

Priorização de Projetos de P&D no Setor Aeroespacial: método AHP com *Ratings*

Amanda C. S. da Silva¹, Mischel Carmen N. Belderrain¹ e Francisco Pantoja²

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)¹ e Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE)²
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vilas das Acácias – CEP 122228-900 - São José dos Campos - SP, Brasil

Resumo — A priorização de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é considerada um problema decisório complexo, pois envolve a presença de critérios qualitativos e quantitativos e, freqüentemente, conflitantes. Este artigo propõe aplicar o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) com o uso de *ratings* para selecionar projetos de P&D aeroespaciais de uma organização do setor aeroespacial brasileiro, o Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA). Os resultados evidenciaram que a utilização de *ratings* é uma maneira apropriada quando a quantidade de projetos é muito grande, visto que o mesmo reduz o número de julgamentos requeridos ao decisor.

Palavras-Chave — Priorização de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). AHP. *Ratings*.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente a maioria das organizações enfrenta dificuldades quanto à avaliação e priorização de projetos. Estas dificuldades devem-se em parte à complexidade dos problemas analisados antes de uma tomada de decisão.

Na literatura a seleção de projetos de P&D é considerada um problema complexo de decisão, pois envolve a presença de critérios qualitativos e quantitativos e, freqüentemente, conflitantes, presença do risco e da incerteza, necessidade de balanceamento de importantes fatores, interdependência entre projetos e grande número de portfólios factíveis [1].

Para lidar com a complexidade dos problemas de decisão com grande número de critérios podem ser utilizados métodos de apoio à decisão. Estes destinam-se a esclarecer o processo decisório, auxiliando e conduzindo o decisor (ou decisores) na estruturação, avaliação e escolha das alternativas do problema em questão [2].

Este trabalho tem como objetivo aplicar o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) com *ratings* para selecionar projetos de P&D aeroespaciais de uma organização do setor aeroespacial brasileiro. O uso do *ratings* consiste em atribuir categorias previamente definidas aos critérios e/ou subcritérios para classificação das alternativas. Este procedimento é apropriado quando o número de projetos é muito grande, visto que o mesmo reduz o número de julgamentos requeridos ao decisor.

Como ilustração, descreve-se o estudo de caso do Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA), sediado na cidade de São José dos Campos, São Paulo.

Amanda C. Simões Silva, amanda@ita.br, Tel +55-12-39475907; Mischel Carmen Neyra Belderrain, carmen@ita.br, Tel +55-12-3947-5900; Brigadeiro Francisco Pantoja, diretor@iae.cta.br, Tel +55-12-39476556

O trabalho está estruturado como segue: A seção II aborda a Priorização de projetos de P&D e o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) com o uso de *ratings*. A seção III descreve a aplicação do método proposto em um estudo de caso; e, finalmente, a seção IV apresenta as considerações finais.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Priorização de projetos de P&D

De acordo com [3], projetos de P&D são investimentos que se caracterizam pelo risco e pela longa maturação.

Selecionar os melhores projetos de P&D resume-se a decidir, entre os projetos propostos, em quais a organização responsável, irá realizar seus investimentos.

Conforme [4], a seleção de projetos de P&D baseia-se, com muita freqüência, somente em critérios financeiros, tais como valor presente líquido (VPL) ou taxa interna de retorno (TIR). Apesar de reconhecer a importância de tais critérios, os autores argumentam que, tendo em vista que as decisões devem ser estrategicamente consideradas, outros critérios, ainda que de difícil quantificação, devem ser levados em conta.

A seleção e priorização de projetos de P&D é realizado num ambiente de tomada de decisão caracterizado por múltiplos critérios, que permite o uso de métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD), entre eles, o método AHP com o uso de *ratings*.

B. *Analytic Hierarchy Process* com o uso de *ratings*

Desenvolvido por Thomas L. Saaty em 1980, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um dos primeiros métodos desenvolvidos no ambiente das Decisões Multicritério Discretas. O método AHP divide o problema em níveis hierárquicos, facilitando sua compreensão e avaliação, e determina de forma clara e por meio da síntese dos valores dos decisores, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método [5].

O problema de decisão precisa ser decomposto nos seguintes passos: 1) definição do problema; 2) construção da estrutura hierárquica; 3) construção das matrizes de comparação par a par; e, 4) utilização das prioridades obtidas nas comparações para ponderar as prioridades do nível imediatamente inferior [6]. O método AHP não será aqui explicitado. Para maiores detalhes ver [7].

