

## FERRAMENTAS DE ANÁLISE GERENCIAL BASEADAS EM MODELOS DE DECISÃO MULTICRITERIAIS

*Por:*

**Herbert Kimura**

**Alberto Sanyuan Suen**

*RAE-eletrônica*, Volume 2, Número 1, jan-jun/2003.

<http://www.rae.com.br/eletronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=1881&Secao=2°PWC&Volume=2&Numero=1&Ano=2003>

---

©Copyright, 2002, RAE-eletrônica. Todos os direitos, inclusive de tradução, são reservados. É permitido citar parte de artigos sem autorização prévia desde que seja identificada a fonte. A reprodução total de artigos é proibida. Os artigos só devem ser usados para uso pessoal e não-comercial. Em caso de dúvidas, consulte a redação: [redacao@rae.com.br](mailto:redacao@rae.com.br).

A RAE-eletrônica é a revista on-line da FGV-EAESP, totalmente aberta e criada com o objetivo de agilizar a veiculação de trabalhos inéditos. Lançada em janeiro de 2002, com perfil acadêmico, é dedicada a professores, pesquisadores e estudantes. Para mais informações consulte o site [www.rae.com.br/eletronica](http://www.rae.com.br/eletronica).

---

*RAE-eletrônica*

ISSN 1676-5648

©2002 Editora: Fundação Getúlio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo.



**FUNDAÇÃO  
GETULIO VARGAS**



Escola de Administração  
de Empresas de São Paulo

## FERRAMENTAS DE ANÁLISE GERENCIAL BASEADAS EM MODELOS DE DECISÃO MULTICRITERIAIS

### **Herbert Kimura**

Doutorando em Administração de Empresas – FGV-EAESP

Email: [herbert.kimura@ascent.com.br](mailto:herbert.kimura@ascent.com.br)

Endereço: Av. Nove de Julho, 2029 – Bela Vista – São Paulo, SP

Interesses de pesquisa: Gestão de riscos, Modelos financeiros, Avaliação de derivativos, Processos de tomada de decisão.

### **Alberto Sanyuan Suen**

Doutorando em Administração de Empresas – FGV-EAESP

Email: [alberto.suen@ascent.com.br](mailto:alberto.suen@ascent.com.br)

Endereço: Av. Nove de Julho, 2029 – Bela Vista – São Paulo, SP

Interesses de pesquisa: Gestão de riscos, Modelos financeiros, Avaliação de derivativos, Processos de tomada de decisão.

### **RESUMO**

Este artigo apresenta um inovador modelo de decisão baseado em múltiplos critérios integrado a aplicações de Balanced Scorecard e Valor Presente Líquido. Em especial, dois métodos de ranqueamento e valorização de alternativas incorporando vários atributos serão apresentados: o Analytic Hierarchy Process e o Non-Traditional Capital Investment Criteria. Na modelagem integrada com o Balanced Scorecard, o Analytical Hierarchy Process será aplicado para determinar a importância relativa dos diversos indicadores de desempenho. Na modelagem integrada com o Valor Presente Líquido, o Non-Traditional Capital Investment Criteria será utilizado para identificar o melhor projeto a ser implementado em situações envolvendo variáveis financeiras e não-financeiras. Através de um estudo de caso serão discutidos modelos integrados que ilustrarão a potencialidade dos modelos multicriteriais em problemas de gestão empresarial.

### **ABSTRACT**

*This article presents an innovative decision model, based on multiple criteria, integrated to Balanced Scorecard and Net Present Value applications. Specially, we will present two methods of ranking and alternative valorization, incorporating several attributes: the Analytic Hierarchy process and the Non-Traditional Investment Criteria. In the model integrated with the Balanced Scorecard, the Analytic Hierarchy Process will be applied to determine the relative importance of several performance measures. In the model integrated with the Net Present Value, we will use the Non-Traditional Capital Investment Criteria to identify the best project to be implemented in situations involving financial and non-financial variables. Through a case study, we will discuss integrated models that illustrate the potentiality of multicriteria models in problems of business management.*

**PALAVRAS-CHAVE**

Modelos de decisão, Múltiplos critérios, Balanced scorecard, Analytic hierarchy process, Non-traditional capital investment criteria

**KEY-WORDS**

*Decision Models. Multiple criteria, Balanced scorecard, Analytic hierarchy process, Non-traditional capital investment criteria*

## 1. INTRODUÇÃO

A complexidade das interações entre as variáveis que influenciam o desempenho de uma empresa torna necessária a elaboração de ferramentas gerenciais para viabilizar o processo de tomada de decisão. Apesar de os administradores contarem com experiência, intuição e bom senso para avaliar resultados passados e alternativas futuras, análises metódicas e automatizadas podem evitar atitudes precipitadas, estratégias contraditórias e perda de valor ao acionista.

Considerando a multiplicidade de fatores relevantes para o desempenho de uma empresa, técnicas modernas têm sido desenvolvidas visando à estruturação e à padronização de procedimentos de gestão empresarial. Dois exemplos destas técnicas são o Valor Presente Líquido (VPL) e o Balanced Scorecard (BSC).

Enquanto o VPL possibilita a avaliação quantitativa da viabilidade de investimentos do ponto de vista financeiro, o BSC permite o estudo qualitativo do desempenho empresarial sob diversas perspectivas, incluindo perspectivas não-financeiras. Tendo em vista vantagens e desvantagens das análises quantitativas e qualitativas, mecanismos de avaliação de alternativas baseados em múltiplos critérios podem ser utilizados.

Através de procedimentos matemáticos, as técnicas multicriteriais auxiliam na identificação da importância relativa de cada característica na decisão final, extraindo-se informação dos atributos qualitativos e mantendo-se, concomitantemente, uma estrutura quantitativa robusta. Embora as técnicas de análise multicriterial sejam amplamente discutidas e utilizadas em problemas de engenharia que envolvem definição de produtos ou escolhas de projetos, ainda são pouco aplicadas pelos administradores de empresas.

