

Estruturação de um Modelo de Decisão Multicritério para Avaliação de “Mission Capability Packages”

Nilton de Oliveira Lessa^{1,2}, Mischel Carmen Neyra Belderrain¹, Osvaldo Catsumi Imamura²

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica / ITA – Praça Mal. Eduardo Gomes, 50 – São José dos Campos – SP CEP 12228-900

²Instituto de Estudos Avançados / IEAv – Rodovia dos Tamoios Km 5,5 – Putim – São José dos Campos – SP CEP 12228-001

Resumo — O presente trabalho propõe uma abordagem multicritério para classificar o nível das capacidades militares disponíveis para uma Força Aérea, visando apoiar o processo de planejamento operacional no que tange à avaliação da composição de um pacote de missão aérea. Tratando-se esta avaliação como um problema de categorização, apresenta-se uma estrutura de modelo de apoio à decisão baseada no método ELECTRE TRI, em face dos conceitos que este método adota e de suas características como método de agregação não-compensatória. Apresenta-se um exemplo de categorias propostas para a avaliação das capacidades presentes no pacote de missão aérea.

Palavras-chave — Capacidades, planejamento operacional, Pacote de Missão Aérea.

I. INTRODUÇÃO

O sucesso do emprego operacional de uma FA estará intrinsecamente relacionado à qualidade do planejamento que previr como se dará esse emprego. Por outro lado, o planejamento depende do grau de conhecimento acerca do que se é capaz de executar com os meios de que se dispõe. Não obstante uma nação tenha bem definidos que objetivos almeja e quais efeitos deveria provocar a fim de atingi-los, naturalmente suas possibilidades de sucesso estão atreladas às capacidades de que dispõe.

Desta forma, é possível que algumas de suas capacidades sejam suficientes para que se imponham determinados efeitos, porém, pode haver outras que não se encontrem nos níveis necessários para tanto. A relevância deste tipo de consideração reside na idéia de que estratégia pode ser entendida, entre outras definições, como “a arte de aplicar com eficácia os recursos de que se dispõe ou de explorar as condições favoráveis de que porventura se desfrute, visando ao alcance de determinados objetivos” [1].

Em face desta assertiva, o presente artigo tem por objetivo apresentar, como forma de colaborar com o processo decisório inserido em um planejamento operacional, um modo de classificar as capacidades à disposição de um comandante operacional para formação de pacotes de missão aérea, considerando as condições e o risco para o sucesso de uma missão, em função do grau de proficiência das capacidades e do quantitativo de meios disponíveis para o pacote.

O trabalho estrutura-se de forma que na seção II caracterizam-se, do ponto de vista da Análise Operacional, as recentes mudanças nos atuais cenários de aplicação do poder militar, de modo geral. Na seção III, propõe-se o apoio multicritério à decisão como abordagem para o problema, discorrendo-se mais especificamente sobre o método ELECTRE TRI.

Na seção IV, discutem-se brevemente as orientações comumente seguidas pelo processo de planejamento e *design* de uma operação. Finalmente, as ideias para aplicação dos conceitos do ELECTRE TRI para construção das categorias do modelo são discutidas na seção V, seguida das considerações finais deste artigo.

II. ANÁLISE OPERACIONAL

A Pesquisa Operacional (PO) é comumente chamada de Análise Operacional (AO) quando empregada no contexto de Defesa e das operações envolvendo o emprego de forças militares [2-3]. Exemplos de questões de interesse na área de Defesa, as quais podem ser respondidas pelo emprego de Análise Operacional, envolvem a avaliação da efetividade de operações no cumprimento de tarefas, na criação de efeitos desejados em um teatro operacional e atingimento de objetivos em uma campanha militar; bem como prescrições sobre como resultados podem ser melhorados, do ponto de vista de efetividade ou de eficiência [3].

Referência [2] oferece um *overview* sobre a AO na defesa, no qual se discute, principalmente, o impacto de um ambiente de defesa em constante alteração. Dentre os aspectos citados por [2] que afetam as aplicações de Análise Operacional merecem destaque:

(a) A mudança nas aplicações da capacidade militar, caracterizada pela necessidade atual de se considerar uma ampla gama de cenários e espectro de operações. Tal espectro varia, de um lado, dos tradicionais cenários de conflito armado a, de outro lado, uma gama de operações de “não-guerra” ou “operações de paz”, e no extremo pacífico do espectro, encontra-se a operação puramente humanitária em um situação de não-conflito, onde a natureza militar dos ativos utilizados é puramente incidental.

