

ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA APOIAR DECISÕES ESTRATÉGICAS: O CASO DA COMPRA DE AVIÕES CAÇAS PELO GOVERNO BRASILEIRO

Annielli Araújo Rangel Cunha

Universidade Federal de Pernambuco
Cx. Postal 7462, Recife-PE, 50.630-970
annielli.rangel@yahoo.com.br

José Leão e Silva Filho

Universidade Federal de Pernambuco
Cx. Postal 7462, Recife-PE, 50.630-970
zeleao@gmail.com

Danielle Costa Moraes

Universidade Federal de Pernambuco
Cx. Postal 7462, Recife-PE, 50.630-970
dcmoraes@ufpe.br

RESUMO

Decisões estratégicas envolvem análise de critérios para a contemplação dos diferentes objetivos a que se destina. Esse tipo de decisão é tomada considerando as informações presentes visando consequências futuras. Dessa forma destaca-se a importância de ferramentas que auxiliem o tomador de decisão a organizar as informações disponíveis de maneira a garantir que todos os aspectos relevantes foram devidamente considerados e reduzir a possibilidade de arrependimentos. Esse trabalho analisa o processo de escolha de aviões de caça pelo governo brasileiro, apresentando um modelo de decisão multicritério como meio de aumentar a transparência do processo decisório ao considerar em sua estrutura os aspectos mais relevantes. Para isso foi utilizado o método ELECTRE III e realizadas análises do impacto de melhorias no desempenhadas alternativas, evidenciando a importância dos critérios sobre a classificação das alternativas no processo decisório.

PALAVARAS CHAVE. Decisão estratégica, Aviões de caça, Multicritério,
ADM - Apoio à Decisão Multicritério,

ABSTRACT

Strategic decisions involve a balancing of criteria for the contemplation of different objectives which it is intended. This kind of decision is made considering the information presented to aim future consequences. Thus, it is highlighted the importance of tools that helps the decision maker to organize the available information to ensure that all relevant aspects were taken into account and reduce the possibility of regrets. This paper analyzes the choice of fighter aircraft by the Brazilian government, with the use of multi-criteria decision models as a means of increasing the transparency of decision making by considering all relevant aspects in its structure. For this we used the ELECTRE III method and made analyzes of the impact of the importance of the criteria on the choice made.

KEYWORDS. Strategic Decision, Aircraft, Multicriteria

ADM - Multicriteria Decision Support

1. Introdução

Em cenários que envolvem decisões complexas, com diferentes objetivos, muitas vezes conflitantes, o uso de modelos pode facilitar o processo de tomada de decisões. O alcance no longo prazo e o relacionamento com os objetivos a médio e curto prazo são características das decisões estratégicas. Dessa forma, as decisões devem ser tomadas como um meio efetivo de se alcançar resultados futuros, baseados nas informações e expectativas presentes.

O tempo necessário para o estabelecimento de objetivos, levantamento de alternativas, definição de critérios e, por fim, o julgamento dessas alternativas até culminar em uma escolha pode se prolongar por anos. Esse intervalo entre a identificação de uma necessidade até a definição de uma escolha pode ser ainda maior quando se trata de decisões estratégicas e políticas.

A substituição dos caças de interceptação da Força Aérea Brasileira (FAB) retrata como um processo de decisão pode se prolongar por anos. Em 1994 o governo brasileiro começa a busca por interessados em oferecer os novos aviões de caça. Em 2001, o edital de compra é lançado e apenas em 2013 o governo anuncia a escolha do modelo de caça que será comprado e que devem ser entregues até 2023.

Além disso, a transparência e a eficiência do processo decisório e dos critérios escolhidos para essa análise e até mesmo a escolha final podem ser questionados. No caso da compra dos aviões de caça, um modelo chegou a ser anunciado por um presidente em 2010. O governo seguinte mostrava interesse por outro modelo, no entanto o modelo escolhido foi um terceiro (O Globo, 2013).

O processo decisório sobre a compra de caças tem se mostrado polêmica em várias nações do mundo. Na Suíça, o caça escolhido foi o que obteve os piores resultados nos testes (Suíça, 2009). Na Austrália, apesar do caça escolhido ter obtido bons resultados, os membros do parlamento discutiram se valeria a pena pagar um valor tão alto e se a defesa do país realmente necessitaria de um poderio militar tão alto (Austrália, 2012). Portanto, o uso de modelos de decisão neste tipo de decisão estratégica se faz necessário para evitar erros que trazem transtornos futuros.

Um modelo de decisão define a forma que problemas de decisão são tratados e suas informações organizadas para, com isso, comparar alternativas e fazer escolhas, satisfazendo aos objetivos e as expectativas futuras, de forma transparente.

Em situações em que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher e esta escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos critérios, muitas vezes conflitantes entre si, pode-se dizer que esse é um problema de decisão multicritério (Roy, 2005).