Este artigo apresenta, portanto, um inovador modelo de tomada de decisão multicriterial integrado a duas aplicações empresariais: o Balanced Scorecard e o Valor Presente Líquido. Uma vez que diversas empresas, no Brasil e no exterior, têm conduzido projetos para implementação do BSC, e que o VPL é praticamente um critério universal para avaliação de viabilidade de projetos, este estudo atende às necessidades atuais dos administradores em aprimorar seus sistemas e ferramentas gerenciais. Dois métodos de decisão multicriterial baseados no ranqueamento e na valorização de alternativas incorporando variadas perspectivas serão apresentados: o Analytic Hierarchy Process e o Non-Traditional Capital Investment Criteria.

Na modelagem integrada do BSC com métodos multicriteriais, o Analytic Hierarchy Process será aplicado para determinar a importância relativa dos diversos indicadores de desempenho. Na modelagem integrada do VPL com modelos multicriteriais, o Non-Traditional Capital Investment Criteria será utilizado para avaliar o melhor projeto a ser implementado em situações envolvendo diversas variáveis financeiras e não-financeiras. Finalmente, um estudo de caso discutirá os modelos integrados descritos no artigo e ilustrará a potencialidade dos modelos multicriteriais em problemas de gestão empresarial.

A integração de ferramentas de decisão baseadas em múltiplos critérios com o Balanced Scorecard e o Valor Presente Líquido representa um estudo extremamente desafiador, ampliando os horizontes da administração, por possibilitar o estabelecimento de metodologia flexível e consistente de gestão do desempenho e de avaliação de alternativas de investimento.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Balanced Scorecard (BSC) e Valor Presente Líquido (VPL)**

De acordo com Kaplan e Norton (1996), o Balanced Scorecard é uma ferramenta empresarial que traduz a missão e a estratégia da organização em um conjunto compreensível de medidas de desempenho, propiciando a formação de uma estrutura de mensuração estratégica e de um sistema de gestão eficiente.

O BSC compreende um modelo de avaliação de desempenho baseada em diversas dimensões que amplia o espectro da análise fundamentada apenas em indicadores puramente financeiros. Através do BSC, a administração pode identificar a performance empresarial considerando os resultados de rentabilidade e custos, bem como os indicadores de atendimento das necessidades dos clientes, de eficiência de processos internos e de potencial de aprendizado e crescimento da empresa.

O VPL, por sua vez, constitui importante critério de avaliação de alternativas de investimentos. Através da representação das características relevantes dos projetos em um mesmo denominador comum, ou seja, fluxos de caixa, o cálculo do VPL possibilita identificar a viabilidade de investimentos e os valores a serem gerados ao acionista (Brealey e Myers, 2001). Porém, por concentrar esforços em variáveis financeiras, a análise baseada no VPL pode refletir inadequadamente aspectos de natureza primariamente não-financeira.

A implantação do VPL envolve a identificação dos fluxos de caixa relevantes de alternativas de investimento e o estabelecimento de uma taxa de desconto apropriada para o cálculo de resultados a valores monetários atuais. Praticamente todas as empresas de médio a grande porte utilizam de alguma maneira, cálculos baseados no VPL.

Enquanto o VPL pode ser obtido a partir de um referencial teórico bem definido, onde os parâmetros são calculados através de procedimentos estritamente especificados, o BSC é implementado através de uma estrutura flexível, onde o debate sobre a relevância dos indicadores conduz a modelos diferenciados. Assim, se por um lado o critério do VPL representa uma análise preponderantemente quantitativa e, portanto, mais direta, por outro lado, o BSC é uma ferramenta qualitativa, mais susceptível a conflitos de interpretação.

### **2.2. Modelos de decisão baseados em múltiplos critérios**

Tendo em vista a grande aplicabilidade do VPL e a crescente popularidade dos sistemas de BSC, a integração destas ferramentas com os modelos de decisão baseados em múltiplos critérios pode representar um importante avanço na gestão empresarial.

A análise de decisão multicritério envolve quatro elementos comuns: um conjunto de alternativas finito, relações de compromisso entre atributos relevantes, unidades incomensuráveis e matrizes de decisão. Assim, os modelos baseados em múltiplos critérios são extremamente úteis em situações que envolvem características qualitativas e quantitativas de difícil mensuração e que podem eventualmente contrapor-se entre si.

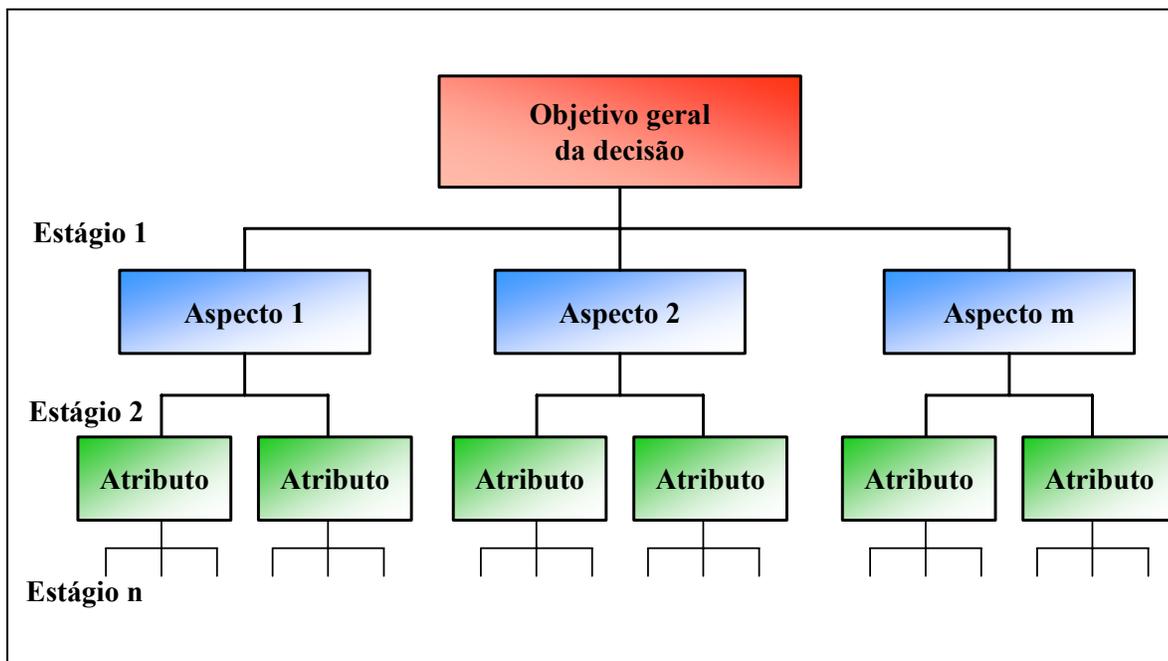
Dentro dos modelos de múltiplos critérios, são apresentados neste artigo o Analytic Hierarchy Process e o Non-Traditional Capital Investment Criteria.

