



APLICAÇÃO DO MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP) COM A MENSURAÇÃO ABSOLUTA NUM PROBLEMA DE SELEÇÃO QUALITATIVA

Maria Celeste de Carvalho Ressiguer Ribeiro^a, Alex da Silva Alves^b

^aInstituto Federal Fluminense, ^bUniversidade de São Paulo

Resumo

O objetivo deste artigo é demonstrar a aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) por meio da combinação da mensuração relativa e absoluta, visando tratar um problema complexo de decisão. A motivação do uso desse método surgiu da necessidade de apoiar o Instituto Federal Fluminense (IFF), instituição pública que exerce atividades de ensino, pesquisa e extensão, na seleção de diversas propostas de projetos submetidas à área de pesquisa. Tais projetos são submetidos à avaliação em vários critérios, em sua maioria, qualitativos e de difícil mensuração. Trata-se de um estudo de caso na área de pesquisa do Instituto Federal Fluminense, baseado em pesquisas bibliográficas, em consulta documental e em entrevistas não estruturadas. A aplicação do método tornou mais eficiente o processo de avaliação e gerou uma lista de priorização dos projetos capazes de atender aos requisitos exigidos por um projeto de pesquisa científica, atendendo aos objetivos da Instituição.

Palavras-chave: multicritério, AHP, seleção de projetos.

1. INTRODUÇÃO

Métodos de apoio multicritério à decisão (AMD) têm sido empregados em diferentes áreas do conhecimento (Rodriguez *et al.*, 2013). Tais métodos ajudam na tomada de decisão na qual haja avaliação de alternativas em múltiplas dimensões com base nas preferências emitidas pelos agentes de decisão (Gomes *et al.*, 2004; Haimes *et al.*, 1979).

Segundo Vincke (1992), profissionais e especialistas estão cada vez mais conscientes da necessidade de incorporar múltiplos critérios de qualquer natureza em problemas de gestão ou de decisão, visando atender às diversas dimensões existentes no problema. Tal fato requer ferramentas de apoio à tomada de decisão que capacitem o tomador de decisão a analisar as alternativas em múltiplos pontos de vista em busca de uma solução satisfatória.

Tal complexidade também é observada nos problemas de seleção de projetos de pesquisa científica - mais especificamente, da área de pesquisa do Instituto Federal Fluminense

(IFF), autarquia federal que atua no setor de educação superior, básica e profissional. A área de pesquisa do IFF tem como umas das atribuições o controle da concessão de bolsas de incentivo à pesquisa científica, em razão da distribuição de recursos escassos para atender a crescente demanda de projetos de pesquisa. Por isso, notou-se a necessidade de um método sistematizado de seleção dos projetos mais aderentes aos propósitos institucionais do IFF. Trata-se, portanto, de um problema de priorização em função da importância de cada projeto para a Instituição.

Francisco (2002) aponta que o considerável aumento verificado nas atividades de pesquisa envolvendo esforços de alocação de recursos limitados tem levado os órgãos de pesquisas, tanto públicos quanto privados, à utilização de processos sistematizados de avaliação para seleção de propostas de projetos de pesquisas. Tal sistema serve tanto para justificar as escolhas dos gestores em relação aos investimentos na área de pesquisa como para assegurar à sociedade uma boa destinação dos recursos, permitindo maior transparência nas decisões tomadas.



Freitas (1998) menciona que a avaliação, o julgamento e a escolha fazem parte do comportamento habitual da vida humana, sendo ainda mais importantes nas atividades científicas. Segundo ele, cientistas, organizações privadas e públicas utilizam a avaliação como instrumento necessário para promover o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de suas atividades e de seus negócios.

Segundo Lima (2008), a alocação de recursos pode ser realizada por meio da otimização de recursos ou por meio da busca pelo alinhamento preferencial das alternativas, visando priorizar as que mais atendam a missão da organização. Esta última é o foco deste trabalho. Keeney (1992) também enfatiza a importância da consideração dos objetivos organizacionais na escolha dos projetos.

Entretanto, na literatura, não se evidenciou aplicação de AMD para tratar da seleção de projetos de pesquisa científica em uma Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT). Desta forma, este artigo propõe a aplicação de um método AMD, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que combina a mensuração relativa com a mensuração absoluta (Saaty, 1990) para avaliação e seleção de um grande número de propostas de projetos de pesquisa científica para fins de concessão de bolsas de pesquisa. Conforme demonstraremos no trabalho, o emprego do método de AMD utilizado permitirá a seleção de projetos alinhados aos objetivos institucionais do IFF, promovendo, assim, uma alocação mais eficiente e criteriosa das bolsas concedidas.

A escolha do método AHP foi motivada pela facilidade de compreensão e de operacionalização do método e, também, pela natureza qualitativa apresentada pela maioria das variáveis do problema. A combinação com a mensuração absoluta se justifica pela possibilidade de tratar um grande número de alternativas.

Outra motivação para a escolha desse método está no fato de permitir estruturar o problema de forma hierárquica, possibilitando representar a relação de subordinação entre os elementos para atingimento do objetivo principal. Além disso, o método AHP facilita a mensuração dos elementos qualitativos e permite a ordenação dos elementos em função de sua contribuição para o alcance do objetivo desejado.

O referido método se adequa bem ao problema de pesquisa do presente trabalho, o qual consiste em superar a dificuldade de, em uma ICT como o IFF, se propor uma metodologia que garanta o alinhamento dos projetos selecionados aos objetivos da instituição, considerando um conjunto de fatores, sobretudo qualitativos, a serem satisfeitos. O uso do AHP, ao combinar a mensuração relativa com a absoluta, objetiva gerar um *ranking* capaz de identificar os projetos que mais contribuem, de forma satisfatória, para os propósitos da ICT.