(b) As mudanças tecnológicas e de conceitos de guerra ou de aplicação de poder militar, as quais são caracterizadas, basicamente, pela mudança nos instrumentos de aplicação da capacidade militar. Atualmente, a maior delas é a evolução que coloca a gestão da informação no cerne do modo como as operações militares serão realizadas. O objetivo principal no que tange à informação é permitir que os comandantes, bem como os participantes nas operações em todos os níveis, possam tomar decisões melhores e mais rápidas. A visão é refletida em conceitos como “capacidade de guerra centrada-em-rede”, a qual engloba os elementos necessários para proporcionar efeito militar preciso e controlado, de forma rápida e confiável.

III. O APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, dada uma multiplicidade de critérios [4-5].

Existem basicamente três formulações (denominadas “problemas”, conforme a literatura) que servem de orientação à estruturação do problema numa situação de tomada de decisão: (1) a de escolha, orientada à seleção do menor número possível das “melhores” alternativas, de tal modo que finalmente uma única possa ser escolhida; (2) a de ordenação, voltada a estabelecer um *ranking* das alternativas; e (3) a de classificação, a qual consiste em classificar as alternativas dentro de classes pré-existentes, definidas por limites ou elementos típicos da classe [4-5], conforme ilustra a Fig. 1.

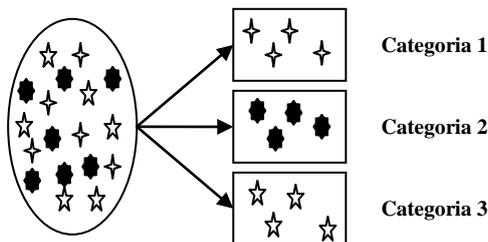


Figura 1. Ilustração de um problema de classificação

No contexto deste trabalho o problema será estruturado de acordo com a formulação (3), ou seja, a de uma problemática de classificação (em categorias pré-estabelecidas).

Problemas de classificação multicritério (PCMs) envolvem o desenvolvimento de modelos de decisão para a atribuição das alternativas em grupos ordenados pré-definidos [6]. Tais problemas muitas vezes surgem em diversas situações de tomada de decisão, em áreas como finanças, *marketing*, medicina, modelagem ambiental, gestão da produção, etc [7]. Os métodos de apoio à decisão multicritério (MCDA) podem ser divididos, no contexto dos PCM em três classes [6]):

- A primeira inclui métodos baseados no desenvolvimento de funções de valor ([8-12] *apud* [6]).
- A segunda classe de métodos inclui abordagens de superação ou sobreclassificação (*outranking*), em cujo contexto o modelo de decisão é expresso em uma forma relacional que permite a comparação das alternativas com alguns perfis de referência de cada grupo. Este é o caso para o método ELECTRE TRI [13-14]) e outros métodos similares propostos na literatura, a exemplo de ([15-17] *apud* [6]).
- A terceira categoria inclui os modelos simbólicos expressos sob a forma de regras de decisão. Esta abordagem baseia-se, principalmente, em uma extensão da *rough sets theory* que permite o desenvolvimento de regras de decisão que usam uma relação de dominância, em vez da tradicional relação de indiscernibilidade nesta mesma teoria [18 *apud* 6].

O presente artigo identifica o ELECTRE TRI como um método adequado para o objetivo aqui proposto. O ELECTRE TRI adota uma abordagem baseada em métodos de subordinação e síntese (ou superclassificação) [3-4; 13-14] e pertence à família ELECTRE (*ELimination Et Choice Traidusaint la REalité*) de métodos desenvolvidos pela escola francesa e essencialmente utilizado em problemas de classifi-

cação de alternativas, ou seja, nos quais se busca associar o desempenho das alternativas a categorias pré-definidas.

O ELECTRE TRI classifica as diversas alternativas para a solução de um problema por meio da comparação de cada alternativa potencial com uma referência estável (padrão/alternativa de referência). As alternativas de referência são fictícias e servem para limitar as categorias, ou seja, cada categoria é limitada superior e inferiormente por duas alternativas de referência. Assim, a classificação de uma alternativa *a* resulta da comparação de *a* com os perfis de referência que definem os limites das categorias [5;13-14]. Denote-se por *F* o conjunto de índices dos critérios g_1, g_2, \dots, g_m ($F=\{1, 2, \dots, m\}$) e por *B* o conjunto de índices dos perfis que definem *p*+1 categorias ($B=\{1, 2, \dots, p\}$), com b_h sendo o limite superior da categoria C_h e o limite inferior da categoria C_{h+1} , $h = 1, 2, \dots, p$, conforme ilustra a Figura 2 [14; 19-21].