### 2.2.1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

O AHP é um método de análise multicritério baseado em um processo de ponderação aditiva, no qual os diversos atributos relevantes são representados através de sua importância relativa. O AHP tem sido extensivamente discutido por acadêmicos e profissionais (Saaty, 1996), principalmente em aplicações de engenharia que envolvem decisões financeiras associadas a atributos não-financeiros.

As importâncias relativas dos diversos atributos são traduzidas em um denominador comum através de um processo de comparações pareadas no qual as relevâncias dos atributos são confrontadas duas a duas em uma estrutura hierárquica, conforme descrito pela figura 1.

**Figura 1: Hierarquização dos atributos**



Dada a hierarquia entre os estágios, o AHP permite identificar a importância relativa de cada indicador dentro de cada estágio. Desta forma, consegue-se, através de um mecanismo gradual, avaliar o peso individual de cada indicador na decisão final a ser tomada. Em uma primeira análise, os atributos são comparados verbalmente. A administração pode definir um grupo de executivos provenientes de diferentes áreas para avaliar a importância relativa de cada atributo através de uma escala de julgamento verbal. As comparações são traduzidas seguindo o critério apresentado na tabela 1, onde valores intermediários (8,00; 6,00; 4,00 e 2,00) são possíveis e correspondem a relações de importância intermediária entre atributos.

**Tabela 1: Escala verbal para comparações pareadas de atributos**

Julgamento verbal	Equivalente numérico
Extremamente mais importante	9,00
Muito fortemente mais importante	7,00
Fortemente mais importante	5,00
Moderadamente mais importante	3,00
Igualmente importante	1,00

Por exemplo, quando se compara dois atributos,  $A_i$  em relação a  $A_j$ , se o julgamento for 9, a administração considera que o atributo  $A_i$  é extremamente mais importante que o atributo  $A_j$ . O mecanismo de julgamento verbal, composto por percepções objetivas e subjetivas dos administradores, é transformado em um equivalente numérico. Obviamente, quando se compara o atributo  $A_i$  consigo mesmo, a importância relativa é equivalente a 1. Se a importância relativa de  $A_i$  em relação a  $A_j$  é  $x_{ij}$ , o mecanismo do AHP estabelece que a comparação inversa do atributo  $A_j$  em relação ao atributo  $A_i$  implica uma importância relativa igual a  $1/x_{ij}$ . A inversão no equivalente numérico é consistente com o fato de que, se  $A_i$  é em algum grau mais importante que  $A_j$ , então  $A_j$  é, no mesmo grau, menos importante que  $A_i$ .

Dados  $n$  atributos, tem-se a seguinte matriz de comparações pareadas, onde  $x_{ij}$  pertencente a  $\{1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9\}$  corresponde ao equivalente numérico da importância relativa do atributo  $A_i$  em relação ao atributo  $A_j$ .

**Tabela 2: Matriz de comparação pareada entre  $n$  atributos**

Atributo	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$
$A_1$	$x_{11}=1$	$x_{12}$	...	$x_{1n}$
$A_2$	$x_{21}=1/x_{12}$	$x_{22}=1$	...	$x_{2n}$
...	...	...	...	...
$A_n$	$x_{n1}=1/x_{1n}$	$x_{n2}=1/x_{2n}$	...	$x_{nn}=1$

Através de um mecanismo de normalização das colunas pode-se identificar o peso relativo médio de cada atributo. Baseando-se em conceitos matemáticos de autovalores e autovetores, Saaty (1996) estabelece que os pesos relativos  $w_i$  de cada atributo podem ser calculados através da equação:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_i^{(j)}}{n} \quad \text{com} \quad w_i^{(j)} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad \text{equação 1}$$

Os pesos relativos podem ser comparados cardinalmente. Desta forma, a avaliação baseada em múltiplos critérios é realizada ponderando-se os indicadores dos atributos de cada alternativa pelos pesos relativos.

Uma vez que os julgamentos são subjetivos, pode surgir alguma discrepância na atribuição de diferenciais de importância. O índice de consistência (IC) de julgamentos das importâncias relativas é dado através da equação 2. Este índice reflete o grau de coerência das comparações entre atributos. Por exemplo, níveis de importância relativa entre  $A_i$  e  $A_j$  e entre  $A_j$  e  $A_k$  devem

ser razoavelmente compatíveis com o nível de importância relativa atribuído entre os atributos  $A_i$  e  $A_k$ . Um índice de consistência baixo sinaliza uma definição coerente de importância relativa entre atributos.

$$IC = \frac{\lambda - n}{(n - 1)\beta} \quad \text{onde} \quad \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}, \quad \alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij} \cdot w_j}{w_i} \quad \text{equação 2}$$

e  $\beta = 0,0; 0,0; 0,58; 0,90; 1,12; 1,24; 1,32; 1,41; 1,45; 1,49$  para  $n = 1; 2; \dots; 10$  representa um índice de consistência de uma matriz de comparação pareada aleatória.