2. O MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

O AHP é um dos métodos AMD amplamente utilizado na avaliação de objetivos e critérios múltiplos em problemas caracterizados pela complexidade e subjetividade (Shimizu, 2006; Shin *et al.*, 2013). Criado por Thomas L. Saaty na década de 1970, esse método consiste na elaboração de um modelo que reflita o funcionamento da mente humana na avaliação das alternativas diante de um problema de decisão complexo. Além disso, o método permite lidar com problemas que envolvem tanto os valores tangíveis como os intangíveis, graças a sua capacidade de criar medidas para as variáveis qualitativas com base em julgamentos subjetivos emitidos pelos decisores (Saaty, 1991). O método AHP permite tratar problemas complexos de forma simples (Costa *et Moll*, 1999).

De acordo com Saaty (1991), a aplicação do AHP contempla as seguintes fases: estruturação dos critérios e alternativas; coleta de julgamentos; cálculo de prioridades; verificação da consistência do julgamento; e, por último, o cálculo das prioridades globais das alternativas. A estruturação dos critérios consiste em modelar o problema de decisão numa estrutura hierárquica, a qual, partindo do objetivo principal, decompõe-se em vários critérios necessários ao alcance do objetivo, formando uma camada de critérios. Cada elemento desta camada, por sua vez, pode ser decomposto em dois ou mais critérios, e assim sucessivamente, tornando mais fáceis o tratamento e a compreensão do problema. Cada elemento do último nível (elemento folha) é decomposto em alternativas, permitindo-lhes uma avaliação à luz de cada objetivo folha.

Entretanto, de acordo com Miller (1956), deve-se buscar um número máximo de 7 ± 2 elementos em cada nível a fim de alcançar maior acurácia nas comparações. Também, Alves *et Alves* (2015) concluíram: um número elevado de comparações pode gerar riscos de inconsistências nos julgamentos. Saaty (1991) menciona que não há um procedimento padrão para levantamento de critérios e de objetivos. O autor sugere a utilização de *brainstorming* com especialistas e/ou consultas bibliográficas para ajudar na elucidação dos critérios e dos objetivos.

De acordo com Saaty (1991), após a hierarquização dos critérios, é feita a coleta de julgamento dos decisores. O julgamento é realizado por meio da comparação pareada entre dois elementos de um mesmo nível à luz do elemento foco imediatamente superior. Os elementos são comparados a partir de uma matriz quadrada, cuja ordem é igual ao número de elementos subordinados ao nó imediatamente superior. Os elementos subordinados são dispostos na mesma ordem, formando as linhas e as colunas da matriz.

De acordo com o referido autor, durante o julgamento, compara-se cada elemento da linha com cada elemento da



coluna e registra-se o valor do julgamento na matriz na posição linha e coluna referente aos elementos comparados. A Tabela 1 mostra, genericamente, a matriz de julgamento das n alternativas (a_1, a_2, \dots, a_n) à luz do critério C_1 , na qual x_{ij} representa as entradas de julgamento variando i e j de 1 a n . Na comparação entre os dois elementos, deve-se levar em conta qual o elemento mais importante à luz do critério foco e a intensidade dessa importância.

Conforme Saaty (1991), a matriz de comparação gera relações recíprocas conforme representado na Tabela 1. Assim, para cada julgamento registrado na posição de linha i e coluna j , representado por x_{ij} , há um valor igual a $1/x_{ji}$ na posição recíproca, isto é, na posição de linha j e coluna i . Considerando as posições de elementos de linha e coluna i e j , respectivamente, variando de 1 a n , os elementos x_{ij} obedecem às seguintes regras:

Regra1: Se $x_{ij} = \alpha$, então $x_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$, onde α é o valor numérico do julgamento baseado na escala de Saaty (1991). Logo, temos $x_{ij} = 1/x_{ji}$.

Regra2: Se a_i é julgado de igual importância relativa a a_j , então $x_{ij} = 1$ e $x_{ji} = 1$; e, em particular, $x_{ij} = 1, i=j$

Tabela 1 - Matriz de julgamento

C_1	a_1	a_2	...	a_n
a_1	1	x_{12}	...	x_{1n}
a_2	$1/x_{12}$	1	...	x_{2n}
...
a_n	$1/x_{n1}$	$1/x_{n2}$		1

Fonte: Elaborado a partir de Saaty (1991)

O julgamento deve ser baseado na escala de Saaty (1991) conforme a Tabela 2, buscando-se primeiro o julgamento conceitual e, em seguida, a conversão para a escala numérica a fim de registrá-lo na matriz, como também, o julgamento recíproco associado. É necessária a realização de $n(n-1) / 2$ comparações pelo decisor, sendo n o número de elementos comparados (Gomes *et al.*, 2004).

A próxima fase é calcular as prioridades locais e globais. Trata-se de calcular a contribuição relativa de cada elemento da estrutura hierárquica em relação ao objetivo imediato e em relação ao objetivo principal. Primeiramente, é feito o cálculo das prioridades de cada elemento (nó) em relação ao seu elemento imediatamente superior, encontrando-se a prioridade média local do nó. Em seguida, calcula-se a prioridade global (em relação ao objetivo principal) do respectivo elemento, multiplicando sua prioridade média local pelas prioridades médias locais dos nós hierarquicamente superiores (Vargas, 2010).

De acordo com Saaty (1991), as prioridades médias locais dos elementos comparados na matriz de julgamento podem ser obtidas por meio de operações matriciais, calculando-se o principal autovetor da matriz e normalizando-o em seguida. Entretanto, o referido autor apresenta outros procedimentos mais simples para gerar o vetor de prioridades com valores aproximados. Um desses procedimentos foi utilizado por Vargas (2010) e adotado para presente trabalho: i) calcula-se o somatório dos julgamentos registrados em cada coluna da matriz de julgamentos; ii) cria-se uma nova matriz normalizada, na qual cada elemento é inicializado pelo elemento da matriz original dividido pelo total de sua respectiva coluna; iii) calcula-se a prioridade por meio da média aritmética dos elementos de cada linha da matriz normalizada.