Passo 1: Definição do Problema

Neste passo é definido o objetivo do processo decisório, identificados os critérios/subcritérios baseados nos valores, crenças e convicções do decisor e as alternativas de decisão para a solução do problema.

Passo 2: Construção da Estrutura Hierárquica

A estrutura hierárquica é construída com o objetivo da decisão no topo, seguida dos níveis intermediários (os critérios em que os elementos posteriores dependem) para o nível inferior (o que geralmente é um conjunto de alternativas). A partir da representação do problema de decisão em uma estrutura hierárquica, o decisor constrói as matrizes de comparações par a par dos elementos que a compõem.

Passo 3: Construção das matrizes de comparação par a par

As matrizes de comparações par a par, são construídas a partir dos julgamentos entre os elementos considerando a Escala Fundamental de Saaty [7]. Cada elemento em um nível superior é utilizado para comparar os elementos do nível imediatamente inferior em relação a ela. Ou seja, comparam-se as alternativas com relação aos subcritérios, estes, por sua vez, com relação aos critérios, os quais serão comparados com relação ao objetivo global.

É neste passo que também é realizado a verificação da consistência dos julgamentos das comparações par a par realizadas.

Passo 4: Utilização das prioridades obtidas nas comparações para ponderar as prioridades do nível imediatamente inferior

O último passo diz respeito à obtenção das prioridades dos elementos (chamadas de autovetores ou vetor de prioridades) para gerar os valores finais da prioridade das alternativas. Neste passo as prioridades locais obtidas a partir das comparações são usadas para ponderar as prioridades em nível imediatamente inferior. Isso é realizado para cada elemento. Então, para cada elemento no nível inferior é adicionado os seus valores ponderados e obtido a sua prioridade total ou global. As prioridades totais das alternativas são encontradas multiplicando-se suas prioridades locais pelas prioridades globais de todos os critérios e respectivos sub-critérios, procedendo à soma dos resultados para todas as alternativas. Assim, obtém-se o resultado final com o *ranking* de prioridades das alternativas e também dos critérios e subcritérios.

Ratings (ou medição absoluta)

Referência [8] define *ratings* como um conjunto de níveis de intensidade (ou categorias) que servem como base para avaliar o desempenho das alternativas em termos de cada critério e/ou subcritério. As categorias, que formam um *ratings*, devem ser definidas de uma forma clara e o menos ambígua possível para descrever adequadamente o critério/subcritério. O *ratings* é considerado adequado na medida em que os decisores o consideram como uma ferramenta apropriada à avaliação das alternativas.

A Fig. 1 ilustra a estruturação da hierarquia a partir da abordagem *ratings*. A hierarquia se inicia pelo objetivo global, no segundo nível, os critérios e no último nível, encontram-se os subcritérios, associados aos critérios respectivos. Por sua vez, cada subcritério está associado com a categoria que o descreve.

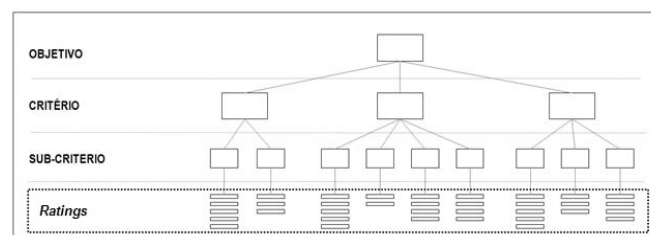


Fig. 1. Estrutura Hierárquica com *ratings*.

A estrutura com abordagem *ratings* é diferente do AHP tradicional (medição relativa), pois no último nível não se encontram as alternativas. A avaliação é realizada a partir de níveis de intensidades (categorias) atribuídos a cada subcritério relacionados a cada alternativa, ao invés de avaliar as comparações par a par das alternativas.

Para estabelecer a importância relativa entre estas categorias (obtenção dos vetores de prioridades) os valores/opiniões do especialista (ou especialistas) são incorporados ao sistema *ratings*.

Referência [8] apresenta propostas para obtenção dos valores numéricos dos *ratings* (vetores de prioridades). Entre elas, o processo de comparação par a par do método AHP. Nesta proposta, comparações par a par dos próprios *ratings* são realizadas para definir as suas próprias prioridades no âmbito de cada critério (ou subcritérios, se houver).