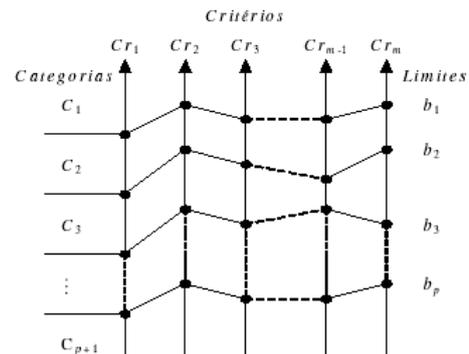


Figura 2. Categorias e limites no método ELECTRE TRI
 Fonte: Referência [21]

Para proceder à classificação das alternativas, o ELECTRE TRI estabelece a construção de uma relação de subordinação *S*, que caracteriza como as alternativas são comparadas aos limites das classes. Esta relação de subordinação *S* visa a validar ou invalidar a assertiva aSb_h (e $b_h Sa$), cujo significado é "a é pelo menos tão boa quanto b_h ".

O que ocorre no ELECTRE TRI é uma avaliação de alternativas de acordo com os múltiplos critérios considerados, de forma que se permita uma comparação destas alternativas com os perfis de desempenho b_h que delimitam as categorias, a fim de classificá-las nestas categorias definidas pelo tomador de decisão [22].

Uma descrição mais profunda do método, ou seja, dos conceitos e algoritmos a ele associados, pode ser encontrada em diversas referências [13-14; 23-29], incluindo-se as fórmulas de cálculo para determinação dos índices supramencionados e das relações de superação entre as alternativas, visando à decisão. Porém, para o presente artigo, as etapas de cálculo não serão aplicadas, pois o interesse do trabalho reside nos conceitos que embasam a estrutura do método para determinação das categorias de “decisão” de classificação das alternativas.

IV. O PLANEJAMENTO OPERACIONAL

O planejamento operacional é orientado para a realização dos objetivos políticos e estratégicos estabelecidos pelas autoridades políticas e militares, devendo ser executado de acordo com condicionantes políticas e restrições de recursos definidos por estas próprias autoridades [37].

O planejamento operacional procura traduzir a orientação ou direcionamento estratégicos em uma série programada de ações militares integradas, realizadas por forças conjuntas para alcançar objetivos estratégicos de forma eficiente e segundo riscos aceitáveis. O processo começa com uma análise da situação e da missão para desenvolver uma apreciação clara do "quê" deve ser feito, em quais "condições" e dentro de quais "limitações". Em seguida, com base nesta apreciação, concentra-se em determinar "como" as ações devem ser organizadas dentro de um projeto operacional mais amplo [37].

O projeto operacional (o "como") fornece a base para o desenvolvimento posterior do conceito operacional e dos planos dele decorrentes. O que se denomina "a arte operacional" é aplicada para determinar a melhor forma de conduzir operações ("ways"), usando as forças e capacidades disponíveis ("means") para atingir os objetivos finais ("ends") [37]. A chave para a aplicação da arte operacional é a capacidade de prever como se darão o emprego de forças e seus efeitos no tempo e no espaço, para apreciar o universo de possibilidades e antecipar os resultados prováveis e as suas implicações [37]. Enfim, o planejamento operacional procura descrever a seqüência de ações com a maior probabilidade de estabelecimento das condições militares necessárias para se alcançar o estado-final desejado. Em outras palavras, é um planejamento orientado para o objetivo.

No planejamento e condução de operações, a arte operacional exige que comandante e equipe apreciem o quadro estratégico e respondam a quatro questões [37]:

- a. Que condições militares devem ser atingidas na área operacional para se atingir os objetivos estratégicos? (Fins)
- b. Como as ações devem ser organizadas no tempo e espaço para estabelecer essas condições? (Modos)
- c. Quais as capacidades e outros recursos militares devem ser aplicados, dentro dos limites estabelecidos, para melhor produzir essas condições? (Meios)
- d. Quais riscos estão envolvidos e como mitigá-los?

A arte operacional busca equilibrar as influências de tempo, espaço e forças a fim de se obter e manter a iniciativa e se definir as condições militares para o sucesso [37]. Neste sentido, a Tabela I associa as dimensões a serem consideradas em termos do efeito desejado às principais dimensões operacionais a serem levadas em conta visando ao efeito pretendido.

TABELA I – DIMENSÕES PARA BALANCEAMENTO DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL

Dimensões de efeito	Dimensões operacionais	Possíveis métricas
"Delivery-time" (como uma função do tamanho da força e do domínio operacional)	Espaço-temporal	Velocidade relativa com que as forças podem reconhecer, ocupar, tornar segura ou controlar uma determinada área.
Momento da "entrega" e duração do efeito.	Força e tempo	Prontidão e disponibilidade de força e suporte logístico ao longo do tempo.
Escopo e extensão do efeito	Espaço e força	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de controlar ou dominar áreas significativas. • Concentração e dispersão de forças na área de operações.
Alcance do efeito	Espaço; tempo e força	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de projetar a força em um região; • Velocidade relativa para construir capacidades decisivas.