Tabela 2 - Escala de julgamento Saaty

Escala numérica	Escala Conceitual	Descrição
1	Igual	Os dois elementos comparados contribuem igualmente para o objetivo.
3	Moderada	O elemento comparado é ligeiramente importante ao outro.
5	Forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente o elemento em relação ao outro.
7	Muito Forte	O elemento comparado é muito mais forte em relação ao outro, e tal importância pode ser observada na prática.
9	Absoluta	O elemento comparado apresenta o mais alto nível de evidência possível a seu favor.
2,4,6,8	Valores intermediários entre dois julgamentos, utilizados quando o decisor sentir dificuldade ao escolher entre dois graus de importância adjacentes.	

Fonte: Elaborado a partir de Saaty (1990)



O resultado obtido em cada linha corresponde ao total percentual relativo de prioridades ou preferências em relação ao foco objetivo imediato. O vetor de prioridades resultante é chamado autovetor da matriz, e a somatória de seus elementos é igual a 1. Após o cálculo das prioridades locais em relação a cada nó imediatamente superior, é realizado o cálculo da consistência de tais julgamentos.

Ao se considerar as dificuldades intrínsecas do ser humano em tomar decisões diante de problemas com muitas informações e com múltiplos critérios, Saaty (1991) propôs um procedimento para calcular inconsistências derivadas do julgamento de valor entre os elementos comparados num problema complexo de decisão. O referido autor admite uma tolerância de 10% para as inconsistências. Vargas (2010) descreve, de forma simples, os passos para verificar a consistência do julgamento.

De acordo com Vargas (2010), no primeiro passo, se calcula o maior autovalor da matriz de julgamento (λ_{Max}) por meio do somatório do produto de cada total da coluna j da matriz original de julgamentos por cada elemento na posição j do vetor de prioridade, considerando j a coluna da matriz de julgamento variando de 1 a n . Considerando a matriz de julgamento, o vetor de prioridades (prioridades calculadas dos elementos) e a ordem (n) da matriz da matriz, o cálculo do autovalor é representado pela seguinte fórmula,:

$$(1) \quad \lambda_{Max} = \sum_{j=1}^n T_j \cdot P_j$$

Onde T_j é o somatório da coluna j da matriz de julgamento e P_j é a prioridade calculada para o critério localizado na linha j .

No segundo passo, calcula-se o índice de consistência, *Consistency Index (CI)*:

$$(2) \quad CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

No terceiro passo, calcula-se a razão de consistência, *Consistency Ratio (CR)*:

$$(3) \quad CR = \frac{CI}{RI}$$

Conforme Saaty (1991), o índice randômico, *Random Index (RI)*, é o índice de consistência de uma matriz recíproca gerada, aleatoriamente, pelo laboratório Oak Ridge. A Tabela 3 mostra a tabela **RI** contendo os índices randômicos calculados pelo laboratório Oak Ridge para matrizes recíprocas quadradas de ordem n . De acordo com Saaty (1991), caso o **CR** calculado seja inferior ou igual a 0,10, a matriz de julgamento é considerada consistente. Caso contrário, a matriz é considerada inconsistente, e o julgamento deve ser refeito.

Após verificar a consistência dos julgamentos, realiza-se o cálculo do desempenho global das alternativas. De acordo com Saaty (1991), e tomando como base a estrutura hierárquica do AHP, as prioridades globais calculadas para cada critério correspondem à importância de cada critério em relação ao objetivo principal. Entretanto, no nível das alternativas, a prioridade encontrada ao se multiplicar a prioridade local da alternativa em relação a um determinado foco pela prioridade global deste reflete o impacto da alternativa no objetivo principal, relativo a um único critério. Portanto, para se obter a prioridade global das alternativas, deve-se calcular o somatório das prioridades globais das alternativas calculadas em cada critério. Essa prioridade determinará a contribuição da alternativa para o objetivo principal.

2.1 Combinação da mensuração relativa com absoluta

Segundo Saaty (1990), a mensuração absoluta é aplicada quando se pretende mensurar os elementos em cada critério com base numa escala conceitual. Primeiramente, deve-se estabelecer a escala conceitual, como, por exemplo, excelente, muito bom, bom, médio, regular e péssimo. Após definir a escala nominal a ser considerada em cada critério, deve-se fazer uma comparação pareada das escalas à luz de cada critério a fim de se obter o peso de cada elemento da escala relativo ao critério por meio do cálculo das prioridades. Ao montar a matriz de julgamento, os elementos da escala devem ser organizados do melhor ao pior, dispondo-os nas colunas da direita para esquerda e nas linhas de cima para baixo respectivamente.

Os autores Padovani *et al.* (2010), Archer *et al.* (1999) e Saaty (2005) apontam que o AHP se torna inviável para lidar com um número grande de alternativas. Saaty (2005) propõe como solução o uso do AHP combinado com a mensuração absoluta. Esta pode ser utilizada para mensurar as alternativas em cada critério. O valor global da

Tabela 3 - Tabela de índices de consistência aleatória

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Fonte: Saaty (1991)



alternativa é obtido por meio do somatório do produto do peso global de cada critério (obtido pela mensuração relativa) pela avaliação da alternativa dada pela mensuração absoluta no respectivo critério (Saaty, 1990). Além disso, de acordo com Saaty (1987), a combinação das duas mensurações resolve o problema de inversão de ordem apontada por Shin *et al.* (2013).

3. MODELAGEM DO PROCESSO DE SELEÇÃO NO AHP

Esta seção descreve os passos da aplicação do AHP, combinando a mensuração relativa e absoluta para solucionar o problema de seleção de propostas de pesquisa científica no Instituto Federal Fluminense. O problema em questão apresenta um grande número de alternativas submetidas à avaliação em múltiplos critérios, os quais são, em sua maioria, qualitativos.

Vários avaliadores participam desse processo, havendo necessidade de uma padronização e de uma sistematização do processo de trabalho. Portanto, trata-se de um problema complexo de decisão. Além disso, o trabalho proposto visa escolher os projetos mais aderentes às propostas institucionais, tendo em vista que tais projetos partem da ideia dos proponentes. Isso permite melhor destinação dos recursos de fomento à pesquisa.