Referências [6, 9, 10 e 11] aconselham que ao trabalhar com *ratings*, que os vetores de prioridades obtidos sejam idealizados, ou seja, a melhor categoria recebe o valor igual a 1 e as outras seriam proporcionalmente menor. A síntese dos resultados, ou seja, as prioridades finais das alternativas são encontradas, somando-se os valores oriundos da multiplicação entre as prioridades de cada categoria e as prioridades globais dos critérios/subcritérios dessas categorias.

A principal vantagem do uso de *ratings* é o de diminuir o número de comparações necessárias quando o número de alternativas é grande. Além disso, quando se usa de medida absoluta (*ratings*), não importa quantas novas alternativas são introduzidas, ou antigas excluídas, não ocorre inversão de *ranking* das alternativas.

Aqui é apresentada uma breve descrição do AHP com o uso de *ratings*. Ambos os *software Expert Choice* e *SuperDecisions* incluem, além do AHP tradicional o AHP com o uso de *ratings* (medição absoluta). Neste trabalho será utilizado o *software SuperDecisions* [12].

III. APLICAÇÃO DO AHP COM RATINGS: ESTUDO DE CASO CTA

A aplicação do método AHP neste trabalho é baseado no estudo de caso da referência [13].

Passo 1: Definição do problema Contextualização do problema

Referência [13] apresenta uma proposta de estruturação do problema para priorização de projetos de P&D aeroespaciais. Os autores relataram que o intuito dessa proposta foi de sugerir uma estrutura analítica que permita a uma instituição de P&D, que atua no segmento aeroespacial, identificar e estruturar os seus próprios critérios de decisão em relação ao processo de seleção de projetos de P&D, frente a uma gama de projetos candidatos com a natureza anunciada.

O estudo de caso da Referência [13] foi realizado no âmbito do Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA). Essa organização, fundada em 1953, tem por finalidade a realização das atividades técnico-científicas relacionadas com o ensino, a pesquisa e o desenvolvimento aeroespaciais de interesse do Ministério da Defesa.

Como a priorização de projetos de P&D corresponde a um problema decisório complexo, os autores optaram em estruturar o problema através da ferramenta de mapas cognitivos, empregando o paradigma construtivista de apoio à decisão.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é selecionar projetos de P&D aeroespaciais, alinhado com as estratégias da organização. O presente artigo apóia-se na estruturação do problema em [13]. O método AMD escolhido para tal avaliação é o AHP com o uso de *ratings*. O decisor para este problema é o mesmo de [13].

Os critérios são: Potencial para gerar Inovação (PI), Maturidade Tecnológica (MT), Dualidade (D), Alinhamento Operacional (AO), Disponibilidade de Meios (DM), Resposta a Riscos (RR) e Atendimento Oportuno (AOp). O critério DM possui os subcritérios Recursos Financeiros (RF), Capacitação Humana (CH) e Infra-Estrutura (IE). O detalhamento e explicações dos critérios e subcritérios encontram-se em [13].

Considerou-se que todos os critérios/subcritérios do problema são independentes, como preconiza o método AHP. Segue definição dos *ratings* para os critérios e subcritérios do problema em questão, conforme Tabela I:

Tabela I DEFINIÇÃO DOS *RATINGS* PARA OS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

Crítérios e Subcritérios	<i>Ratings</i>
Potencial para gerar Inovação (PI)	PI1- tem envolvimento da indústria desde a sua concepção. PI2- tem potencial para envolver uma indústria. PI3- não há interesse industrial para o projeto.
Maturidade Tecnológica (MT)	MT1- o projeto pressiona uma elevação do atual nível de maturidade tecnológica. MT2- o projeto fortalece o atual nível de maturidade tecnológica. MT3- o projeto não causa efeito no atual nível de maturidade tecnológica.
Dualidade (D)	D1- tem potencial para gerar aplicação civil e militar. D2- tem potencial para gerar apenas aplicação civil. D3- tem potencial para gerar apenas aplicação militar.
Alinhamento Operacional (AO)	AO1- responde a uma necessidade operacional formalizada. AO2- atende a uma necessidade operacional não formalizada. AO3- há possibilidade de aplicação operacional.