"Ends, ways, and means" devem ser considerados dentro de três "domínios operacionais" separados, porém inter-relacionados: os domínios físico, cibernético e moral. O que se denomina a arte operacional visa a determinar as diferentes possibilidades e conseqüências associadas a cada domínio na concepção de operações. Conforme descritos por [37]:

a. Domínio Físico compreende os objetos físicos, as ações e os efeitos na área operacional. Nele incluem-se forças militares, populações civis, facções armadas, recursos logísticos e de infra-estrutura, bem como a geografia, oceanografia, e meteorologia.

b. Domínio Cibernético inclui os sistemas de comando e controle na área operacional, incluindo a sua capacidade de coletar, tratar e difundir informação; para tomada de decisões oportunas, bem como para o comando e controle de operações.

c. Domínio Moral constituído pela motivação, convicção e comprometimento de indivíduos e grupos para perseguição de seu objetivo. Representa a "vontade" que lhes permite superar o medo e adversidade, bem como a coesão que os une. Nele incluem-se aspectos cognitivos, como a crença em uma causa, doutrinação e julgamento, bem como as respostas emocionais, como patriotismo e espírito de corpo.

A Tabela II caracteriza os diversos objetivos típicos do planejamento operacional, conforme a ênfase de cada domínio operacional considerado [37], em termos dos principais conceitos (destacados em negrito) no campo do Apoio Multi-critério à Decisão (ADM) [4-5].

TABELA II. FOCO DAS OPERAÇÕES MILITARES EM CADA DOMÍNIO OPERACIONAL

Planejamento Operacional	Focos em cada domínios operacional [37]		
	Físico	Cibernético	Moral
Objetivos estratégicos (Fins) / Objetivos fundamentais na terminologia do Apoio à Decisão Multi-critério (ADM)	Negar aos oponentes os recursos físicos que precisam para levar adiante suas intenções e atingir seus objetivos.	Tornar as forças adversárias incapazes de perceber situações de forma precisa, tomar decisões e dirigir ações de modo oportuno para cumprir com suas intenções.	Minar a crença das forças adversárias quanto à viabilidade de seus objetivos, quebrando sua coesão e reduzindo sua vontade de lutar.
Projeto da Operação (Modos ou formas) / Objetivos-meios no ADM	Destruição física, atrito, ruptura ou negação de ação aos oponentes por intermédio da aplicação de poder de fogo letal e não-letal e manobra na área de operações conjuntas.	Negar, romper ou atrasar a coleta e intercâmbio de informações; comunicar informação falsa ou confusa; e atacar os meios de comando e controle, inclusive ataques físicos aos sistemas oponentes.	Promover atitudes e comportamentos de governos, organizações, grupos e indivíduos inclusive àqueles que sejam inimigos, aliados e neutros, de forma a suportar o atingimento dos objetivos da força.
Critérios para comparação das alternativas no ADM.	Critério para comparação das capacidades exigidas para que a operação a ser conduzida possa atingir seus objetivos operacionais ou estratégicos.		
Meios / Alternativas no ADM.	Configuração de "Mission Capability Packages" aéreas = Conjunto de capacidades em nível operacional, decompostas em tarefas fundamentais, condições e padrões (i.e. critérios e medidas)		

Operações Conjuntas

Como observação adicional, no caso de operações conjuntas, as concepções de um comandante — conceito operacional; logístico; de desdobramento; e organizacional — envolvem o uso e a sincronização das capacidades de diferentes forças (singulares) de maneira a se obter sinergia. Um modelo no nível de campanha inclui funções conjuntas nos ambientes aéreo, marítimo e terrestre, bem como funções associadas ao transporte logístico, em maior ou menor detalhe, pois diferentes forças têm diferentes visões acerca das capacidades de armamentos e de outros parâmetros operacionais e de desempenho [39].

Para a modelagem de capacidade como sistemas apresentam-se nesta seção os diversos elementos a serem modelados como componentes do sistema “capacidade”. Alguns componentes representam subsistemas operacionais (logo, sistemas em si) e, por conseguinte, também poderão ser tratados como (sub)capacidades.

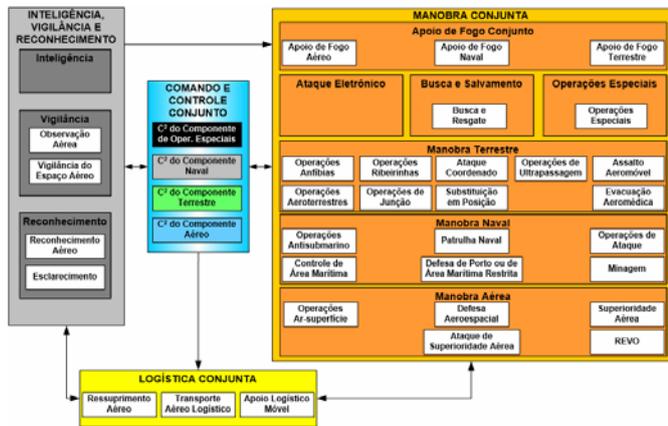


Fig. 3. Diagrama de relacionamento entre capacidades no nível operacional [40].

V. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DO ELECTRE TRI PARA CONSTRUÇÃO DAS CATEGORIAS DO MODELO

Os métodos da família ELECTRE são apropriados para a análise de problemas multicritério que envolvem critérios com naturezas de avaliação bastante heterogêneas entre si, sendo difícil agregar os critérios em uma única escala. No caso de ações militares, os aspectos temporais, geoespaciais e de magnitude geralmente não permitem compensação no tocante ao seu papel de imposição de um efeito [30], logo necessitam de procedimentos de agregação não-compensatória para sua análise [30-32]. Métodos não-compensatórios servem adequadamente ao tipo de julgamento proposto porque requerem uma informação inter-critério correspondente à relativa importância entre os múltiplos critérios a serem considerados, não se traduzindo na noção de compensação característica dos métodos de critério único de síntese, a qual sugere haver uma quantidade que contrabalance a desvantagem de um critério em relação a uma vantagem em outro [33].

O problema abordado no presente trabalho está relacionado com a classificação das capacidades que uma FA deveria (hipoteticamente) possuir em relação aos objetivos que se deseja alcançar, assumindo que esta classificação deva ser realizada para apoiar decisões de planejamento operacional e

que deva basear-se em informações que expressem de forma determinística os níveis de capacitação da FA.

A especificação de categorias de risco operacionais C_{h+1} e perfis b_h and b_{h+1} para aplicações de defesa pode ser adaptada a partir dos passos descritos em [22] para um caso de aplicação não-militar. A determinação das categorias de risco operacional depende fundamentalmente da percepção que o decisor tem dos diferentes níveis de risco relacionados às alternativas sob seu controle, o que por sua vez depende da disponibilidade de recursos, bem como da doutrina e do conjunto de diferentes estratégias, políticas, regras de engajamento e medidas que o comandante deverá considerar.

A categoria de risco mais elevado envolve aquelas situações com maior probabilidade de resultarem em graves consequências sobre pessoas ou material. Esta classe exige ações relativamente urgentes, que muitas vezes exigem alterações em poucos aspectos, porém fundamentais para a probabilidade de sucesso em uma missão [22].

Por outro lado, a categoria de menor nível de risco permite um planejamento de longo ou prazo médio para encontrar soluções eficazes a um custo aceitável [22].

Os perfis de referência b_h e b_{h+1} para cada categoria C_k corresponderão aos desempenhos de alternativas fictícias nas três dimensões, “tempo, espaço e força”, as quais possam ser consideradas como marcadores referenciais para o sucesso ou fracasso na missão. Neste caso, o processo de determinação dos perfis de referência para as categorias de risco operacional deve ser conduzido pelo comandante, de acordo com o Conceito de Operações (CONOPS) que seguirá. Exemplos de como o processo de especificação de perfis de referência pode ser realizado são apresentados em obras tais como [25] — que descreve um processo em que os perfis pode ser inferidos por meio de exemplos de alternativas ordenadas diretamente pelo decisor — ou outras publicações ([34-36] *apud* 22)).

No presente artigo, os autores propõem na Tabela III algumas categorias construídas sob a ótica do método ELECTRE TRI para avaliação das possibilidades de sucesso de um pacote de missão, em função de suas capacidades.

A idéia representada na Tabela III é partir de categorias (C_0 até C_5) que expressem áreas de capacidades de interesse estratégico-operacional para uma força aérea — desde a capacidade de uma força em realizar sua “mobilidade estratégica” até a fase em que, tendo atendido suas necessidades de auto-proteção da força (C_1), consciência sobre o teatro de operações (C_2 , em que se avaliam as capacidades de inteligência, vigilância ou reconhecimento); comando e controle (C_3); e engajamento/aplicação da força (C_4); avaliam-se também suas condições de sustentação das operações pelo horizonte de tempo considerado pelo comandante ou planejador da operação (C_5). Dentro de cada área de capacidade (C_0 até C_5), propõem-se diversas (sub)categorias ($C_{0,1}$, $C_{0,2}$, $C_{0,3}$, $C_{0,4}$..., $C_{5,1}$, $C_{5,2}$, $C_{5,3}$, $C_{5,4}$) que expressam diferentes níveis de capacidade que um pacote de missão aérea poderá apresentar, dependendo e considerando os aspectos qualitativos e quantitativos dos elementos e recursos que a compuserem. A divisão de categorias/áreas de capacidade proposta foi inspirada nos trabalhos desenvolvidos em [40] e em atributos de interesse operacional para a Força Aérea Brasileira apontados em [38].