O método AHP se adequou bem à problemática devido às facilidades oferecidas, tais como a mensuração das variáveis qualitativas do problema, a medição do grau de contribuição de cada critério para o objetivo principal, a geração do *ranking* final das alternativas, de forma a permitir aos gestores a escolha das melhores propostas de projetos.

A mensuração relativa foi aplicada para avaliar cada critério em relação ao objetivo principal. A mensuração absoluta foi utilizada para avaliar cada alternativa em cada aspecto ou subcritério. O desempenho global da alternativa foi obtido por meio da soma ponderada que consiste na soma dos produtos da mensuração relativa do critério pela mensuração absoluta da alternativa no respectivo critério.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi criada uma comissão com cinco membros: um deles compõe a autoria deste trabalho e os demais são representantes da Câmara de Pesquisa da Instituição. Tal comissão serviu para validar e homologar ações e decisões tomadas pelos autores em cada fase do trabalho. Além disso, facilitou a comunicação com os demais integrantes da área de pesquisa, permitindo o *feedback* e os ajustes necessários durante a realização deste trabalho. A aplicação do modelo envolveu as fases descritas nas subseções seguintes.

3.1 Estruturação dos critérios na hierarquia do AHP

Baseando-se em consulta documental, em entrevistas não estruturadas e em revisão bibliográfica, os principais critérios foram identificados, e seus aspectos, estabelecidos. Constatou-se que, por natureza, alguns critérios utilizados estavam relacionados aos objetivos institucionais enquanto outros, à qualidade da pesquisa técnico-científica.

Portanto, a reestruturação dos critérios resultou em dois grupos de critérios, grupo A e B, cujas estruturas hierárquicas são mostradas na Tabela 4 e na Tabela 5 respectivamente, juntamente com identificadores de critérios atribuídos pelos autores.

Os dois grupos de critérios tornaram possível o estabelecimento de duas etapas de seleção. O grupo A de critérios tende a medir a contribuição das alternativas para atender aos objetivos institucionais. O grupo B de critérios visa mensurar a contribuição das alternativas em relação aos requisitos exigidos para cada pesquisa científica. Assim, as melhores alternativas da primeira etapa servem de entrada para a segunda etapa. E isso resulta numa seleção mais consistente.

Cada grupo de critérios foi organizado obedecendo à hierarquia do AHP. O nível 1 representa o foco principal. O nível 2 representa a camada de critérios identificados. No nível 3, são representados os aspectos de cada critério, modelados como subcritérios.

3.2 Coleta de julgamento dos critérios, cálculo das prioridades e consistência

O processo de mensuração dos critérios se inicia com a coleta de julgamento de importância relativa de cada critério à luz do critério foco imediato. Assim, para cada grupo de critérios, foi realizado o julgamento dos critérios subordinados em relação ao nó imediatamente superior.

Como instrumento de coleta, utilizou-se a matriz de julgamento do AHP. O resultado de cada par de critérios comparados foi registrado, diretamente, na matriz de julgamento por um dos autores a partir do consenso dos gestores.

A matriz foi configurada em planilha eletrônica de dados para receber os dados informados nas posições acima da diagonal e calcular, automaticamente, o valor nas posições recíprocas associadas a cada entrada, facilitando o registro dos julgamentos. A Tabela 6, como exemplo, mostra o resultado da coleta de julgamento dos critérios referente ao nível 2 do grupo A de critérios em relação ao critério foco.



Tabela 4 - Grupo A de critérios

Critérios relacionados aos objetivos da instituição			
Objetivo Principal: Pesquisa comprometida com o desenvolvimento local e regional (CÓDIGO:A)			
Código	Critério	Código	Aspectos considerados
A1	Avanço científico e tecnológico:	A1.1	Proporciona novos conhecimentos (leis, teorias, conceitos, modelos) científicos / tecnológicos ou novo enfoque a partir de conhecimentos anteriores.
		A1.2	Proporciona a criação e/ou melhoramento de novos métodos, processos, produtos, materiais e /ou de serviços potencialmente aplicáveis nos setores econômicos, políticos e/ou sociais.
		A1.3	Estimula a formação de competências em pesquisa por meio da participação de bolsistas de iniciação científica, pessoal de nível técnico e superior, mestrandos, doutorandos, mestres, doutores e pós-doutores.
A2	Compromisso Social	A2.1	Estimula novas oportunidades de trabalho, estágios, cursos, produtos e serviços; desenvolve habilidades profissionais de servidores e alunos; e contribui para formação da consciência crítica do cidadão.
		A2.2	Colabora direta ou indiretamente para o desenvolvimento sustentável, adotando e/ou estimulando práticas sustentáveis do ponto de vista ambiental, econômico e social.
A3	Articulação com Ensino, Pesquisa e Extensão	A3.1	Prevê articulação entre as atividades de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas no IF Fluminense.
		A3.2	Prevê aplicação do conhecimento resultante da pesquisa na solução de problemas da sociedade.
A4	Vinculação com as áreas de pesquisa do IFF	A4.1	A área de pesquisa do projeto corresponde a uma das áreas de pesquisa prioritárias do IF Fluminense.
		A4.2	Há coerência do tema com as linhas de pesquisa no Núcleo de Pesquisa ao qual o projeto está associado.

Fonte: Os próprios autores

Tabela 5 - Grupo B de critérios

Critérios relacionados ao atendimento aos requisitos da pesquisa científica			
Objetivo Principal: Avaliação da pesquisa científica (CÓDIGO:B)			
Código	Critérios	Código	Aspectos considerados
B1	Originalidade da pesquisa.	B1.1	Trata-se de um novo tema ou discute uma nova abordagem referente a um tema já existente.
B2	Qualidade técnica do projeto.	B2.1	Clareza na definição do problema.
		B2.2	Adequação Metodológica.
		B2.3	Embasamento Teórico.
		B2.4	Procedimentos de divulgação e apropriação dos resultados pela sociedade.
B3	Qualidade de redação e organização do texto.	B3.1	Ortografia.
		B3.2	Gramática.
		B3.3	Clareza.
		B3.4	Objetividade.
		B3.5	Estrutura formal.
B4	Adequação entre o plano de atividades a ser desenvolvido pelo aluno bolsista e os objetivos e cronograma do projeto.	B4.1	Alinhamento das atividades com os objetivos do projeto.
		B4.2	Adequação das atividades a serem desempenhadas pelo(s) aluno(s) bolsista(s) ao cronograma de execução do projeto.