A abordagem de apoio à decisão multicritério visa ajudar os tomadores de decisão a organizar e sintetizar informações de modo a levá-los a sentirem-se mais confortáveis e confiantes acerca da decisão tomada, minimizando a possibilidade de arrependimento por estar satisfeito que todos os fatores ou critérios tenham sido apropriadamente levados em conta (Belton e Stewart, 2002).

Assim, esse artigo tem como objetivo apresentar um modelo multicritério para auxiliar o processo de decisão estratégica na priorização de alternativas. Para isso, é apresentado o caso da compra dos aviões de caça, pelo governo brasileiro, sintetizando os critérios divulgados para avaliação das alternativas, comparando-as com relação aos objetivos pretendidos e fazendo análises e simulações considerando a priorização das alternativas.

2. Decisão Multicritério

A decisão é fortemente relacionada com a comparação de diferentes pontos de vista, alguns em favor e alguns contra uma determinada perspectiva. Isto significa que a decisão está intrinsecamente relacionada com uma pluralidade de pontos de vista, o que pode ser aproximadamente definida como critérios (Figueira et al 2005).

Roy (1996) afirma que decisões são feitas quando se escolhe fazer ou não fazer algo, optando por fazê-la de certo modo.

Os métodos multicritério de apoio à decisão constituem um conjunto de modelos que

fazem o necessário para explicitar os julgamentos subjetivos e o processo pelo qual eles são tomados levando em conta a transparência. Logo, segundo Belton & Stewart (2002) o principal benefício é facilitar o aprendizado dos tomadores de decisão, proporcionando entendimento acerca do problema enfrentado, acerca de suas prioridades e as dos demais, e através destes, no contexto do problema, explorar valores e objetivos para guiá-los na identificação de um curso de ação preferido.

Harvey (1986) defende que a construção de um modelo ajuda a colocar as complexidades e possíveis incertezas que acompanham um problema de tomada de decisão dentro de uma estrutura lógica passível de uma análise abrangente, onde se pode perceber as alternativas de decisão, os efeitos previstos e os dados relevantes para analisar as alternativas e levar a conclusões.

Diversos problemas são tratados com o apoio de modelos de decisão multicritério, seja para contextos com apenas um decisor ou ainda para os casos em que a decisão deve ser feita em grupo, considerando a avaliação das diferentes alternativas por diversos decisores (Fontana e Moraes, 2013; Schramm, Silva e Moraes, 2012; Levino e Moraes, 2012; Cunha e Moraes, 2012; Cunha e Moraes, 2011). Para a construção de modelo de decisão multicritério, Almeida (2013) sugere as seguintes etapas:

- 1-Identificação dos decisores.
- 2-Identificação dos objetivos.
- 3-Estabelecimento dos critérios relevantes.
- 4-Estabelecimento da estrutura de espaço de ações, da problemática, e desenvolvimento do processo de geração de alternativas.
- 5-Avaliação e identificação dos fatores relevantes que não estão sob o controle do decisor.
- 6-Modelagem de preferências do decisor que inclui as duas etapas a seguir e é base para a escolha do método multicritério.
- 7-Avaliação intra-critério.
- 8-Avaliação inter-critério.
- 9-Avaliação global das alternativas.
- 10-Análise de sensibilidade e de robustez.
- 11-Análise dos resultados e elaboração de recomendação para o decisor.
- 12-Implementação da decisão.

A escolha do método multicritério de apoio à decisão a ser aplicado deve considerar os tipos de dados requeridos pelo decisor. Roy (1996) identificou quatro diferentes problemáticas, largas tipologias ou categorias do problema, para as quais os métodos de apoio à decisão multicritério podem ser úteis: Problemática de Escolha, Problemática de Classificação, Problemática de Ordenação e Problemática de Descrição.

Seguindo essas definições, o problema de análise e decisão na compra de aviões de caça para substituir os aviões obsoletos, utilizado pela Força Aérea Brasileira, pode ser enquadrado em um problema de decisão multicritério. Assim, as características do problema podem ser exploradas e analisadas de maneira estruturada permitindo com isso maior transparência no processo de priorização e a possibilidade de analisar as alternativas de decisão considerando de maneira apropriada todos os critérios envolvidos.

Os métodos multicritério de apoio à decisão permitem um maior aprendizado sobre o problema enfrentado, sendo esse talvez o principal benefício de seu uso. Este aprendizado pode, inclusive, repercutir no tempo necessário para a tomada de decisão e na satisfação sobre a decisão tomada.

3. Análise do processo de compra de aviões de combate

O processo da compra de um caça por um país é uma análise bastante estratégica. Os decisores devem levar em conta fatores diversos que aliem as necessidades da região que eles representam com as potencialidades dos aviões oferecidos e essa questão nem sempre é evidenciada de maneira tão clara. Além disso, fatores geopolíticos possuem grande importância,

mas que não podem ser facilmente mensurados.