Assim, o AHP possibilita incorporar diversos atributos na avaliação de alternativas e monitorar a coerência da administração com relação aos julgamentos de importância relativa. Os valores  $w_i$  correspondem aos pesos relativos de cada atributo  $A_i$  e o índice IC representa uma medida da coerência da avaliação comparativa efetuada pela administração. O estudo de caso a ser analisado na seção 3 exemplifica uma aplicação do AHP para a avaliação de desempenho de unidades de negócios através do BSC.

### 2.2.2. Non-Traditional Capital Investment Criteria (NCIC)

Concebido por Boucher e MacStravic (1991), o NCIC refere-se a um método de análise multicritério fundamentado em valores totais implícitos. O NCIC possui conceituação semelhante ao AHP no que concerne à identificação da importância relativa de atributos utilizando comparações pareadas. Porém, o NCIC constitui, de certa maneira, uma ferramenta mais apropriada para decisões financeiras, pois incorpora a análise de múltiplos critérios em termos de valores monetários.

Assim, o NCIC permite o cálculo de valores presentes relativos a critérios não-financeiros, tornando-se compatível com modelos de tomada de decisão baseados no critério do Valor Presente Líquido. No NCIC, os atributos são comparados dois a dois e associados a valores monetários. Por exemplo, para a análise comparativa de diversos possíveis investimentos  $P_k$  pode-se considerar inicialmente uma avaliação tradicional baseada em valor presente líquido, onde os fluxos de caixa de entrada e saída são estimados e trazidos a valor presente de acordo com uma taxa de desconto compatível com o nível de risco do projeto. Porém, os investimentos podem ter valores monetários associados indiretamente a outros atributos não-financeiros. Para uma adequada avaliação da viabilidade de cada alternativa de investimento, o NCIC considera a influência destes atributos no valor financeiro dos projetos. Para isso, estabelece-se um caso de referência arbitrário ou caso-base, que pode representar, por exemplo, um projeto-padrão semelhante ao projeto em análise, porém realizado em condições muito adversas.

O valor presente líquido do caso-base  $VPL_{\text{caso-base}}$  é comparado com o valor presente líquido  $VPL_k$  dos projetos  $P_k$ . Ou seja, obtém-se os diferenciais dos valores presentes líquidos das  $k$  alternativas comparativamente ao caso-base:

$$\Delta VPL_k = VPL_k - VPL_{\text{caso-base}} \quad \text{equação 3}$$

Utilizando-se um mecanismo de ponderação de relevância semelhante ao do AHP, pode-se obter pesos relativos de cada atributo  $A_i$  em relação a  $A_j$  para cada projeto de investimento  $P_k$ . É importante ressaltar que o diferencial  $\Delta VPL_k$  também representa um atributo. Assim, considerando as características do projeto  $P_k$ , pode-se estimar que determinado atributo  $A_i$  é mais importante do que o atributo  $A_j$ , atribuindo-se um valor  $x_{ij}$  na matriz de comparação pareada.

De modo análogo ao AHP, obtém-se os pesos relativos dos atributos através da equação 1. Porém, a avaliação do NCIC realiza uma normalização adicional, onde os pesos  $w_i$  dos atributos não-financeiros são corrigidos pelo peso relativo do atributo financeiro. Assim, se  $w_{VPL}$  representa o peso relativo do diferencial de valor presente líquido, os pesos relativos corrigidos  $w_i^*$  dos atributos não financeiros são dados pela equação:

$$w_i^* = w_i / w_{VPL} \quad \text{equação 4}$$

Os pesos relativos corrigidos  $w_i^*$  servem para estimar a contribuição, em termos de valores presentes, de cada atributo não-financeiro para o valor presente líquido total do projeto. Os valores monetários associados a cada atributo não-financeiro  $A_i$  para o projeto  $P_k$  são dados por:

$$VA_i = w_i^* \cdot \Delta VPL_k \quad \text{equação 5}$$

O modelo do NCIC, portanto, estabelece que os pesos corrigidos traduzem os ganhos percentuais adicionais de cada atributo não-financeiro para o projeto  $P_k$  em relação ao diferencial de VPL. O valor global  $V_k$  dos projetos incorporando tanto o critério do valor presente líquido quanto o modelo do NCIC é dado por:

$$V_k = VPL_k + \sum_{i=1}^n VA_i \quad \text{equação 6}$$

Assim, a decisão de investimento resume-se na escolha do projeto de maior  $V_k$ , de maneira semelhante ao critério do VPL. O segundo estudo de caso discute uma aplicação do NCIC na análise de alternativas de projeto.

### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1. Avaliação de desempenho: AHP e BSC

A empresa Alpha está dividida em unidades de negócio responsáveis por diferentes linhas de produtos. A administração deseja avaliar as três principais unidades de negócios  $U_1$ ,  $U_2$  e  $U_3$ , comparando simultaneamente vários aspectos de desempenho. A análise da performance das unidades de negócio permitirá localizar deficiências dentro da organização e aprimorar mecanismos de compensação de executivos.

Tendo em vista as diferenças nas características de cada linha de produto, a administração acredita que a avaliação comparativa das unidades de negócio não pode ser realizada levando-se em consideração somente o desempenho financeiro. Neste contexto, o Balanced Scorecard surge como ferramenta apropriada para a avaliação de desempenho geral das unidades de negócio,

evidenciando novas perspectivas de análise, como por exemplo, o nível de atendimento às necessidades dos clientes, a eficiência dos processos e atividades e o potencial de aprendizado e evolução da empresa.

Através de um processo de brainstorming, a administração estabelece os indicadores de desempenho para cada perspectiva a ser analisada no Balanced Scorecard. Os indicadores são escolhidos de modo a representar a sensibilidade da administração sobre os direcionadores de desempenho. É importante observar que alguns indicadores são de natureza intrinsecamente quantitativa, como por exemplo, o retorno sobre o investimento, e outros indicadores refletem conceitos qualitativos, como é o caso da imagem e reputação.