B5	Viabilidade da execução do projeto	B5.1	Disponibilidade de recursos materiais.
		B5.2	Apoio financeiro por outra unidade de fomento.
		B5.3	Dimensionamento do cronograma.
B6	Produtividade científica e tecnológica do pesquisador na área e temática do projeto avaliadas por meio das informações contidas nos indicadores de produção do currículo Lattes.	B6.1	Titulação.
		B6.2	Publicações (artigo em periódicos indexados, livro, coletânea, e capítulo de livro) ou patente depositada.
		B6.3	Publicação em anais.
		B6.4	Orientações de IC e TCC (graduação e pós-graduação lato sensu).
		B6.5	Orientações de mestrado e doutorado.
		B6.6	Participação em bancas (TCC, Mestrado e Doutorado).

Fonte: Os próprios autores

Tabela 6 - Julgamento de Importância dos critérios A1-A4 à luz do objetivo principal A

	A1	A2	A3	A4
A1	1,000	1,000	2,000	3,000
A2	1,000	1,000	2,000	3,000
A3	0,500	0,500	1,000	2,000
A4	0,333	0,333	0,500	1,000
Total	2,830	2,830	5,500	9,000

Fonte: Os próprios autores

Para o cálculo das prioridades dos critérios, realizou-se a normalização da matriz de julgamento. A seguir, calculou-se a média aritmética dos elementos de cada linha, obtendo a prioridade média local. A prioridade local de cada elemento do nível 2 é o mesmo valor da prioridade global, cujo valor pode ser representado no formato percentual, mostrando o grau de sua contribuição para o atingimento do objetivo principal. O peso do objetivo principal deve ser 1, ou seja, igual ao somatório de todos os pesos (prioridades). A Tabela 7, adiante, mostra a normalização realizada e as prioridades calculadas com base no julgamento mostrado na Tabela 6. Todo cálculo foi integrado à matriz de julgamento de forma que, ao registrar os julgamentos, as prioridades fossem calculadas automaticamente.

Os cálculos para verificar a consistência do julgamento foram também implementados na planilha eletrônica de dados e integrados à matriz de julgamento, visando calcular, automaticamente, a razão de consistência. Assim, durante o registro do julgamento, os gestores, com base no CR calculado, puderam refletir suas decisões e buscar novamente um consenso caso verificasse alguma inconsistência. Os valores intermediários considerados no cálculo do CR com base na matriz de julgamento exposta na tabela 6 são mostrados na Tabela 8.

Tabela 7 - Prioridades calculadas dos critérios julgados à luz do objetivo principal A

Normalização						
Peso de A = 1,0	A1	A2	A3	A4	Prioridade Local	Prioridade Global (%)
A1	0,353	0,353	0,364	0,333	0,3507	35,07%
A2	0,353	0,353	0,364	0,333	0,3507	35,07%
A3	0,176	0,176	0,182	0,222	0,1892	18,92%
A4	0,118	0,118	0,091	0,111	0,1093	10,93%
TOTAL					1,0000	100,00%

Fonte: Os próprios autores

Tabela 8 - Valores intermediários considerados no cálculo da razão de consistência do julgamento dos critérios A1-A4 em relação ao objetivo principal A

Maior autovalor da matriz de julgamento	Quantidade de critérios	CI	RI associado a quantidade de critérios	CR	Consistente: CR ≤ 0,1
4,01	4	0,00	0,9	0,00	

Fonte: Os próprios autores

A seguir, foi realizada a mensuração dos critérios do nível 3 (aspectos). Nesse caso, considerou-se como critério foco de cada aspecto o elemento hierárquico imediatamente superior constante no nível 2. Procederam-se, novamente, a coleta de julgamento e o cálculo de prioridades dos aspectos, e verificou-se a consistência dos julgamentos à luz do critério foco. Nesse caso, a prioridade global de cada aspecto foi obtida pelo produto da prioridade global do nó foco pela prioridade local do aspecto. A soma das prioridades locais dos subcritérios deve ser igual à prioridade global do critério foco. Todos os cálculos foram configurados na planilha eletrônica de dados, permitindo a integração das prioridades gerada



em cada nó da hierarquia. A Tabela 9, a Tabela 10 e a Tabela 11 mostram, respectivamente, a coleta de julgamento dos subcritérios A1.1-A1.3 à luz do critério A1 (Avanço científico e tecnológico), as prioridades médias locais, as prioridades globais calculadas e a razão de consistência referente ao julgamento.

Tabela 9 - Coleta do julgamento dos critérios A1.1-A1.3 à luz do critério A1

	A1.1	A1.2	A1.3
A1.1	1,000	5,000	2,000
A1.2	0,200	1,000	0,250
A1.3	0,500	4,000	1,000
Total	1,700	10,000	3,250

Fonte: Os próprios autores

Tabela 10 - Prioridades dos critérios A1.1-A1.3 julgados à luz do critério A1

Normalização						
A1.1	A1.2	A1.3	(a) Priori- dade Média Local	(b) Priori- dade Global A1	(a x b) Priori- dade Global	Peso Global (%)
A1.1	0,588	0,500	0,615	0,5679	0,1992	19,92%
A1.2	0,118	0,100	0,077	0,0982	0,3507	3,44%
A1.3	0,294	0,400	0,308	0,3339	0,1171	11,71%
TOTAL			1,0000	0,3507	35,07%	

Fonte: Os próprios autores

Tabela 11 - Valores intermediários considerados no cálculo da razão de consistência do julgamento dos critérios A1.1-A1.3 à luz do critério A1

Maior au- tovalor da matriz de julgamento	Quan- tidade de cri- térios	CI	RI associa- do a quan- tidade de critérios	CR	Con- sisten- te: CR≤
3,03	3	0,02	0,58	0,03	0,1

Fonte: Os próprios autores

A seguir, a Tabela 12 e a Tabela 13 mostram as mensurações dos grupos de critérios A e B respectivamente. Tais tabelas apresentam as prioridades médias locais (PL), as prioridades globais (PG) de cada critério e aspecto e a razão de consistência (RC) de cada julgamento realizado em cada etapa de seleção.