As diferenças entre categorias representam os gaps entre os possíveis níveis de capacidade existentes, de forma a tornar claro que ganho operacional caracterizaria a passagem de um nível para outro.

Por exemplo, um pacote classificado (avaliado) como C_{5,4} ou C_{5,3} significa ter todas as condições qualitativas (no que tange à capacidade logística) para cumprir a missão dentro do CONOPS do comandante, porém a diferença entre ser classificado em uma ou na outra categoria está em evidenciar para o comandante se ele tem ou não ter ou não o quantitativo de recursos necessários para sustentar a operação de acordo com sua expectativa ou planejamento.

Por outro lado, a diferença entre C_{5,3} ou C_{5,2} destaca duas situações bem distintas na qual a anterior evidencia um problema de quantidade de recursos e a posterior aponta para uma situação em que a limitação não está na quantidade, mas sim nos atributos técnico-operacionais para o cumprimento a missão (ou seja, não se tem o recurso “certo” para a missão).

TABELA III. CATEGORIAS PROPOSTAS PARA AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DE PACOTES DE MISSÃO AÉREA

Capacidade	Categorias para avaliação de pacote missão
C ₅ : Logística (Conjunta)	<p>Considerando: as condições do ambiente operacional (meteorológicas; se operação noturna ou diurna); Raio de ação; Capacidade de transporte de passageiros resgatados.</p> <p>C_{5,4}: O pacote de missão possui capacidade com a proficiência necessária e meios na quantidade suficiente para assegurar a “sustentação de operações”.</p> <p>C_{5,3}: O pacote de missão possui capacidade com proficiência necessária, mas talvez não meios na quantidade suficiente para assegurar a “sustentação de operações”.</p> <p>C_{5,2}: O pacote de missão possui meios em quantidade suficiente mas não a capacidade com a proficiência necessária para assegurar a “sustentação de operações”.</p> <p>C_{5,1}: O pacote de missão não possui nem a capacidade com a proficiência necessária, nem quantidade suficiente para assegurar a “sustentação de operações”.</p>
C ₄ : Engajamento ou Aplicação de Força	<p>C_{4,4}: O pacote de missão possui capacidade com a proficiência necessária e meios na quantidade suficiente para permitir a combinação de fogo e movimento para posicionamento vantajoso em relação ao inimigo, ou a criação das condições para a conquista dos objetivos estipulados, bem como para sua sobrevivência.</p> <p>C_{4,3}: O pacote de missão possui capacidade com a proficiência necessária, mas talvez não meios na quantidade suficiente...</p> <p>C_{4,2}: O pacote de missão possui meios em quantidade suficiente mas não a capacidade com a proficiência necessária...</p> <p>C_{4,1}: O pacote de missão não possui a capacidade com a proficiência necessária, nem quantidade suficiente...</p>
C ₃ : Comando e Controle	<p>Considerando: os atributos de capacidades de detecção de alvos; capacidades de integração de subsistemas; capacidade de comunicação. (por voz e/ou datalink).</p> <p>C_{3,4}: O pacote de missão possui capacidade com a proficiência necessária e meios na quantidade suficiente para tornar possível a criação de consciência situacional; e difusão oportuna da intenção de comando e de informações de controle, de modo que se tenha a capacidade de sincronizar fogo com a manobra idealizada.</p> <p>C_{3,3}; C_{3,2}; C_{3,1}: Análogos às descrições das categorias acima.</p>

C ₂ : Inteligência, Vigilância e Reconhecimento	<p>C_{2,4}: O pacote de missão possui capacidade com a proficiência necessária e meios na quantidade suficiente para permitir a coleta, busca, análise e difusão de informações precisas e oportunas sobre a área de operações e sobre o inimigo.</p> <p>C_{3,3}; C_{3,3}; C_{3,1}: Análogos às descrições das categorias acima.</p>
C ₁ : Defesa Aeroespacial	<p>C_{3,4}: O pacote de missão possui capacidade com a proficiência necessária e meios na quantidade suficiente para permitir o emprego de medidas de controle do espaço aéreo e defesa aeroespacial, de forma assegurar a proteção da força.</p> <p>C_{3,3}; C_{3,3}; C_{3,1}: Análogos às descrições das categorias acima.</p>
C ₀ : Logística (Conjunta)	<p>Considerando: os atributos para a capacidade de reabastecimento em voo; e os atributos para capacidade de transporte (aéreo).</p> <p>C_{0,4}: O pacote de missão possui capacidade com a proficiência necessária e meios na quantidade suficiente para assegurar a realização de “mobilidade estratégica”.</p> <p>C_{0,3}; C_{0,2}; C_{0,1}: Análogos às descrições das categorias acima.</p>

Em termos de aplicação prática das categorias propostas na Tabela III, de modo geral elas expressarão o resultado final de uma avaliação em termos estratégicos de uma determinada configuração de “Mission Capability Packages” aéreos, possibilitando efetuar comparações entre diferentes alternativas de configuração em função das capacidades exigidas para que a operação a ser conduzida possa lograr êxito em atingir seus objetivos.