**Tabela 3: Indicadores de desempenho para cada perspectiva**

Perspectiva	Indicador	Descrição	Unidade
Finanças	A	Retorno sobre investimento	% ao ano
	B	Crescimento de vendas	% ao ano
	C	Nível de inadimplência	% das vendas
Clientes	D	Participação do mercado	% do mercado
	E	Nível de satisfação dos clientes	0-1-2-3-4-5
	F	Imagem e reputação	A-B-C-D-E
Processos	G	Número médio de melhorias	Itens por ano
	H	Taxa de refugo ou retrabalho	Itens por 100 mil
Aprendizado	I	Taxa de retenção de funcionários	Boa-Regular-Ruim
	J	Gastos com treinamento	\$1000 por funcionário por ano

Através do sistema de informações gerenciais da empresa, pode-se obter os dados descritos na tabela 4 sobre os valores de cada indicador de desempenho para cada unidade de negócio. Obviamente, alguns indicadores são avaliados de modo indireto, a partir de julgamentos e percepções da administração ou de pesquisas exploratórias com clientes ou funcionários.

**Tabela 4: Valores dos indicadores de desempenho**

Indicador	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>
A	16,0	10,0	6,0
B	0,2	3,0	6,0
C	10,0	2,0	3,0
D	30,0	10,0	5,0
E	4	3	2
F	B	B	C
G	3	8	50
H	15	20	60
I	Ruim	Regular	Boa
J	10	15	50

Considerando-se a quantidade de informações, torna-se difícil conseguir identificar a unidade de negócio com melhor desempenho geral. Embora a unidade de negócios U<sub>1</sub> tenha uma superioridade na perspectiva financeira, apresenta uma performance abaixo da média na perspectiva de aprendizado. A unidade U<sub>1</sub> pode estar associada, por exemplo, a uma linha de produtos consolidada, com parcela representativa do mercado, que gera fluxos de caixa para a empresa, mas que não proporciona potencial de crescimento. Por outro lado, a unidade de negócio U<sub>3</sub> administra uma linha de produtos mais novos, com maior potencial de crescimento,

porém com menor retorno financeiro no curto prazo, necessitando de melhorias em seus processos de produção.

Para facilitar as comparações entre indicadores do BSC, a administração decide realizar a análise de desempenho usando o AHP em três estágios. Inicialmente, as importâncias relativas de cada perspectiva são comparadas entre si. Posteriormente, são avaliadas as importâncias relativas de cada indicador de desempenho pertencente a uma mesma perspectiva. Este procedimento facilita o processo de identificação dos pesos de cada indicador, uma vez que evita comparações entre diferentes indicadores de perspectivas distintas, o que poderia aumentar o grau de inconsistência dos julgamentos. Finalmente, para cada indicador, as unidades de negócio são comparadas entre si e os resultados finais são normalizados, considerando-se os pesos relativos de cada perspectiva.

A tabela 5 mostra a percepção da administração sobre a importância de cada perspectiva em relação à outra perspectiva. Este estágio é extremamente importante, uma vez que o julgamento, muitas vezes subjetivo, da importância relativa das perspectivas tem influência significativa na avaliação de desempenho comparado. Considerando os valores da tabela 5, pode-se concluir que a administração considera, por exemplo, que a perspectiva financeira é muito fortemente mais importante que a perspectiva de aprendizado e que a perspectiva de clientes é apenas moderadamente mais importante que a perspectiva de processos.

**Tabela 5: Matriz de comparação pareada entre perspectivas no primeiro estágio**

Perspectiva	Finanças	Clientes	Processos	Aprendizado
Finanças	1,000	2,000	4,000	7,000
Clientes	0,500	1,000	3,000	5,000
Processos	0,250	0,333	1,000	2,000
Aprendizado	0,143	0,200	0,500	1,000

O segundo estágio do AHP consiste na determinação da importância relativa de cada indicador dentro de cada perspectiva. Novamente, o brainstorming realizado pelos tomadores de decisão é importante para identificar prioridades de desempenho e para refinar o processo de análise. A subjetividade no julgamento representa o núcleo do poder analítico do AHP.

A tabela 6 apresenta o resultado da avaliação pareada dos indicadores para cada perspectiva. Por exemplo, dentro da perspectiva financeira, o indicador A, associado ao retorno sobre o investimento representa principal fator. Na perspectiva de aprendizado, a retenção de funcionários é moderadamente mais importante que os gastos com treinamento.

**Tabela 6: Matrizes de comparação pareada entre indicadores no segundo estágio**

Finanças	A	B	C				
A	1,000	3,000	7,000	D	1,000	0,200	0,500
B	0,333	1,000	3,000	E	5,000	1,000	3,000
C	0,143	0,333	1,000	F	2,000	0,333	1,000
Processos	G	H		Aprendizado	I	J	
G	1,000	4,000		I	1,000	3,000	
H	0,250	1,000		J	0,333	1,000	

Utilizando as equações 1 e 2, pode-se obter, para uma análise específica, os pesos relativos de cada indicador em cada perspectiva e, para uma análise ampla, os pesos relativos de cada perspectiva. A tabela 7 apresenta os pesos relativos, os índices de consistência de cada avaliação através do AHP, bem como os pesos globais que representam a ponderação de cada indicador em uma análise geral. Desta maneira, por exemplo, o indicador A tem um peso global (33,96%) que é equivalente ao peso relativo da perspectiva em que está inserido (50,79%) multiplicado pelo peso relativo do indicador dentro da perspectiva (66,87%).

**Tabela 7: Pesos relativos e globais entre perspectivas através do AHP no primeiro e segundo estágios**

Perspectiva	Peso	Indicador	Peso	Peso global
Finanças	50,79%	A	66,87%	33,96%
IC	0,01	B	24,31%	12,35%
		C	8,82%	4,48%
		Total	100,00%	
Clientes	30,84%	D	12,22%	3,77%
IC	0,00	E	64,79%	19,98%
		F	22,99%	7,09%
		Total	100,00%	
Processos	11,93%	G	80,00%	9,55%
IC	0,00	H	20,00%	2,39%
		Total	100,00%	
Aprendizado	6,44%	I	75,00%	4,83%
IC	0,00	J	25,00%	1,61%
		Total	100,00%	
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>			<b>100,00%</b>

Supondo que o limite do índice de consistência imposto pela administração é de 0,10, os resultados evidenciam que os julgamentos das importâncias relativas atribuídas pela administração são adequados. Caso o grau de consistência ultrapassasse o limite, a administração deveria reavaliar as importâncias relativas atribuídas na tabela 6, uma vez que haveria evidências de discrepâncias consideráveis.

