em si, da escolha de um dos três sistemas de aeronaves remotamente pilotadas, parece simples, já que a resposta seria obviamente o sistema com melhor desempenho tático operacional (autonomia e alcance). Contudo, ao longo deste artigo, observa-se que a resposta não é tão simples, pois existe inúmeras variáveis não quantificáveis envolvidas no processo decisório. E mesmo levando-se em consideração os aspectos puramente técnicos, também não é uma escolha fácil.

Ainda que as autoridades decisórias optassem pela pior alternativa no entendimento deste artigo, como o FT-100 HORUS, contrariando os resultados obtidos neste artigo, não se pode afirmar que esta será a pior decisão, uma vez que financeiramente, politicamente e estrategicamente, nenhum dos três decisores, têm a visão sistêmica que as autoridades com maior experiência estratégica e política.

8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; MORAIS, Danielle Costa; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; ALENCAR, Luciana Hazin; DAHER, Suzana de França Dantas. Decisões em Grupo e Negociação : Método e Aplicações. Ed. Atlas S.A. São Paulo, 2012.

AMARAL, Daniel Capaldo; ARAÚJO FILHO, Targino de. Aplicação Da Metodologia Soda No Processo De Desenvolvimento De Produto, 1998.

ARAÚJO FILHO, T. Relatório de pesquisa: a abordagem soft da PO. São Carlos-SP: UFSCar, 1996.

BRASIL, Departamento de Controle do Espaço Aéreo Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro ICA100-40, 2016.

BRASIL. Exército. Centro de Doutrina do Exército. Nota de coordenação doutrinária Nº 03/2012: Emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL,CGCFN-0-1. Manual Básico dos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais, Marinha Do Brasil Comando-Geral Do Corpo De Fuzileiros Navais, 2010.

EDEN, C., JONES, S., SIMS, D. Messing about problems: a informal structured approach to their identification and management. Oxford:Pergamon Press, 1983.

FABRE, Fábio Araújo, Vantagens e Desvantagens na substituição dos Helicópteros por Aeronaves Remotamente Pilotadas nas tarefas de Reconhecimento e Vigilância, 2018.

GOMES, Carlos Francisco Simões; SANTOS, Marcos dos. SAPEVO-M a multicriteria ranking with ordinal data, 2018.

GOMES, L. F. A. M., MURY, A. R., GOMES, C. F. S. Multicriteria ranking with ordinal data Systems Analysis Modelling Simulation, 1997.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões. Tomada de decisão gerencial: Enfoque multicritério (5a ed.). São Paulo, Atlas, 2014.

JANNUZZI, Paulo De Martino. Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações, Informática Pública, 2009.

MINGERS J., ROSENHEAD J. Problem Structuring Methods in Action. European Journal of Operation Research , v. 152, p.530 – 554, 2004.

TEIXEIRA, Luiz Frederico Horácio de Souza de Barros; SANTOS, Marcos dos; GOMES, Carlos Francisco Simões. Proposta e Implementação em Python do Método Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers: Uma Ferramenta Web Simples e Intuitiva para Apoio a Decisão Multicritério, Rio de Janeiro, 2019.

TSU, Sun. Arte da Guerra. 7ªEd.Geração Editorial, 1997.

CONSULTAS ON LINE

SAPEVO-M - Disponível em: < <http://www.sapevoweb.com>>. (Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors – Multi Decision Makers), Acessado em: 08MAI2019

Figura 1: <https://mundogeo.com/blog/2013/09/11/exercito-realiza-operacao-com-vant-horus-ft100/> Acessado em 09MAI2019

Figura 2: <https://www.army-technology.com/projects/skylark-i-lex-mini-unmanned-aircraft-system-uas/> Acessado em 09MAI2019

Figura 3: <https://unmannednews.net/industry-news/schiebel-camcopter-s-100-successfully-demonstrates-new-comint-and-imaging-payloads-to-australian-army-customer/> Acessado em 09MAI2019 21:58