Mais especificamente, é possível observar que o modelo acima poderá ser aprimorado para oferecer outras contribuições significativas, em termos de sua aplicabilidade, para os níveis operacional e tático de decisão, tais como:

- Apoio ao desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão, que avaliem o provável grau de sucesso de operações.
- Avaliação quanto ao emprego combinado dos meios aeroespaciais, navais e terrestres, de forma a possibilitar a comparação e o balanceamento do uso de meios disponíveis considerando aspectos de oportunidade, necessidade e eficácia, confrontados com os riscos inerentes à missão.
- Avaliação dos efeitos sinérgicos de cada missão designada, de forma a apoiar o planejamento de um conjunto de missões que favoreça a atingir um objetivo;
- Avaliações dos níveis de capacidades operacionais em função da realização de exercícios operacionais.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, foi proposta a estruturação de um modelo de apoio à decisão multicritério com a finalidade de avaliar as possibilidades de sucesso e limitações de um pacto de missão aérea, com base em suas capacidades operacionais.

Discutiu-se como se daria a construção do modelo com base na estruturação de um problema de classificação, mais especificamente baseado nos conceitos do método ELECTRE TRI.

Apresentaram-se as principais ideias com respeito à aplicação do modelo de forma adequada ao escopo e foco do processo de planejamento e *design* operacional.