Tendo-se identificado os pesos relativos dos indicadores e das perspectivas, deve-se agora obter uma comparação pareada entre as importâncias relativas de cada indicador em cada unidade de negócio, utilizando-se novamente o AHP. A administração deve estabelecer, baseada em sua expertise, o grau de relevância das diferenças entre os indicadores para cada unidade de negócio através das matrizes de comparações pareadas.

**Tabela 8: Matrizes de comparação pareadas dos indicadores entre unidades de negócios**

Finanças											
A	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	B	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	C	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>
U <sub>1</sub>	1,000	2,000	4,000	U <sub>1</sub>	1,000	0,200	0,125	U <sub>1</sub>	1,000	2,000	0,333
U <sub>2</sub>	0,500	1,000	2,000	U <sub>2</sub>	5,000	1,000	0,333	U <sub>2</sub>	0,500	1,000	0,333
U <sub>3</sub>	0,250	0,500	1,000	U <sub>3</sub>	8,000	3,000	1,000	U <sub>3</sub>	3,000	3,000	1,000

Clientes											
D	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	E	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	F	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>
U <sub>1</sub>	1,000	4,000	6,000	U <sub>1</sub>	1,000	3,000	5,000	U <sub>1</sub>	1,000	2,000	4,000
U <sub>2</sub>	0,250	1,000	3,000	U <sub>2</sub>	0,333	1,000	2,000	U <sub>2</sub>	0,500	1,000	2,000
U <sub>3</sub>	0,167	0,333	1,000	U <sub>3</sub>	0,200	0,500	1,000	U <sub>3</sub>	0,250	0,500	1,000

Processos							
G	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	H	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>
U <sub>1</sub>	1,000	0,500	0,200	U <sub>1</sub>	1,000	2,000	5,000
U <sub>2</sub>	2,000	1,000	0,250	U <sub>2</sub>	0,500	1,000	3,000
U <sub>3</sub>	5,000	4,000	1,000	U <sub>3</sub>	0,200	0,333	1,000

Aprendizado							
I	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	J	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>
U <sub>1</sub>	1,000	0,333	0,125	U <sub>1</sub>	1,000	0,500	0,167
U <sub>2</sub>	3,000	1,000	0,500	U <sub>2</sub>	2,000	1,000	0,333
U <sub>3</sub>	8,000	2,000	1,000	U <sub>3</sub>	6,000	3,000	1,000

Os valores destas matrizes representam o desempenho relativo de cada indicador para cada unidade de negócio. Por exemplo, para o caso do indicador F, ou seja, imagem e reputação, a nota B da unidade de negócio U<sub>1</sub> é levemente melhor do que a nota B da unidade U<sub>2</sub>. Apesar de a nota ser a mesma, a linha de produtos da unidade U<sub>1</sub> é mais importante para a empresa, pois é constituída por produtos de maior penetração no mercado. A unidade U<sub>2</sub> tem desempenho levemente superior à unidade U<sub>3</sub> com relação o mesmo indicador F.

A partir destes dados, pode-se obter o desempenho relativo de cada indicador, para cada unidade de negócio, utilizando novamente a metodologia do AHP. Aplicando-se portanto a equação 1, obtém-se os resultados parciais descritos na tabela a seguir:

**Tabela 9: Resultados da análise de AHP dos indicadores entre unidades de negócios**

	Resultado parcial									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
U <sub>1</sub>	0,571	0,068	0,252	0,685	0,648	0,571	0,118	0,581	0,087	0,111
U <sub>2</sub>	0,286	0,275	0,159	0,221	0,230	0,286	0,201	0,309	0,286	0,222
U <sub>3</sub>	0,143	0,657	0,589	0,093	0,122	0,143	0,681	0,110	0,627	0,667
IC	0,000	0,038	0,046	0,047	0,003	0,000	0,021	0,003	0,008	0,000

Os valores representam notas comparativas das unidades de negócio para cada indicador. No caso da perspectiva financeira, por exemplo, a unidade de negócio U<sub>1</sub> tem um desempenho cerca de duas vezes melhor (0,571) do que a unidade de negócio U<sub>2</sub> (0,286) no indicador A. Note que, apesar de a rentabilidade de U<sub>1</sub> (16% ao ano) ser apenas 60% maior que a da U<sub>2</sub> (10%), a diferença entre o desempenho relativo é mais pronunciada. Esta discrepância é decorrente da maior importância relativa atribuída ao indicador A. Assim, a análise via AHP permite que os desempenhos de cada indicador sejam colocados sob uma perspectiva quantitativa conduzindo a comparações numéricas mais realistas.

Utilizando-se os pesos globais de cada indicador descritos na tabela 7, pode-se obter o resultado global de cada unidade de negócio, considerando a importância relativa de cada indicador dentro da perspectiva e a importância relativa de cada perspectiva dentro do BSC. Através da ponderação dos resultados parciais da tabela 9 com os pesos globais, obtém-se os seguintes resultados globais:

**Tabela 10: Resultados globais do AHP associado ao BSC**

	Resultado global										Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Peso	0,340	0,123	0,045	0,038	0,200	0,071	0,095	0,024	0,048	0,016	1,000
U <sub>1</sub>	0,194	0,008	0,011	0,026	0,129	0,041	0,011	0,014	0,004	0,002	0,441
U <sub>2</sub>	0,097	0,034	0,007	0,008	0,046	0,020	0,019	0,007	0,014	0,004	0,257
U <sub>3</sub>	0,049	0,081	0,026	0,004	0,024	0,010	0,065	0,003	0,030	0,011	0,303

A nota global de cada unidade de negócio é simplesmente a somatória do valor relativo de cada índice corrigido pelo peso global. Os resultados mostram, por exemplo, que U<sub>1</sub> tem o melhor desempenho global, já considerando todas as perspectivas do BSC, uma vez que possui a maior nota geral (0,441). A unidade de negócio U<sub>3</sub> com um índice global de 0,303, apesar de apresentar baixo desempenho na perspectiva financeira, possui características associadas às demais perspectivas do Balanced Scorecard que a tornam melhor que U<sub>2</sub> (com índice global de 0,257). A tabela 10 apresenta pistas das vantagens comparativas de U<sub>3</sub>: os indicadores B, C, G, I e J.