Tabela 12 - Prioridades (pesos) geradas pelo AHP

para critérios e aspectos do grupo A

Cri- tério				As- pec- to			
	PL	RC	PG		PL	RC	PG
A1	0,3507	0,00	0,3507	A1.1	0,5679	0,03	0,1992
				A1.2	0,0982		0,0344
				A1.3	0,3339		0,1171
A2	0,3507		0,3507	A2.1	0,7500	0,00	0,2630
				A2.2	0,2500		0,0877
A3	0,1892		0,1892	A3.1	0,7500	0,00	0,1419
				A3.2	0,2500		0,0473
A4	0,1093		0,1093	A4.1	0,3333	0,00	0,0364
				A4.2	0,6667		0,0729

Fonte: Os próprios autores

Tabela 13. Prioridades (pesos) geradas pelo AHP para critérios e aspectos do grupo B

Cri- tério	PL	RC	PG	As- pec- to	PL	RC	PG
B1	0,0580	0,01	0,0580	B1.1	0,0580		0,0580
B2	0,2204		0,2204	B2.1	0,3507	0,00	0,0773
				B2.2	0,3507		0,0773
				B2.3	0,1892		0,0417
				B2.4	0,1093		0,0241
B3	0,0800		0,0800	B3.1	0,1431	0,01	0,0114
				B3.2	0,1431		0,0114
				B3.3	0,3923		0,0314
				B3.4	0,2328		0,0186
				B3.5	0,0887		0,0071
B4	0,2106		0,2106	B4.1	0,7500	0,00	0,1580
				B4.2	0,2500		0,0527
B5	0,2106		0,2106	B5.1	0,5390	0,01	0,1135
				B5.2	0,1638		0,0345
				B5.3	0,2973		0,0626
B6	0,2204		0,2204	B6.1	0,1196	0,05	0,0264
				B6.2	0,4456		0,0982
				B6.3	0,0381		0,0084
				B6.4	0,1410		0,0311
				B6.5	0,2176		0,0480
				B6.6	0,0381		0,0084

Fonte: Os próprios autores

Como se pode observar, a grande maioria dos julgamentos realizados apresentou razão de consistência próxima ou igual a zero. Isto assinala uma maior consistência no julgamento dos critérios, o que contribui para uma maior qualidade na tomada de decisão pelos gestores.



3.3 Elaboração das fichas de avaliação e das escalas nominais utilizadas como respostas

Com base nos critérios e nos aspectos, elaboraram-se duas fichas de avaliação, uma para cada conjunto de critérios. Cada ficha teve os itens de avaliação textualmente representados pelos aspectos da respectiva estrutura de critérios. Dessa forma, o peso de cada item de avaliação é dado pelo seu peso global previamente gerado pelo AHP.

Para cada ficha, definiu-se, para cada item de avaliação, a escala conceitual de valores a ser utilizada pelos avaliadores do projeto na avaliação de cada aspecto. O uso da escala conceitual facilitou a avaliação, já que, por natureza, a maioria dos aspectos era qualitativa. Para alguns aspectos quantitativos, foram estabelecidas as escalas de conversão, respeitando as restrições impostas pelo contexto. Tais escalas foram definidas pelos autores em conjunto com a comissão de avaliadores do projeto. Os itens de avaliação que compõem cada ficha de avaliação e suas escalas nominais, utilizadas como respostas conceituais, podem ser observados adiante, na Tabela 14 e na Tabela 15 respectivamente.

3.4 Mensuração das escalas nominais utilizadas como resposta

Após definição das escalas, procedeu-se, novamente, a coleta de julgamento do grau de importância das escalas nominais à luz do aspecto associado. As prioridades e a razão de consistência foram calculadas automaticamente pela planilha eletrônica de dados, de forma que, a cada registro do julgamento, pudesse perceber o grau da consistência do julgamento realizado. A prioridade encontrada para cada escala nominal é usada para mensurar automaticamente a resposta do avaliador na ocasião da avaliação do projeto. A Tabela 14 e a Tabela 15 mostram, para cada grupo de critérios, os aspectos (itens de avaliação) e as respectivas escalas (Valor Conceitual das Respostas), juntamente com suas prioridades locais (PL) geradas pelo AHP e com o valor do RC resultante de cada julgamento.

Tabela 14 - Pesos das escalas nominais utilizadas na avaliação baseada no grupo A de critérios

Item de avaliação	Valor Conceitual das Respostas PL (pesos)				RC
A1.1	muito	satisfatoriamente	pouco	nada	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
A1.2	muito	satisfatoriamente	pouco	nada	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00

A1.3	muito	satisfatoriamente	pouco	nada	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
A2.1	muito	satisfatoriamente	pouco	nada	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
A2.2	muito	satisfatoriamente	pouco	nada	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
A3.1	muito	satisfatoriamente	pouco	nada	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
A3.2	muito	satisfatoriamente	pouco	nada	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
A4.1	sim	não			0,00
	0,9000	0,1000			0,00
A4.2	alta	média	baixa	nenhuma	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00

Fonte: Os próprios autores

Tabela 15 - Pesos das escalas nominais utilizadas na avaliação baseada no grupo B de critérios

Item de avaliação	Valor Conceitual das Respostas				RC
	PL (pesos)		RC		
B1.1	sim	parcialmente	não		
	0,7606	0,1577	0,0817		0,00
B2.1	ótimo	bom	regular	péssimo	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
B2.2	ótimo	bom	regular	péssimo	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
B2.3	ótimo	bom	regular	péssimo	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
B2.4	ótimo	bom	regular	péssimo	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
B3.1	ótimo	bom	regular	péssimo	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
B3.2	ótimo	bom	regular	péssimo	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00
B3.3	ótimo	bom	regular	péssimo	
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543	0,00