	AO4- não tem aplicação operacional.
Disponibilidade de Meios (DM)	
DM1.Recursos financeiros (RF)	RF1- tem recursos disponíveis (oficializados). RF2- apresenta potencial para obter recursos (há promessas). RF3- faz-se necessário gestão para obter recursos (convencimento). RF4- há razões para se acreditar que os recursos não serão disponibilizados.
DM2. Capacitação Humana (CH)	CH1- há disponibilidade de RH (recursos humanos) capacitado para atuar no projeto. CH2- há RH capacitado, mas a disponibilidade deve ser compartilhada com outros projetos. CH3- há disponibilidade de pessoal, porém necessita de capacitação. CH4- não há RH disponível e capacitado para o projeto.
DM3.Infra-Estrutura (IE)	IE1- a OM (organização militar) já dispõe de infra-estrutura para atender o projeto. IE2- a OM já dispõe parcialmente da infra-estrutura para atender o projeto. IE3- não há infra-estrutura na OM, mas é viável essa disponibilidade. IE4- há grande dificuldade para a OM disponibilizar uma infra-estrutura que atenda ao projeto.
Resposta a Riscos (RR)	RR1- a análise de riscos demonstra que o projeto não apresenta riscos significativos. RR2- a análise de riscos apresenta que os mesmos podem ser contornáveis por medidas de mitigação. RR3- a análise de riscos apresenta riscos de difícil mitigação.
Atendimento Oportuno (AOp)	AOp1- o prazo planejado excede as expectativas do cliente. AOp2- o prazo planejado atende as expectativas do cliente. AOp3- o prazo planejado atende parcialmente as expectativas do cliente. AOp4- o prazo planejado está muito aquém das expectativas do cliente.

As alternativas selecionadas pela organização são cinco projetos de P&D de grandes portes denominadas: Projeto A, Projeto B, Projeto C, Projeto D e Projeto E.

Passo 2: Estruturação da hierarquia de decisão

A Fig. 2 apresenta a estrutura hierárquica para o problema de seleção de projetos de P&D aeroespaciais. O primeiro nível da hierarquia se encontra o objetivo global

“Priorizar projetos”. No segundo nível, os principais aspectos que o decisor leva em conta ao realizar a priorização de projetos de P&D (Alinhamento Estratégico (AE) e Potencial de Realização (PR)). No terceiro nível os critérios e no quarto nível encontram-se os subcritérios, que estão relacionados

aos critérios respectivos. No último nível encontram-se as categorias (tabela I) que descrevem os critérios e subcritérios associados.

Segundo o decisor, esta hierarquia serve para avaliar projetos de pequenos e grandes portes. O aspecto AE recebe

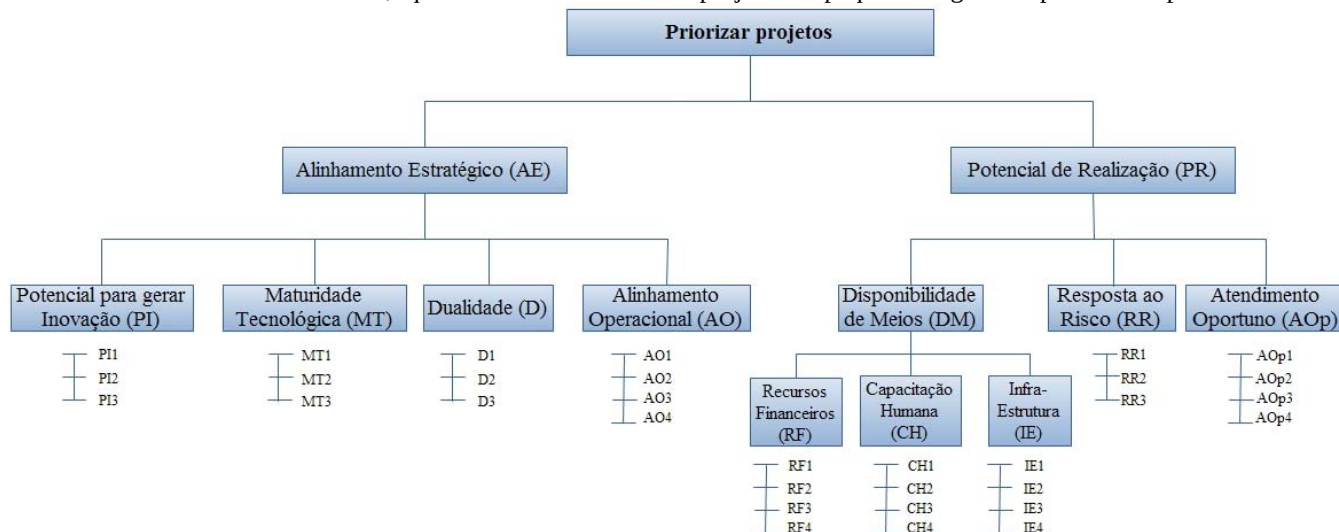


Fig. 2. Estrutura Hierárquica do problema.

uma importância maior quando projetos de grandes portes são avaliados.