A seguir, o processo de escolha de aviões de combate pelo Brasil, será apresentado seguindo a construção de modelos de decisão multicritério sugerida.

3.1 A escolha do caça

Para dar início a um processo de decisão é necessário que se obtenha informações e que o problema esteja bem estruturado. Dessa forma a formulação do problema é vital para a eficiência de sua solução. Encaixar um problema de decisão em um modelo pode resultar em uma solução correta de um problema errado (Bouysou et al, 2006).

O Brasil viveu recentemente um processo de compra de um caça. Foi um processo longo e com muitas reviravoltas que durou quase 15 anos até a sua conclusão e mesmo depois de assinado, ainda há questionamentos sobre a escolha do país. A aeronave deve condições para substituir os Mirage 2000C/B (cuja desativação vai começar em 2015), os F-5EM (entrando em desmobilização ao longo de 2021) e AMX (por volta de 2023). No total, a projeção envolve entre 120 e 150 aviões (SENADO, 2008).

O projeto F-X nasceu nos anos 90 quando o Comando da Aeronáutica identificou a necessidade de adquirir novas caças para substituir os Mirage III, que até 2005 faziam parte do 1º Grupo de Defesa Aérea.

Em 2007 o Estado-Maior da Aeronáutica instituiu a Comissão Gerencial do Projeto F-X2 que conduziria a aquisição das novas caças por meio de escolha direta. (LEITE, 2014)

Ao fim de 2013, o Brasil decide pelo caça Sueco Gripen NG. (BRASIL, 2013). No entanto o modelo escolhido é uma nova versão, ainda em desenvolvimento do Gripen CD. Esta decisão foi festejada pelo governo como um passo adiante na defesa do território nacional, mas foi muito criticada por não ter levado em conta vários aspectos deste processo, dentre eles o fato do modelo sueco ser o único dos modelos da concorrência que nunca foi utilizado em operações. Dentre os argumentos utilizados pelo Brasil, basicamente três foram citados com mais veemência: o preço, a possibilidade de transferência total de tecnologia e a capacidade de suprir as necessidades de defesa do país.

3.2 Avaliação das alternativas para compra de um caça

A decisão de compra de um caça por um país é normalmente uma decisão fechada para a sociedade, pois os países a tem como uma decisão que afeta a soberania nacional. Analisando as entrevistas dadas pelos gestores representantes dos países que passaram por este processo recentemente, é possível perceber que esta decisão é tomada levando em conta quatro prismas fundamentais:

- Técnico: este aspecto envolve a capacidade real do caça de realizar a defesa do território.
- Financeiro: composição do custo absoluto do avião,
- Político: a compra do avião pode ser uma ação política em busca de outros acordos favoráveis para ambos,
- Estratégico: a relação comercial da compra do avião pode se ampliar e envolver a possibilidade de desenvolver a indústria nacional de defesa e dar impulso a cooperação militar com outros países.

A análise das alternativas de decisão deve contemplar esses aspectos e atender, simultaneamente, tanto quanto possível, ao melhor desempenho em cada um deles. Para tanto, esses aspectos podem ser entendidos como objetivos.

Os objetivos estão associados às consequências da escolha pela alternativa a ser seguida. A estes objetivos são associadas variáveis que os representam e permitem a avaliação de cada alternativa, com base em cada objetivo. Essas variáveis podem ainda ser chamadas de atributos e dimensões (Almeida, 2013).

Inicialmente seis empresas e seus respectivos produtos foram pré-selecionados para participarem da disputa. Assim, as alternativas iniciais de decisão foram:

Tabela 1 - Alternativas pré-selecionadas

Modelo	Empresa	País	Modelo	Empresa	País
F-18 E/F	Boing	EUA	Su-35	Rosboronexport	Rússia
F-35	Lockheed Martin	EUA	Gripen NG	SAAB	Suécia
Rafale	Dassault	França	Typhoon	Eurofighter	Consórcio Europeu

As propostas foram avaliadas e, considerando os aspectos operacionais, logística, técnico, compensação comercial (offset) e transferência de tecnologia, três alternativas foram eliminadas por não atingirem aos requisitos exigidos pelo governo brasileiro (especialmente no que se refere à transferência de tecnologia) e, com isso se chegou a uma *short-list* para prosseguir na disputa composta pelos modelos: Gripen NG, Rafale e F-18 (LEITE, 2014).

Em 2010, o Comando da Aeronáutica remeteu ao Ministério da Defesa o Relatório Final do Projeto F-X2, um instrumento de assessoria a decisão do Governo Federal, que na pessoa do presidente da república, caracteriza-se como o decisor.