B3.4	ótimo	bom	regular	péssimo		
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543		0,00
B3.5	ótimo	bom	regular	péssimo		
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543		0,00
B4.1	ótimo	bom	regular	péssimo		
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543		0,00
B4.2	ótimo	boa	regular	péssima		
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543		0,00
B5.1	alta	satisfatória	baixa			
	0,7606	0,1577	0,0817			0,00
B5.2	considerável	suficiente	pouco	nenhum		
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543		0,00
B5.3	ótimo	bom	regular	péssimo		
	0,5375	0,3027	0,1055	0,0543		0,00
B6.1	Pós-doutorado	Doutorado	Mestrado	Especialização	Graduação	
	0,4867	0,2720	0,1370	0,0661	0,0382	0,03
B6.2	ótimo	bom	regular	baixo	nenhum	
	0,4867	0,2720	0,1370	0,0661	0,0382	0,03
B6.3	ótimo	bom	regular	baixo	nenhum	
	0,4867	0,2720	0,1370	0,0661	0,0382	0,03
B6.4	ótimo	bom	regular	baixo	nenhum	
	0,4867	0,2720	0,1370	0,0661	0,0382	0,03
B6.5	ótimo	bom	regular	baixo	nenhum	
	0,4867	0,2720	0,1370	0,0661	0,0382	0,03
B6.6	ótimo	bom	regular	baixo	nenhum	
	0,4867	0,2720	0,1370	0,0661	0,0382	0,03

Fonte: Os próprios autores

Observa-se que todos os julgamentos apresentaram a razão de consistência dentro do limite determinado por Saaty (1991), pois a maioria apresentou RC igual a zero. Portanto, todos os julgamentos realizados demonstraram consistência.

3.5. Cálculo do desempenho dos projetos

A coleta da avaliação de cada projeto foi realizada por meio das fichas de avaliação. Estas foram encaminhadas aos

avaliadores, cujas respostas foram devidamente registradas nas planilhas de dados. Tais planilhas foram previamente configuradas de forma que, ao registrar as avaliações conceituais obtidas dos projetos, se pudesse atribuir automaticamente os pesos e, então, calcular o desempenho dos projetos. A seguir, é exemplificado, na Tabela 16, o cálculo do desempenho de determinado projeto em relação ao alinhamento do objetivo da Instituição, com base no grupo A de critérios. O mesmo cálculo foi efetuado com base nas respostas oriundas da avaliação do referido projeto em relação à estrutura de critérios B. Observou-se que alguns projetos tiveram seus desempenhos coincidentes. A fim de minimizar as coincidências, foram aplicadas seis casas decimais no desempenho global do projeto.

Tabela 16 - Cálculo do desempenho do projeto 1 avaliado nos critérios do grupo A

Item de avaliação	Peso do Item (PG)	Resposta do avaliador	Peso da resposta	Desempenho do projeto
A1.1	0,1992	pouco	0,1055	$0,1992 \times 0,1055 +$
A1.2	0,0344	pouco	0,1055	$0,0344 \times 0,1055 +$
A1.3	0,1171	satisfatoriamente	0,3027	$0,1171 \times 0,3027 +$
A2.1	0,2630	satisfatoriamente	0,3027	$0,2630 \times 0,3027 +$
A2.2	0,0877	muito	0,5375	$0,0877 \times 0,5375 +$
A3.1	0,1419	muito	0,5375	$0,1419 \times 0,5375 +$
A3.2	0,0473	satisfatoriamente	0,3027	$0,0473 \times 0,3027 +$
A4.1	0,0364	não	0,1000	$0,0364 \times 0,1000 +$
A4.2	0,0729	alta	0,5375	$0,0729 \times 0,5375 =$ 0,320280

Fonte: Os próprios autores

3.6. Ordenação dos projetos em relação à contribuição para o alcance dos objetivos institucionais

Nesta fase, foi realizada a ordenação dos projetos por ordem descendente de pontuação obtida na avaliação dos critérios relacionados aos objetivos institucionais, critérios do grupo A. Tal ordenação é mostrada na Tabela 17.



Tabela 17 - Ranking em função da contribuição para o alcance dos objetivos institucionais

Projeto	Pontuação	Ordem
3	0,550684	1a
49	0,550684	2a
2	0,523192	3a
30	0,480854	4a
13	0,476440	5a
50	0,468356	6a
...
9	0,179247	56a
14	0,165948	57a
12	0,164049	58a
53	0,131822	59a
10	0,130795	60a
59	0,112414	61a

Fonte: Os próprios autores

3.7 Ordenação dos projetos em função do atendimento aos requisitos exigidos para cada pesquisa científica

Os projetos que obtiveram melhor pontuação no primeiro ranking foram mantidos na planilha de avaliação da pesquisa, e os demais, eliminados. Logo, a seguir, procedeu-se a ordenação dos projetos em função do desempenho obtido em relação à avaliação da pesquisa com base no grupo B de critérios. O resultado é mostrado na Tabela 18.

Tabela 18 - Ranking em função do melhor atendimento aos requisitos exigidos para cada pesquisa científica

Projeto	Pontuação	Ordem
49	0,511931	1ª
5	0,509791	2ª
7	0,481797	3ª
6	0,447083	4ª
13	0,432984	5ª
19	0,422273	6ª
...
52	0,169224	48ª
1	0,168406	49ª
24	0,165098	50ª
38	0,163276	51ª
25	0,150343	52ª
23	0,129835	53ª
61	0,114163	54ª

Fonte: Os próprios autores

O resultado final do ranking determinou os projetos que satisfazem, simultaneamente, à qualidade da pesquisa e aos interesses institucionais. Tal ranking serviu de apoio aos gestores para alocação das bolsas de pesquisa.