Uma vez que o problema está formulado e a hierarquia construída e validada, inicia-se o processo de julgamento, na qual os decisores exprimem suas preferências, através da construção das matrizes de comparação par a par dos critérios/subcritérios e dos ratings.

Passo 3: Construção das matrizes de comparação par a par

Neste passo forma-se a matriz de decisão para obtenção dos valores de importância dos critérios, subcritérios e ratings. A atribuição desses valores é baseada na Escala Fundamental de Saaty [7]. Para cada matriz de decisão é calculada a Razão de Consistência (RC).

As prioridades de cada uma das categorias são determinadas usando o processo de comparações par a par do método AHP.

As matrizes de decisão são mostradas a seguir. A Tabela II apresenta a matriz de decisão dos julgamentos entre os aspectos principais que o decisor leva em conta ao realizar a priorização de projetos de P&D com relação ao objetivo.

Tabela II MATRIZ DE DECISÃO DA COMPARAÇÃO DOS ASPECTOS PRINCIPAIS A LUZ DO OBJETIVO

Objetivo	AE	PR	Autovetor	
AE	1	3/2	0,6	RC = 0,0
PR	2/3	1	0,4	

A Tabela III apresenta a matriz de decisão dos julgamentos entre os critérios com relação ao aspecto AE.

Tabela III MATRIZ DE DECISÃO DA COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS COM RELAÇÃO AO ASPECTO AE

AE	PI	MT	D	AO	Autovetor	
PI	1	1	3	3	0,367	RC = 0,0039
MT		1	4	3	0,396	
D			1	1	0,114	
AO				1	0,122	

A Tabela IV apresenta a matriz de decisão dos julgamentos entre os critérios com relação ao aspecto Potencial de Realização (PR).

Tabela IV MATRIZ DE DECISÃO DA COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS COM RELAÇÃO AO ASPECTO PR

PR	DM	RR	AOp	Autovetor	
DM	1	4	3/2	0,532	RC = 0,0089
RR		1	1/2	0,146	
AOp			1	0,322	

A Tabela V apresenta a matriz de decisão da comparação entre os subcritérios com relação ao critério Disponibilidade de meios (DM).

Tabela V MATRIZ DE DECISÃO DA COMPARAÇÃO ENTRE OS SUBCRITÉRIOS COM RELAÇÃO AO CRITÉRIO DM

DM	RF	CH	IE	Autovetor	
RF	1	1	1	0,337	RC = 0,0904
CH		1	3	0,457	
IE			1	0,207	

Para obtenção dos valores numéricos dos ratings construiu-se uma matriz de comparação entre os níveis de intensidade do ratings. De posse dessa matriz encontrou-se a importância relativa entre os níveis de intensidade, calculando-se o autovetor, que representa os “desempenhos” para cada nível de intensidade.

Os valores numéricos do ratings para os critérios e subcritérios são apresentados nas tabelas a seguir. Estes devem ser idealizados, para assim proceder o cálculo das prioridades finais das alternativas.

A Tabela VI apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o critério Potencial para gerar Inovação (PI).

Tabela VI MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O CRITÉRIO PI (RC = 0,0311)

PI	PI1	PI2	PI3	Autovetor	Idealizado
PI1	1	3	7	0,659	1,000
PI2		1	4	0,263	0,399
PI3			1	0,079	0,119

A Tabela VII apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o critério Maturidade Tecnológica (MT).

Tabela VII MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O CRITÉRIO MT (RC = 0,0824)

MT	MT1	MT2	MT3	Autovetor	Idealizado
MT1	1	3	5	0,627	1,000
MT2		1	4	0,280	0,446
MT3			1	0,094	0,149

A Tabela VIII apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o critério Dualidade (D).

Tabela VIII MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O CRITÉRIO D (RC = 0,0516)

D	D1	D2	D3	Autovetor	Idealizado
D1	1	1	2	0,413	1,000
D2		1	1	0,327	0,794
D3			1	0,260	0,630

A Tabela IX apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o critério Alinhamento Operacional (AO).