É importante destacar que cada decisor pode ponderar os atributos de maneira particular, segundo a importância relativa que atribui a cada critério. Dois presidentes detiveram a responsabilidade de escolher entre as alternativas e expuseram ponderações diferentes. A presidente atual, que finalmente escolheu o caça, justificou a sua escolha no balanceamento do conjunto de vantagens em termos de performance, transferência de tecnologia e custo. Em entrevistas, o comandante da aeronáutica afirma que a presidente “fez a escolha apenas em detalhes técnicos e não levou em consideração eventuais fatores políticos”. Já o seu antecessor demonstrava inclinação por um modelo específico, por considerar a parceria política mais importante que os demais aspectos.

Os representantes brasileiros deram entrevistas justificando a compra dos aviões Gripen em detrimento aos demais. Ao analisar as alternativas com base nos dados divulgados e estimados pela importância atribuída aos critérios, segundo alegado nas entrevistas dadas pelos envolvidos no processo de escolha, será possível avaliar as alternativas e confrontar os resultados com a decisão tomada e seus argumentos.

4. Simulações e análises

Tomando como referência a sequência de etapas proposto por Almeida (2013) para a construção de um modelo de decisão multicritério para a análise das alternativas de caças pelo governo brasileiro, serão detalhadas as etapas que se aplicam.

A primeira etapa consiste na identificação dos decisores. Como explanado na seção anterior, o processo de decisão envolve diferentes órgãos hierarquicamente ligados ao Ministério da Defesa, tais como Aeronáutica e Força Aérea Brasileira. Embora o projeto tenha nascido no Comando da Aeronáutica, o papel de escolher entre as alternativas cabe ao poder máximo da nação, o presidente. Visto que se trata de uma decisão estratégica que envolve o poder de defesa do país.

O passo seguinte é a identificação dos objetivos. Ganha notoriedade o objetivo estratégico referente à transferência completa de tecnologia, sendo esse inclusive um fator de veto que eliminou outros candidatos da disputa. Aliado a isso, pode garantir que a indústria brasileira participe ativamente no desenvolvimento do projeto, sejam integrados armamentos nacionais e, com isso, o Brasil passe de comprador para fornecedor do caça para o mercado internacional (como o que aconteceu com os caminhões da sueca Scania, cuja filial brasileira já exporta mais unidades do que a matriz europeia). Além disso, o avião escolhido deve possuir características técnicas que garantam ao país a capacidade de defesa, mesmo se tratando de um país pacífico, bem como preços mais atrativos e custos de operação e manutenção mais baixos.

Assim, os objetivos que a escolha do caça pretende assistir, segundo os argumentos apresentados pelo governo em entrevistas, são: maior desempenho técnico, maior vantagem estratégica ao menor custo total.

No entanto, além dos objetivos citados, pode-se acrescentar o objetivo político, visto que outros acordos comerciais entre países podem ser firmados ou mantidos em decorrência da

decisão tomada. Informações divulgadas na gestão do governo anterior chegaram a mencionar que o presidente poderia ignorar o relatório técnico dos militares que destacavam os altos preços dos aviões franceses, baseado no argumento que “não se poderia comparar preços entre equipamentos diferentes e que o negócio tinha como pano de fundo uma “parceria estratégica” com a França”. A sua sucessora, porém, não se convenceu e avalizou a posição da Aeronáutica, ignorando objetivos políticos.

Para avaliar cada alternativa, de acordo com o objetivo pretendido, os aviões podem ser caracterizados de acordo com seus atributos. O quadro seguinte aponta alguns atributos que podem ser usados na avaliação de cada alternativa de decisão e o seus desempenhos.

Tabela 2 - Desempenho das alternativas

Atributos\ Alternativas	F-18	Gripen	Rafale
<i>Velocidade</i>	2.160 km/h	2.130 km/h	2.124 km/h
<i>Alcance</i>	2346 km	1300 km	1852 km
<i>Raio de combate</i>	1.480 km	1.230 km	1.700 km
<i>Capacidade de armamento</i>	29 toneladas	14 toneladas	24,5 toneladas
<i>Propulsão</i>	14.528.000 kg	7.264.000 kg	15.436.000 kg
<i>Cadência de tiros</i>	6000 disparos/min	1700 disparos/ min	2500 disparos/min
<i>Potência do Motor</i>	97,8 KN	97,8 KN	87 KN
<i>Compatibilidade com porta aviões</i>	D	A	C
<i>Capacidade de Defesa</i>	90%	65%	85%
<i>Preço de aquisição</i>	US\$ 80 milhões	US\$ 60 milhões	US\$ 120 milhões
<i>Custo Operacionais</i>	US\$ 11.000/ hora	US\$ 4.700/ hora	US\$ 16.500/hora
<i>Cooperação industrial</i>	D	B	B
<i>Relacionamento político</i>	B	C	A
<i>Transferência de tecnologia</i>	C	B	A