Desta forma, a análise integrada do Balanced Scorecard com o Analytic Hierarchy Process possibilita que a performance de cada unidade de negócio seja avaliada comparativamente às outras levando-se em consideração as diversas perspectivas de análise e os vários indicadores de desempenho. A partir destes resultados, a administração pode compensar adequadamente cada unidade de negócio e estabelecer novas diretrizes segregadas por perspectivas ou indicadores.

### 3.2. Análise de projetos: NCIC e VPL

A empresa Alpha deseja avaliar três alternativas de locais para a implantação de uma nova planta. Tradicionalmente, a análise de viabilidade de projetos é realizada através do VPL. Porém, a administração considera que diversas variáveis não-financeiras têm considerável impacto na definição da melhor região para a instalação da nova fábrica e que um estudo fundamentado em múltiplos critérios pode apresentar insights importantes para a tomada de decisão.

Os locais candidatos para a execução do projeto são os países A, B e C. Considerando-se características financeiras e econômicas de cada país, como por exemplo, custos operacionais e aspectos tributários, pode-se projetar os fluxos de caixa correspondentes.

**Tabela 11: Fluxos de caixa das alternativas de investimentos**

Ano	Fluxos de caixa (\$ milhões)		
	País A	País B	País C
0	-160,00	-150,00	-140,00
1	190,00	210,00	150,00
2	150,00	110,00	270,00
3	250,00	210,00	150,00
4	280,00	350,00	300,00

A empresa tem um custo médio ponderado de capital equivalente a 10% ao ano. Uma vez que a nova fábrica irá ampliar a capacidade de produção das linhas de produto já existentes, pode-se considerar que o risco do projeto é equivalente ao risco atual da empresa e, portanto, para o cálculo do valor presente líquido utiliza-se o custo médio ponderado de capital.

**Tabela 12: Valor presente líquido do investimento em diferentes países**

País	VPL (\$ milhões)
A	515,77
B	528,65
C	537,11

Pelo critério do VPL, a decisão da administração deveria ser pelo investimento no país C, tendo em vista o maior valor presente agregado. Porém, devido às grandes diferenças entre os países, a administração acha conveniente realizar uma análise incorporando outros aspectos relevantes para o projeto: a existência de mão-de-obra qualificada, a disponibilidade de infraestrutura logística e a magnitude do impacto ambiental da construção da planta. Todos estes aspectos são relevantes, pois podem indiretamente influenciar resultados que, dificilmente podem ser previstos na projeção de fluxos de caixa.

Inicialmente, a administração avalia qualitativamente os países, segundo os aspectos citados anteriormente. Conforme o modelo do NCIC, deve-se estabelecer um caso-base referente a resultados em um cenário de stress. A tabela a seguir mostra a avaliação dos aspectos de cada país e os resultados do VPL do projeto em cada um dos países, comparativamente ao caso-base.

**Tabela 13: Valores referentes aos atributos relevantes para a decisão**

Atributo	Caso base	A	B	C
VPL (\$ milhões)	400,00	515,77	528,65	537,11
Diferencial VPL (\$ milhões)	0,00	115,77	128,65	137,11
Mão-de-obra	escassa	média	abundante	escassa
Logística	ruim	boa	ruim	média
Impacto ambiental	elevado	elevado	baixo	médio

O valor do VPL para o caso-base é arbitrário e pode influenciar o resultado final da análise através do NCIC. Portanto, deve ser escolhido de maneira a representar alguma situação realista de pior cenário. Por exemplo, o valor \$400 milhões corresponde ao VPL do projeto caso a fábrica fosse instalada em um país sem nenhuma característica positiva.

A tabela possibilita identificar dimensões que a simples análise do VPL ignora. O país C, melhor alternativa pelo VPL, possui um aspecto bastante negativo: mão-de-obra qualificada escassa. O país A pode representar uma região mais desenvolvida com mão-de-obra mais capacitada e com infraestrutura logística adequada. Porém, a construção de uma nova planta na região poderia causar elevado dano ambiental, que pode causar perda de valor à empresa, em função de opinião pública adversa ou problemas com órgãos reguladores. O país B, segunda opção através do VPL, apresenta características positivas referentes aos aspectos ambientais e de mão-de-obra. A análise através do NCIC permite avaliar se estas características ou atributos qualitativos são suficientemente fortes para justificar a implantação da fábrica no país B.

Continuando com a implantação do NCIC, para cada país, a administração define a importância relativa de cada atributo conforme a tabela 1. Os resultados estão exemplificados a seguir.

**Tabela 14: Matrizes de comparação pareada entre atributos de cada país**

País A	Diferencial VPL	Mão-de-obra	Logística
Diferencial VPL	1,00	7,00	3,00
Mão-de-obra	0,14	1,00	0,50
Logística	0,33	2,00	1,00

País B	Diferencial VPL	Mão-de-obra	Impacto ambiental
Diferencial VPL	1,00	2,00	4,00
Mão-de-obra	0,50	1,00	2,00
Impacto ambiental	0,25	0,50	1,00

País C	Diferencial VPL	Logística	Impacto ambiental
Diferencial VPL	1,00	4,00	7,00
Logística	0,25	1,00	2,00
Impacto ambiental	0,14	0,50	1,00

É importante observar que se um atributo de um país tem valor equivalente ao atributo do caso-base, não é necessário incorporá-lo na análise do NCIC, uma vez que o atributo não configura vantagem comparativa e, portanto, não constitui fonte de criação de valor. Por exemplo, sendo a logística no país A equivalente à logística do caso-base, este atributo não é avaliado na matriz de comparação pareada.