Tabela IX MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O CRITÉRIO AO (RC = 0,0290)

AO	AO1	AO2	AO3	AO4	Autovetor	Idealizado
AO1	1	1	2	7	0,412	1,000
AO2		1	1	3	0,282	0,684
AO3			1	3	0,231	0,562
AO4				1	0,075	0,181

A Tabela X apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o subcritério Recursos Financeiros (RF).

Tabela X MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O SUBCRITÉRIO RF (RC= 0,0188)

RF	RF1	RF2	RF3	RF4	Autovetor	Idealizado
RF1	1	2	4	7	0,536	1,000
RF2		1	1	3	0,215	0,401
RF3			1	3	0,181	0,339
RF4				1	0,068	0,128

A Tabela XI apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o subcritério Capacitação Humana (CH).

Tabela XI MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O SUBCRITÉRIO CH (RC = 0,0638)

CH	CH1	CH2	CH3	CH4	Autovetor	Idealizado
CH1	1	3	4	7	0,542	1,000
CH2		1	3	5	0,269	0,496
CH3			1	4	0,137	0,252
CH4				1	0,052	0,096

A Tabela XII apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o subcritério Infra-Estrutura (IE).

Tabela XII MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O SUBCRITÉRIO IE (RC = 0,0030)

IE	IE1	IE2	IE3	IE4	Autovetor	Idealizado
IE1	1	2	3	9	0,507	1,000
IE2		1	2	4	0,280	0,552
IE3			1	3	0,157	0,310
IE4				1	0,055	0,108

A Tabela XIII apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o critério Resposta ao Risco (RR).

Tabela XIII MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O CRITÉRIO RR (RC = 0,0136)

RR	RR1	RR2	RR3	Autovetor	Idealizado
RR1	1	2	7	0,592	1,000
RR2		1	5	0,333	0,563
RR3			1	0,075	0,127

A Tabela XIV apresenta a matriz de decisão da comparação dos níveis de intensidade do ratings para o critério Atendimento Oportuno (AOp).

Tabela XIV MATRIZ DE DECISAO DA COMPARAÇÃO DAS CATEGORIAS DO RATINGS PARA O CRITÉRIO AOp (RC = 0,0354)

AOp	AOp1	AOp2	AOp3	AOp4	Autovetor	Idealizado
AOp1	1	1	4	7	0,444	1,000
AOp2		1	2	3	0,338	0,761
AOp3			1	4	0,162	0,365
AOp4				1	0,055	0,125

De posse das matrizes de comparação par a par , realizou-se a consistência dos julgamentos. Todas as matrizes apresentavam RC (Razão de Consistência) menor que 10% (ou 0,1), indicando coerência dos julgamentos do decisor.

Passo 4: Utilização das prioridades obtidas nas comparações para ponderar as prioridades do nível imediatamente inferior

Com base nos vetores gerados pelo método, foram obtidas as prioridades locais e globais dos critérios e subcritérios.

A Fig. 3 apresenta as prioridades globais dos critérios e subcritérios (em parênteses) e os valores numéricos dos ratings (idealizados) para os critérios e subcritérios.

A Tabela XV apresenta a classificação das alternativas (projetos) nos ratings dos critérios e subcritérios, correspondente das categorias (Fig. 3).

Tabela XV CLASSIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS NOS RATINGS

Critérios/ Subcritérios	Ratings				
	Projeto A	Projeto B	Projeto C	Projeto D	Projeto E
PI	PI1	PI1	PI2	PI1	PI1
MT	MT1	MT1	MT1	MT1	MT1
D	D1	D1	D1	D1	D1
AO	AO2	AO2	AO3	AO1	AO1
RF	RF2	RF1	RF1	RF1	RF1
CH	CH3	CH1	CH2	CH2	CH2
IE	IE3	IE1	IE2	IE2	IE3
RR	RR1	RR2	RR2	RR2	RR3
AOp	AOp3	AOp3	AOp3	AOp2	AOp4

A Tabela XVI apresenta a pontuação final para cada projeto. Esta é calculada do somatório dos produtos entre as prioridades globais dos critérios e subcritérios e os valores dos *ratings* (idealizados) para cada alternativa, obtendo-se a coluna “Total”, que normalizada apresenta a pontuação final (“Prioridades finais”). Por exemplo, para o projeto A, tem-se:

$$\text{Total_Projeto_A} = (0,220 \times 1,000) + (0,238 \times 1,000) + (0,069 \times 1,000) + (0,073 \times 0,684) + (0,072 \times 0,401) + (0,097 \times 0,252) + (0,044 \times 0,310) + (0,058 \times 1,000) + (0,129 \times 0,365) = 0,749$$