Estes atributos ou uma síntese destes foram utilizados para definir os critérios de avaliação, considerando os objetivos anunciados. Assim, para satisfazer o objetivo técnico, foi definido o critério Performance, que é uma composição dos atributos velocidade, potência do motor, cadência de tiros e raio de combate. Para satisfazer o objetivo financeiro, foi definido o critério Preço, visto que o desempenho é proporcional aos custos operacionais (quanto maior o preço, maior o custo de manutenção). Para satisfazer o objetivo político, foi considerado o atributo Relacionamento Político como o critério de decisão. Finalmente para satisfazer o objetivo Estratégico, considerou-se o critério Cooperação Tecnológica

As informações obtidas desta tabela foram sintetizadas em quatro critérios que serão utilizados ao longo do artigo. O item 4.1 avalia conforme a decisão brasileira baseada em três artigos, a matriz de avaliação das alternativas é formada pelos três critérios mencionados e três alternativas de escolha: F-18, Gripen e Rafale. enquanto o item 4.2 avalia a entrada de um critério extra de relacionamento político.

Finalmente, para modelar as preferências do decisor e escolher o método multicritério a ser adotado, devem-se, considerar a compensação entre critérios. Nos métodos de Sobreclassificação a noção de importância entre os critérios é vista como votos. A comparação entre as alternativas é baseada apenas no somatório dos pesos dos critérios, levando-se a visão dos métodos não-compensatórios (Almeida, 2013). Segundo Vincke (1992) os métodos de apoio à decisão multicritério podem ser agrupados em três famílias: Teoria da Utilidade Multicritério (MAUT), Métodos de Sobreclassificação (Outranking) e métodos iterativos.

Nos métodos compensatórios, uma alternativa com péssima avaliação local em um critério, pode ter seu valor global compensado por uma avaliação muito boa em outro. Já no procedimento não-compensatório, o desempenho final de uma alternativa dependerá apenas do grau de importância (peso) dos critérios (Almeida, 2013).

Para o problema em questão sugere uma abordagem não-compensatória em que os decisores atribuem um peso para cada critério segundo o seu juízo de valor. A melhor alternativa

corresponde àquela que atende aos objetivos considerando o compromisso entre os critérios.

Para essa análise, considerou-se a problemática de ordenação com o intuito de verificar o comportamento das alternativas com as variações de desempenho e parâmetros.

A identificação da abordagem não-compensatória e a definição da problemática de ordenação permitem identificar os métodos apropriados para a análise em questão. Dentro os métodos que atendem a essas características destacam-se os Métodos de Sobreclassificação da família ELECTRE: ELECTRE II, ELECTRE III e IV (ALMEIDA, 2013). Este trabalho utiliza o ELECTRE III, por acreditar que a problemática de ordenação é coerente com a decisão a ser tomada. O ELECTRE III fornece uma ordem das alternativas que serve como referência na análise e escolha de um dos aviões.

4.1 Avaliação Global das Alternativas

Baseado nos atributos apresentados na Tabela 2 e informações divulgadas pelos participantes do processo de escolha foi possível estimar uma matriz de decisão. Para o critério performance, foi atribuído uma nota de 0 100 baseada no desempenho dos atributos velocidade, potência do motor, cadência de tiros e raio de combate. Estas notas foram tomadas utilizando uma ponderação onde se dava nota máxima para o critério de maior resultados e os demais eram estipulados com base no relatório suíço. Para o preço, os valores apresentados são baseados nas informações divulgadas pelos fornecedores e divulgadas pela imprensa e ministério da defesa e para o critério de cooperação tecnológica, como se trata de uma escala nominal, foi utilizada a escala Likert, considerando 5 níveis, para converter as informações para uma escala de razão. A matriz de decisão é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de decisão do governo

Crítérios\Alternativas	A0001: F - 18	A0002: Gripen NG	A0003: Rafale
Cr01: Performance	90	65	85
Cr02: Preço	US\$ 80 milhões	US\$ 60 milhões	US\$ 120 milhões
Cr03: Cooperação tecnológica	1	4	4

Utilizando o software ELECTRE III/IV 3.1b Demo, a performance de cada alternativa foi avaliada e o ranking definiu que alternativa deveria ser escolhida, caso um modelo multicritério fosse utilizado para apoiar a decisão. Em um primeiro momento os pesos foram considerados iguais, já que não foi assumida nenhuma prioridade entre os decisores. Este artigo ainda realiza uma análise de sensibilidade para perceber o resultado em caso de mudança dos pesos.

Assim, considerando as declarações dadas pelo governo, que defendiam que a escolha foi feita considerando pesos iguais para todos os critérios, a matriz de concordância é apresentada na Figura 1. O ranking final das alternativas indica que o modelo Gripen deve ser escolhido, seguido pelo modelo F-18 e por fim, o modelo Rafale, como apresentado na Figura 2.