4. CONCLUSÃO

A combinação da mensuração relativa do AHP com a absoluta simplificou e facilitou a avaliação. As escalas nominais utilizadas na mensuração absoluta permitiram avaliar de forma conceitual, favorecendo a avaliação dos itens qualitativos. Além disso, a estruturação do problema no AHP levou os gestores à reflexão e à discussão sobre a contribuição de cada critério considerado para alcance dos objetivos institucionais e da qualidade de cada proposta de pesquisa. A reestruturação foi importante na padronização dos aspectos considerados em cada critério, permitindo a todos os envolvidos no processo um entendimento comum e maior consistência na avaliação.

O ranking final gerado a partir da filtragem do primeiro ranking garantiu a escolha de projetos mais aderentes aos objetivos da pesquisa e da Instituição. Visto que os objetivos da Instituição estão em consonância com as necessidades da sociedade e com seu desenvolvimento local e regional, o método contribuiu para qualidade na tomada de decisão.

A incorporação das preferências dos gestores no modelo a partir do consenso favoreceu o comprometimento entre as partes, aumentando, assim, a credibilidade no processo decisório, o que resulta num modelo de decisão mais consistente e eficaz.

Apesar do resultado satisfatório, observou-se que o resultado do ranking gerou alguns valores coincidentes ou próximos, pois alguns projetos receberam as mesmas avaliações coincidentemente.

Além disso, alguns gestores pretendiam categorizar os projetos como bom, péssimo e ruim. Entretanto, como a proposta foi a priorização dos projetos, recomenda-se como trabalho futuro o estudo da viabilidade da aplicação do método AHP com outros métodos que permitam a categorização final dos projetos, de modo a avaliar a efetividade da solução proposta em relação às provenientes de outros modelos de seleção multicritério.

REFERÊNCIAS

- Alves, J. R. X. et Alves, J. M. (2015), "Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP)", Production, Vol.25 No.1, pp.13-26, disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000023> (Acesso em 18 de abril de 2015)
- Archer, N. P. et Ghasemzadeh, F. (1999), "An integrated framework for project portfolio selection", International Journal of Project Management, Vol.17 No.4, pp.207-216, disponível em: <http://www.scopus.com>. (Acesso em 15 de outubro de 2012).



- Costa, H.G. et Moll, R.N. (1999), "Emprego do método de análise hierárquica (AHP) na seleção de variedades para o plantio de cana-de-açúcar", *Gestão & Produção*, Vol.6 No.3, pp.243-256, disponível em: <http://www.scielo.br> (Acesso em: 08 de agosto de 2013).
- Francisco, L. T. S. T. (2002), *Indicadores para avaliação de resultados de projetos de pesquisa científica e tecnológica*. Dissertação de Mestrado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Freitas, M. H. A. (1998), "Avaliação da produção científica: considerações sobre alguns critérios", *Psicol. Esc. Educ.* (Impr.), Vol. 2 No. 3, pp.211-228, disponível em <http://www.scielo.br> (Acesso em: 20 de dezembro de 2013).
- Gomes, L. F. A. M., Araya, M. C. G. et Carignano C. (2004), *Tomada de Decisões em Cenários Complexos*, Tradução de Marcela Cecilia González Araya, Pioneira Thomson Learning, São Paulo, SP.
- Haimes, Y. Y. et Chankong, V. (1979), "Kuhn-Tucker Multipliers as Trade-Offs in Multiobjective Decision-Making Analysis", *Automatica*, Vol.15, pp.50-72, disponível em: <http://www.scopus.com> (Acesso em: 05 de julho de 2013).
- Keeney, R. L. (1992), *Value-focused thinking a path to creative decision making*. Harvard University Press, Cambridge.
- Lima, A. S. de. (2008), *Proposta de método para modelagem de critérios de priorização de projetos de pesquisa e desenvolvimento aeroespaciais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- Miller, G.A. (1956), "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information", *Psychological review*, Vol.63 No.2, pp.81-97, disponível em <http://www.scopus.com> (Acesso em 01 de novembro de 2012).
- Padovani, M., Carvalho, M. M. de et Muscat, A. R. N. (2010), "Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico", *Gest. Prod.*, Vol.17 No.1, disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000100013&lng=pt&nrm=iso (Acesso em: 6 de março de 2014).
- Rodriguez, D. S. S, Costa, H. G. et Carmo, L. F. R. R. S. do (2013), "Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil", *Gest. Prod.*, Vol.20 No.1, pp134-146, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v20n1/a10v20n1.pdf> (Acesso: 11 de fevereiro de 2015).
- Saaty, T.L. (1987), "Rank generation, preservation, and reversal in the analytic hierarchy decision process", *Decision Sciences*, Vol.18, No.2, pp.157-177, disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-5915.1987.tb01514.x/abstract> (Acesso em: 18 de abril de 2015).
- Saaty, T.L. (1990), "How to make a decision: The analytic hierarchy process", *European Journal of Operational Research*, Vol.48 No.1, pp.9-26, disponível em: <http://www.scopus.com> (Acesso em: 12 de outubro de 2012).
- Saaty, T. L. (1991), "Método de Análise Hierárquica", Tradução de Wainer da Silveira e Silva, McGraw-Hill, Makron, São Paulo, SP.
- Saaty, T. L. (2005) "The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the measurement of intangible criteria and for decision-making", em Figueira, J., Greco S. e Ehrgott, M. *Multiple Criteria Decision Analysis: state of the art surveys*, Springer Science+Business Media, New York, pp.345-408.
- Shimizu, T. (2006), *Decisão nas Organizações*. 2 ed., Atlas, São Paulo, SP.
- Shin, Y.B., Lee, S., Shun, S.G. et Chung, D. (2013), "A critical review of popular multi-criteria decision making methodologies", *Issues in Information Systems*, Vol.14 No.1, pp.358-365, disponível em http://iacis.org/iis/2013/225_iis_2013_358-365.pdf (Acesso em 14 de abril de 2015).
- Vargas, R.V. (2010), "Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio", em PMI Global Congress – América do Norte, 2010, Washington – EUA, disponível em <http://www.ricardo-vargas.com/articles/analytic-hierarchy-process/#portuguese> (Acesso em 10 de outubro de 2012).
- Vincke, P. (1992), *Multicriteria decision-aid*, John Wiley & Sons Ltd., England.