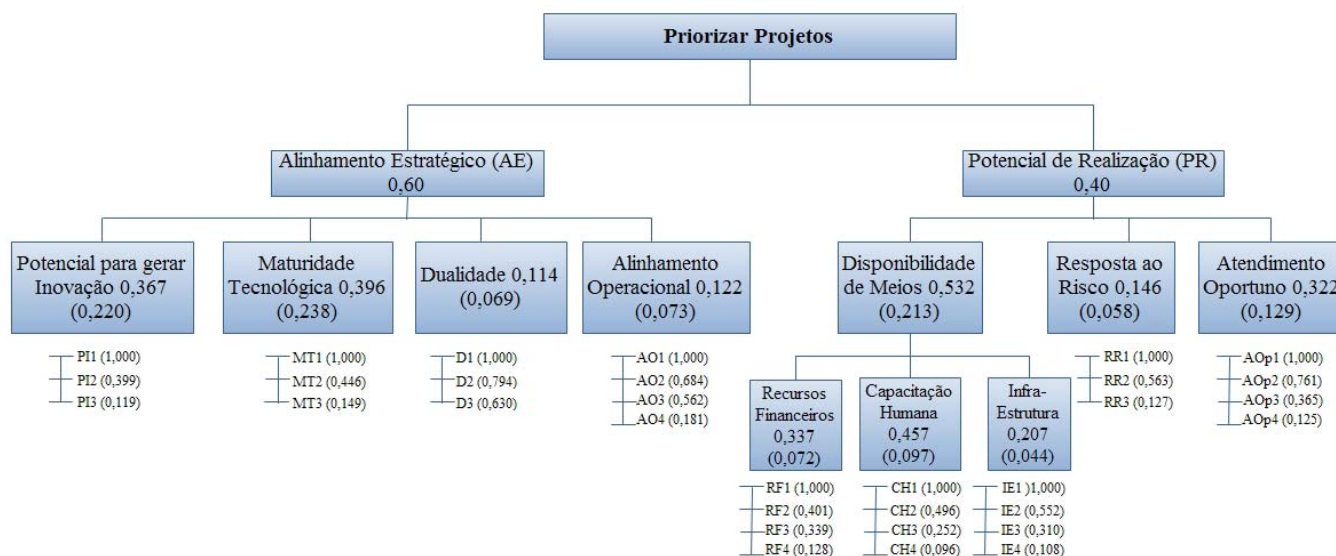


Fig. 3. Prioridades globais e *ratings* idealizados dos critérios/subcritérios

Tabela XVI PRIORIDADES FINAIS DAS ALTERNATIVAS

Alternativas	PI (0,220)	MT (0,238)	D (0,069)	AO (0,073)	RF (0,072)	CH (0,097)	IE (0,044)	RR (0,058)	AOp (0,129)	Total	Prioridades finais
Projeto A	1,000	1,000	1,000	0,684	0,401	0,252	0,310	1,000	0,365	0,749	0,192
Projeto B	1,000	1,000	1,000	0,684	1,000	1,000	1,000	0,563	0,365	0,869	0,222
Projeto C	0,399	1,000	1,000	0,562	1,000	0,496	0,552	0,563	0,365	0,659	0,169
Projeto D	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,496	0,552	0,563	0,761	0,875	0,224
Projeto E	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,496	0,310	0,127	0,125	0,757	0,194

A Tabela XVII apresenta as prioridades finais (na forma gráfica) para as alternativas. A coluna “Total” e “Normal” equivalem ao total e prioridades finais da Tabela XVI, respectivamente. A coluna “Ideal” é obtida dividindo-se todos os elementos da “Total” pelo seu maior valor.

Tabela XVII RANKING DAS ALTERNATIVAS

Graphic	Ratings Alternatives	Total	Ideal	Normal	Ranking
	Projeto A	0.7492	0.8562	0.1916	4
	Projeto B	0.8694	0.9937	0.2224	2
	Projeto C	0.6593	0.7535	0.1686	5
	Projeto D	0.8749	1.0000	0.2238	1
	Projeto E	0.7569	0.8651	0.1936	3

Para este caso, o projeto melhor avaliado é o Projeto D, seguido pelo Projeto B, Projeto E Projeto A e Projeto C.

Para este problema foram realizadas 55 comparações como é mostrado na Tabela XVIII.