	A0001	A0002	A0003
A0001	1	0.33	0.67
A0002	0.67	1	0.67
A0003	0.33	0.67	1

Figura 1 - Matriz de concordância

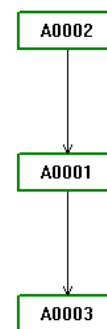


Figura 2-Ranking das alternativas

Esse resultado está em consonância com a decisão do governo em escolher pelo modelo sueco.

O uso de um modelo de decisão multicritério, se utilizado para auxiliar o processo de decisão, pode conferir maior transparência ao processo e agilidade, permitindo ao decisor maior confiança que todos os critérios foram considerados e que as alternativas foram julgadas devidamente.

4.2 Análise de sensibilidade

Após a análise dos critérios utilizados pelo governo do Brasil, foram feitas várias críticas. Boa parte delas se referia à ausência de uma análise mais clara da cooperação política que poderia haver entre os países, em termos de trocas comerciais e aproximação dos mercados consumidores.

Por estes aspectos, a França (Produtora do Rafale) e os Estados Unidos (Produtor do F-18) teriam atrativos diferenciados. Além do ex-presidente que defendia a importância do objetivo político como um critério relevante, os próprios representantes dos países descreveram estas vantagens, o que possibilitou ter uma base para uma nova avaliação, considerando o critério político. O resultado está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4- Nova matriz de decisão

Critérios\Alternativas	A0001: F - 18	A0002: Gripen NG	A0003: Rafale
Cr01: Performance	90	65	85
Cr02: Preço	US\$ 80 milhões	US\$ 60 milhões	US\$ 120 milhões
Cr03: Cooperação tecnológica	1	4	4
Cr04: Relação política	3	4	5

Fazendo uma análise multicritério, considerando mais um critério e pesos iguais para todos, a nova matriz de concordância é apresentado na Figura 3. Com a inclusão do critério político Cr04, o resultado é modificado, como apresentado na Figura 4, e a alternativa A0003, correspondente ao modelo francês passa a sobreclassificar as demais alternativas:

	A0001	A0002	A0003
A0001	1	0.25	0.5
A0002	0.75	1	0.5
A0003	0.5	0.75	1

Figura 3-Nova Matriz de concordância

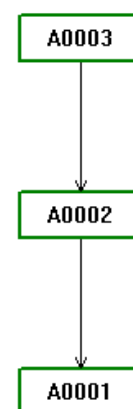


Figura 4-NovoRanking

Com esta avaliação, o Rafale obteve a melhor colocação e se sobressaiu diante dos demais. As vantagens que a França ofereceu para o Brasil com relação a trocas comerciais fariam a diferença, apesar de ser um avião caro.

Assim, considerando a relação política do Brasil com os demais países envolvidos como um dos critérios considerados, o modelo de decisão multicritério apontaria uma preferência do modelo francês, enquanto que o modelo americano seria sobreclassificado por todos os concorrentes, visto que a relação política entre os países passou por maus momentos diante das evidências de espionagem do governo americano.

Assim, pode-se notar o impacto de aspecto financeiro na escolha do modelo sueco, bem como de que forma a consideração da relação política beneficiaria a alternativa francesa. Finalmente, pode-se analisar em que o modelo americano deveria melhorar a sua performance para ser o escolhido.

Melhoria de preço (Cr02)

O primeiro teste considerou a redução de preços oferecidos pelos americanos a valores abaixo do modelo sueco, conforme os desempenhos apresentados na Figura 5. Considerando esta hipótese e mantendo todas as outras estimativas de desempenho das alternativas, a nova posição dos concorrentes seria modificada, conforme visto na Figura 6.

	Cr01	Cr04	Cr02	Cr03
A0001	90	3	50	1
A0002	65	4	60	4
A0003	85	5	120	4

Figura 5 - Redução do preço do F-18 para 50

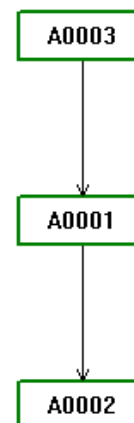


Figura 6 - Posição do F-18 com a redução do preço

Logo, mesmo com a redução de preço o modelo americano melhora a sua análise, mas não o suficiente para ser a alternativa escolhida.

Melhoria na relação política (Cr04)

Se, contudo, a melhoria de desempenho se desse no critério Cr04, referente à relação política, e na avaliação da relação entre o governo americano e brasileiro, não houvesse razão para crer que seria melhor que a relação Brasil e Suécia, então a nova matriz de performance é vista na Figura 7. O resultado dessa melhoria após a aplicação do método de apoio a decisão é visto na Figura 8.