Finalmente, uma sugestão de estrutura (preliminar) foi oferecida neste trabalho, tendo sido apontado que a mesma estrutura pode ser empregada em outras aplicações de interesse operacional. Futuros trabalhos deverão aprofundar a discussão do modelo para as outras aplicações citadas, bem como a estruturação de modelo similar voltado às questões de planejamento institucional e desenvolvimento da Força Aérea.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Houaiss, M.S. Villar, F.M.M. Franco. Dicionário Houaiss da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- [2] R.A. Forder, Operational research in the UK Ministry of Defence: an overview, *Journal of the Operational Research Society*, v. 55, p. 319–332, 2004.
- [3] A. G. Loerch, L. B. Rainey. (ed). *Methods for conducting military operational analysis*. Alexandria, VA: Military Operations Research Society, 2007, 856p.
- [4] L. F. A. M. Gomes, C. F. S. Gomes, A. T. Almeida. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. São Paulo: Atlas, 2002.
- [5] L. F. A. M. Gomes; M. C. G. Araya; C. Carignano. *Tomada de decisão em cenários complexos: introdução aos métodos discretos de apoio multicritério à decisão*, São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.
- [6] M. Doumpos, Y. Marinakis, M. Marinaki, C. Zopounidis. An evolutionary approach to construction of outranking models for multicriteria classification: The case of the ELECTRE TRI method. *European Journal of Operational Research*, v. 199, p. 496–505, 2009.
- [7] C. Zopounidis, M. Doumpos. Multicriteria classification and sorting methods: A literature review. *European Journal of Operational Research*, v. 138, n. 2, p. 229–246, 2002.
- [8] V. Bugera, H. Konno, S. Uryasev. Credit cards scoring with quadratic utility function. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. v. 11, p. 197–211, 2002.
- [9] K. Dembczynski, W. Kotlowski, R. Slowinski. Additive preference model with piecewise linear components resulting from dominance-based rough set approximations. *Lecture Notes in Computer Science* 4029, p. 499–508, 2006.
- [10] M. Köksalan, C. Ulu. An interactive approach for placing alternatives in preference classes. *European Journal of Operational Research*, v. 144, p. 429–439, 2003
- [11] C. Zopounidis, M. Doumpos. A multicriteria decision aid methodology for sorting decision problems: The case of financial distress. *Computational Economics*, v. 14, n. 3, p. 197–218, 1999.
- [12] C. Zopounidis, M. Doumpos. Building additive utilities for multi-group hierarchical discrimination: The MHDIS method. *Optimization Methods and Software*, v. 14, n. 3, p. 219–240, 2000.
- [13] W. Yu. ELECTRE TRI. Aspects méthodologiques et guide d'utilisation. Document du LAMSADE n° 74. Université Paris – Dauphine, 1992.
- [14] J. Figueira, V. Mousseau, B. Roy. ELECTRE methods. In: *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. Boston: Springer Science + Business Media Inc, 2005.
- [15] N. Belacel. Multicriteria assignment method PROAFTN: Methodology and medical applications. *European Journal of Operational Research* v. 125, p. 175–183, 2000.
- [16] M. Doumpos, C. Zopounidis. A multicriteria classification approach based on pairwise comparisons. *European Journal of Operational Research*, v. 158, n. 2, p. 378–389, 2004.
- [17] P. Perny, 1998. Multicriteria filtering methods based on concordance and discordance principles. *Annals of Operations Research*, v. 80, p. 137–167.
- [18] S. Greco, B. Matarazzo, R. Slowinski, Rough sets theory for multicriteria decision analysis. *European Journal of Operational Research* v. 129, p. 1–47, 2001.
- [19] V. Mosseau, R. Slowinski, P. Zielniewicz. ELECTRE TRI 2.0a. Methodological Guide and User's Manual. Document du LAMSADE. France: Université Paris – Dauphine, Fevereiro, 1999.
- [20] A.L.P. Freitas, M.A.B.A. Marinho, F.M. Margem. Emprego do método ELECTRE TRI na classificação de hotéis. *Anais do VIII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*. São Paulo: FGV-EAESP, 2005.
- [21] H.G. Costa, A. C. Soares, P.F. Oliveira. Avaliação de transportadores de materiais perigosos utilizando método ELECTRE TRI. *Gestão & Produção*, UFSC, São Carlos, SP, v. 11, n. 2, p.1-2, mai.-ago 2004
- [22] A. J. Brito, A. T. Almeida, C.M.M. Mota. A multicriteria model for risk sorting of natural gas pipelines based on ELECTRE TRI integrating Utility Theory. *European Journal of Operational Research*, v. 200, p. 812–821, 2010.
- [23] B. Roy, D. Bouyssou, Aide multicritère à la decision: Méthodes et Cas. *Economica*, Paris. 1993.
- [24] B. Roy, *Multicriteria for Decision Aiding*. Kluwer Academic Publishers, London, 1996.
- [25] V. Mousseau, R. Slowinski, Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples, *Journal of Global Optimization*, v. 12, p. 157–174, 1998.
- [26] L. Dias, J. Clímaco, ELECTRE TRI for groups with imprecise information on parameter values. *Group Decision and Negotiation*, v. 9, p. 355–377, 2000.
- [27] V. Mousseau, J. Figueira, J-Ph. Naux. Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: Some experimental results. *European Journal of Operational Research*, v. 130, p. 263–275, 2001.
- [28] L. Dias, V. Mousseau, J. Figueira, J. Clímaco, An aggregation/disaggregation approach to obtain robust conclusions with ELECTRE TRI. *European Journal of Operational Research*, v. 138, p. 332–348, 2002.
- [29] V. Mousseau, L. Dias, Valued outranking relations in ELECTRE providing manageable disaggregation procedures. *European Journal of Operational Research* v. 156, p. 467–482, 2004.
- [30] N.O. Lessa. Proposta de metodologia de apoio ao planejamento estratégico da Força Aérea Brasileira, Tese de Mestrado, 129p. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2006.
- [31] D. Bouyssou, T. Marchant, An axiomatic approach to non-compensatory sorting methods in MCDM. I: The case of two categories. *European Journal of Operational Research*, v. 178, p. 217–224, 2007.
- [32] D. Bouyssou, T. Marchant, An axiomatic approach to non-compensatory sorting methods in MCDM. II: More than two categories. *European Journal of Operational Research* v. 178, p. 246–276, 2007
- [33] A.T. Almeida. Integração da Teoria da Utilidade com o método Electre para problemas não compensatórios. *Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. São João del-Rei, MG, 2004.
- [34] L.C. Dias, V. Mousseau, IRIS: A DSS for multiple criteria sorting problems. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 12, p. 285–298, 2003.
- [35] S. Damart, L. C. Dias, V. Mousseau, Supporting groups in sorting decisions: methodology and use of a multi-criteria aggregation-disaggregation DSS. *Decision Support System*, v. 43, p. 1464–1475, 2007.
- [36] D. Bouyssou, T. Marchant, M. Pirlot, A. Tsoukias, P. Vincke, *Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria: Stepping Stones for the Analyst*. Springer, USA. 445p., 2006.
- [37] North Atlantic Treaty Organisation (NATO). Guidelines for operational planning (GOP). Belgium: Supreme Headquarters Allied Power Europe. Jun 2005.
- [38] A. S. D'Amato. Comparing and prioritizing aircraft requests in the Brazilian Air Force. Tese de Mestrado. 155p. George Mason University, 2010
- [39] M. A. Youngren, Joint modeling and analysis, cap. 6. In: W.P. Hughes JR. (Ed.). *Military modeling for decision making*. 3 ed. Alexandria: Military Operations Research Society, 1997, 375p.
- [40] BRASIL. Ministério da Defesa. Projeto SISTED: especificação de requisitos sistêmicos. 2010, 26p.