Tabela XVIII ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AHP TRADICIONAL E AHP COM O USO DE RATINGS

nº de alternativas	nº de comparações	
	AHP tradicional	AHP/ratings
3	40	55
5	103	55
9	337	55
20	1723	55

Contudo, se comparamos com o AHP tradicional, à medida que o número de alternativas cresce o número de comparações aumenta consideravelmente, enquanto que no AHP com *ratings* permanece o mesmo.

Verifica-se que dependendo da complexidade do problema o uso do AHP com *ratings* é vantajoso, pois seu uso pode reduzir significativamente o tempo e esforço no processo decisório.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma proposta de seleção e priorização de projetos, através do método multicritério de apoio a decisão, AHP, com o uso de *ratings*.

O uso desse procedimento possibilita a redução do número de julgamentos requeridos ao decisor quando as alternativas são numerosas. Além disso, possibilita a inserção e a retirada de alternativas durante o processo decisório, sem ocasionar inversão de *ranking*.

Dado o estudo, observa-se que a hierarquia do problema em questão, considera aspectos no primeiro nível da hierarquia, e não diretamente os critérios como o usual. A construção da hierarquia dessa maneira permitiu que o decisor compreendesse a análise dos critérios, de forma a tornar capaz a mensuração desses aspectos que ele realmente gostaria de conhecer a respeito dos projetos a serem avaliados.

Tais características são vantajosas na medida em que permitem a representação de um problema complexo de seleção e priorização de projetos, como portfólio de projetos.

Salienta-se que a aplicação do método neste trabalho foi possível porque o problema já estava estruturado, com os *ratings* definidos em [13].

Todavia, várias são as formas de se avaliar e selecionar projetos para o problema em questão. Assim, as partes envolvidas é que devem decidir e adaptar o melhor método ao problema de decisão de acordo com seus requisitos específicos.

Para trabalho futuros, sugere-se a implementação conjunta do procedimento *ratings* e BOCR (Benefícios, Oportunidades, Custos e Riscos) ao método AHP.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] Ghasemzadeh, F., Archer, N. P., 2000, "Project Portfolio Selection through Decision Support". *Decision Support Systems*, vol. 29, p. 73-88.
- [2] Gomes, L. F. A. M., Gomes, C. F. S., Almeida, A. T. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*, São Paulo: Atlas (2006).
- [3] Weisz, J. , 2006, "Mecanismos de Apoio à Inovação Tecnológica", SENAI/DN, Brasília.
- [4] Meade L. M., Presley, A. R&D project selection using the analytic network process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 49, n. 1, p. 55-66, february. 2002.
- [5] Gomes, L.F.A.M.; Araya, M.C.G.; Carignano, C. *Tomada de Decisões em Cenários Complexos*. São Paulo – Pioneira Thompson Learning, 2004.
- [6] Saaty, T. L. (2008), Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, vol. 1, 83-97.
- [7] Saaty, T. L., *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York, 1980.
- [8] Duarte Júnior, A. M., *Gestão de riscos para fundos de investimentos*, Prentice Hall, São Paulo, 2005, p.141-155.
- [9] Saaty, T.L. (1987). Rank Generation, Preservation and Reversal in the Analytic Hierarchy Process; *Decision Sciences*, July.
- [10] Saaty, T. L. (2006), Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network processes. *European Journal of Operational Research*, vol. 168, p.557-570.
- [11] Salomon, V. A. P.; Marins, F.; e Duduch, M. (2009) *Tomada de decisões múltiplas aplicada à seleção de Fornecedores de equipamentos de uma linha de montagem em uma fábrica de autopeças*.
- [12] Saaty, R. W. (2003). *Decision Making in Complex. The Analytic Hierarchy Process for Decision Making and The Analytic Network Process for Decision Making with Dependence and Feedback [Superdecisions Tutorial]*. Retrieved Jun 01, 2008, from <http://www.superdecisions.com>.
- [13] Lima, A. S. e Damiani, J. H. S. Proposta de método para modelagem de critérios de priorização de projetos de pesquisa e desenvolvimento aeroespaciais. In: Fernando Augusto Silva Marins; Marcelo dos Santos Pereira; Mischel Carmen Neyra Belderrain; Lígia Maria Soto Urbina. (Org.). Marins, F. A. S.; Pereira, M. S.; Belderrain, M. C. N.; Urbina, L. M. S. (org.) *Métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios: aplicações na indústria aeroespacial*. 1 ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2010, v. 1, p. 77-107.