	Cr01	Cr04	Cr02	Cr03
A0001	90	4	80	1
A0002	65	4	60	4
A0003	85	5	120	4

Figura 7 - Melhoria de 3 para 4 no critério Cr04

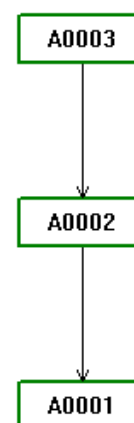


Figura 8 - Ranking com a melhoria no Cr04

Logo, mesmo com um desempenho melhor na relação política, a posição da alternativa referente ao modelo americano não foi alterada.

Assim foi realizado mais uma simulação, dessa vez elevando o desempenho do critério de cooperação política ao melhor desempenho possível. O resultado desse novo cenário é visto na Figura 10.

	Cr01	Cr04	Cr02	Cr03
A0001	90	5	80	1
A0002	65	4	60	4
A0003	85	5	120	4

Figura 9 - Melhoria máxima no Cr04

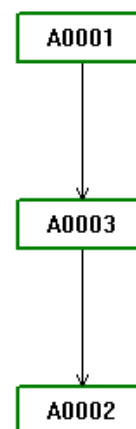


Figura 10 - Ranking com a melhoria máxima da relação política

Assim, se o Brasil não tivesse nenhuma ressalva na relação política com os EUA, o modelo F-18 poderia ter sido escolhido.

Melhoria da relação estratégica (Cr03)

Por outro lado, se não fosse possível estipular diferenças entre a relação de cooperação estratégica entre os concorrentes e todas as alternativas estivessem em uma situação de empate na negociação sobre transferência de tecnologia, este novo cenário poderia ser modelo, conforme apresentado na matriz da Figura 11. O resultado dessa mudança levaria ao empate de todas as alternativas, como pode ser visto na Figura 12

	Cr01	Cr04	Cr02	Cr03
A0001	90	3	80	4
A0002	65	4	60	4
A0003	85	5	120	4

Figura 11 - Empate no critério Cr03

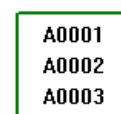


Figura 12 - Ranking com empate Cr03

Mas, se na avaliação do desempenho no critério de cooperação estratégica, o avião americano se destacasse, conforme apresentado na Figura 13, o modelo F-18 seria o vencedor da disputa, como pode ser visto na Figura 14.

	Cr01	Cr04	Cr02	Cr03
A0001	90	3	80	5
A0002	65	4	60	4
A0003	85	5	120	4

Figura 13 - Matriz de performance com a melhoria máxima em Cr03

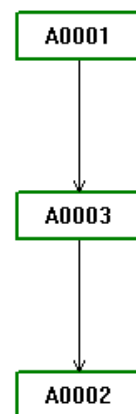


Figura 14 - Ranking com a melhoria máxima de A0001 em Cr03

Assim, para que o modelo francês ser o escolhido bastaria ser considerado o critério político na avaliação das alternativas.

Já para o modelo americano estar no páreo da disputa, deveria apresentar o máximo desempenho nos critérios referentes à relação política e na cooperação estratégica, definida pela

transferência de tecnologia. Melhorar o preço dos aviões não o destacaria entre os concorrentes, considerando os critérios levantados e o balanceamento dos pesos entre os critérios.

Análise dos Pesos

A tabela a seguir apresenta os resultados das modificações dos pesos na ordenação das alternativas para o primeiro cenário, considerando três critérios.

Tabela 5 - Análise de sensibilidade dos pesos no caso de três critérios

Critério	Variação do peso	Ordenação
CR01	40%	A001 > A002 > A003
	70%	A001 > A003 > A002
CR02		Não há variação
CR03	30%	A002 > A003 > A001
	270%	A002 ~ A003 > A001

O critério CR02 não apresenta variação na ordenação com o seu aumento, por outro lado o critério CR01 possui duas mudanças com uma variação menor do que 100%. O critério CR03 apresenta uma mudança de ordenação com uma mudança de 30%, depois deste valor é necessário uma variação brusca para alcançar uma mudança de ranking.

Esta mesma simulação foi feita para a avaliação com quatro critérios presente na Tabela 4. Os resultados são apresentados abaixo:

Tabela 6 - Análise de sensibilidade dos pesos no caso de quatro critérios

Critério	Variação do peso	Ordenação
CR01	90%	A003 > A001 ~ A002
	110%	A001 ~ A003 > A002
	170%	A001 > A003 > A002
CR02	20%	A002 > A003 > A001
	110%	A002 > A001 ~ A003
	170%	A002 > A001 > A003
CR03	170%	A002 ~ A003 > A001
CR04		Não há variação

Por esta tabela, pode-se observar que modificações no peso do critério CR04 não implica em variação da ordenação das alternativas. Já o critério CR02 possui uma modificação da ordenação com uma variação de apenas 20%. Já os critérios CR01 e CR03 exigem mudanças maiores para que haja modificações na ordenação.

Comparando as duas tabelas, observa-se que o acréscimo do critério CR04 deu um outro significado aos pesos dados ao critério CR02, que parte de um status de não influência na variação individual para um status de influência com uma baixa variação ao se considerar 4 critérios.

5. Conclusão

Modelos Multicritério de apoio a decisão possuem o potencial melhorar o aprendizado dos tomadores de decisão com respeito aos aspectos existentes em um processo de decisão. Dessa forma, em decisões estratégicas, onde grande atenção e expectativas podem estar envolvidas, o uso de tais modelos pode ser útil na análise de alternativas de decisão e na identificação de melhores alternativas e cursos de ações que satisfaçam aos objetivos estabelecidos, e garantam que as alternativas foram avaliadas em todos os critérios convenientemente.

Assim, o problema de decisão enfrentando pelo governo brasileiro na escolha dos aviões de caça destaca a oportunidade do uso de tais modelos como forma de garantir maior transparência no processo de escolha.

Esse trabalho utilizou o método ELECTRE III para ordenar as alternativas de decisão, considerando os critérios de escolha apontados pelos decisores. Além disso, foram realizadas simulações com um novo critério e análise sobre o impacto da melhoria de desempenho das alternativas no ranking de preferência, o que pode ser útil para fomentar a negociação entre os participantes do processo decisório.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido.

Referências

- Almeida, A. T.** *PROCESSO DE DECISÃO NAS ORGANIZAÇÕES: Construindo Modelos de Decisão Multicritério*. Editora Atlas, . 2013.
- Austrália:** The Joint Strike Fighter: overview and status (http://www.aph.gov.au/About_Parliament/Parliamentary_Departments/Parliamentary_Library/pubs/BN/2012-2013/JointStrikeFighter) 2012. acessadoem 27/04/2014
- Belton, V. Stewart, T. J.** *Multiple Criteria Decision Analysis*. Kluwer AcademicPublishers. 2002.
- Bouysoou, Denis, Marchant, Thierry, Pirlot, Marc, Tarikias, Alexis.** *Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria – Stepping stones for the analyst*. Operations Research. Springer's. 2006.
- Brasil.** Decisão sobre compra de aviões de caça sai nesta tarde. *Notícias do Portal Brasil*. 2013. (<http://www.brasil.gov.br/defesa-e-seguranca/2013/12/decisao-sobre-compra-de-avioes-caca-sai-nesta-tarde>). Acessado em 27/04/2014.
- BrasilBrasil** recebe transferência de caças suecos. *Notícias do Portal Brasil*. 2014 (<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2014/02/brasil-recebe-transferencia-de-tecnologia-de-cacas-suecos>). Acessadoem 27/04/2014
- Cunha, A. A. R. ; Morais, D. C. .** Proposed Multicriteria Model for Group Decision Support in Water Resources Planning. In: 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2012), 2012, Seoul - Korea. 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2012), 2012.
- Cunha, A. A. R. ; Morais, D. C. .** Seleção de Manancial para Expansão da Capacidade de Sistema de Abastecimento de Água: Uma abordagem multicritério. In: XXXI ENEGEP 2011, 2011, Belo Horizonte. ENEGEP 2011 Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011.
- Schramm, F. ; Silva, V. B. S. ; Morais, D. C..** A multicriteria additive model to support negotiations: An application in the construction industry. In: 2012 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics SMC, 2012, Seoul. 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). p. 599.
- Figueira, J. Greco, S., Ehrgott, M.** Introduction. In: *Multiple Criteria Decision Analysis: State Of The Art Surveys*. Springer Science + Business Media, Inc., 2005.
- Fontana, M. E. ; Morais, D. C. .** Modelo de apoio à decisão em grupo aplicado à setorização de rede de distribuição de água. In: SBPO, 2013, Natal. Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2013.
- Harvey, M. W.** *PesquisaOperacional*, Prentice-Hall 1986.
- Leite, Humberto.** Pronto para o Futuro. *Aerovisão: A revista da Força Aérea Brasileira*, nº239, ano 41, 2014. (<http://issuu.com/portalfab/docs/aerovisao239web>). Acessadoem 29/04/14.
- Levino, N. A. ; Morais, D. C. .** Participatory Multicriteria Decision Making Model for Hydrographic Basin Committee. In: 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2012), 2012, Seoul - Korea. 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2012), 2012.
- Roy, B.** Paradigms and Challenges In: *Multiple Criteria Decision Analysis: StateOf The Art Surveys*. Springer Science + Business Media, Inc., 2005.
- Roy, B.** *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Netherlands: KluwerAcademicPublishers, 1996.
- Senado.** FAB dá início a processo para definir empresa que venderá caças ao País. *Portal O Senado. Biblioteca Digital. Nacional*, p. A11, 2008. (<http://www2.senado.gov.br/bdsf/item/id/344291>). Acessadoem 27/04/2014
- SuíçaSAF / OT&E** Flight test effectiveness Report NFA Evaluation 2008/2009. Swiss Airforce 2009