Realizando-se a análise descrita e utilizando-se as equações 1, 4 e 5, obtém-se o valor agregado de cada atributo para cada país, com relação ao caso-base.

**Tabela 15: Resultados de valor agregado dos critérios não-financeiros**

Atributo	relativo	normalizado	VA (\$ milhões)
Diferencial VPL	0,681	---	---
Mão-de-obra	0,103	0,151	17,44
Logística	0,216	0,317	36,70
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>---</b>	<b>54,14</b>

País B	Pesos		Valor agregado
Atributo	relativo	normalizado	VA (\$ milhões)
Diferencial VPL	0,571	---	---
Mão-de-obra	0,286	0,500	64,32
Impacto ambiental	0,143	0,250	32,16
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>---</b>	<b>96,49</b>

País C	Pesos		Valor agregado
Atributo	relativo	normalizado	VA (\$ milhões)
Diferencial VPL	0,715	---	---
Logística	0,187	0,262	35,87
Impacto ambiental	0,098	0,137	18,76
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>---</b>	<b>54,63</b>

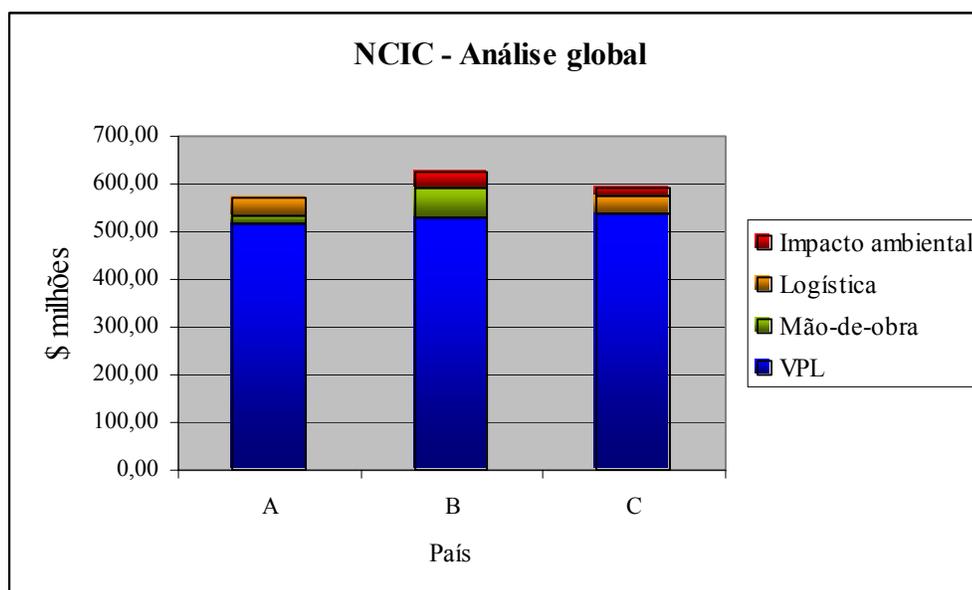
Consolidando os resultados de VPL com os valores agregados relativos aos aspectos de mão-de-obra, logística e impacto ambiental, obtém-se os seguintes resultados de valor presente ajustados utilizando-se a equação 6.

**Tabela 16: Resultados dos valores presentes líquidos ajustados pelos critérios não-financeiros**

País	Valores monetários (\$ milhões)		
	VPL	VA	Total global
A	515,77	54,14	569,90
B	528,65	96,49	625,14
C	537,11	54,63	591,74

Os resultados mostram que, quando são acrescentados os ganhos potenciais decorrentes das características não-financeiras, o país B surge como o mais viável para a implantação da nova fábrica. Ou seja, apesar do VPL mais reduzido e de uma logística mais precária, o país B proporciona ganhos significativos, em relação ao país C, nos atributos de mão-de-obra e impacto ambiental que se refletem em um maior valor global. A figura a seguir, permite identificar que a mão-de-obra abundante é o principal fator que torna o investimento no país B mais valioso do que o investimento no país C.

**Figura 2: Direcionadores de valor dos investimentos nos países A, B e C**



#### 4. COMENTÁRIOS FINAIS

Modelos de análise multicriteriais podem ser integrados às ferramentas tradicionais de Balanced Scorecard e Valor Presente Líquido para permitir uma visão mais ampla aos tomadores de decisão. Considerando conjuntamente atributos financeiros e não-financeiros, o Analytic Hierarchy Process e o Non-Traditional Capital Investment Criteria surgem como mecanismos úteis para ranqueamento de alternativas de decisão.

Através de uma modelagem quantitativa simples, porém robusta, os modelos multicriteriais podem ser utilizados em aplicações em gestão de empresas, aprimorando consideravelmente a amplitude de análise de investimentos e de desempenho. Neste contexto, enquanto os modelos tradicionais de VPL possibilitam a análise de características eminentemente financeiras dos investimentos, a metodologia do NCIC permite que características qualitativas possam ter seu impacto mensurado em termos de valores presentes e adicionado ao valor presente líquido dos fluxos de caixa incrementais estimados com a inclusão de novos projetos.

Além disso, utilizando-se o Analytic Hierarchy Process, pode-se obter, através de um mecanismo objetivo e fundamentado quantitativamente, uma estimativa da importância dos diversos fatores, financeiros e não-financeiros, que afetam a empresa.

Apesar das limitações das ferramentas multicriteriais como, por exemplo, a definição da escala da matriz de comparação pareada dos atributos no AHP e o estabelecimento arbitrário do valor presente do caso base no NCIC, os modelos apresentados permitem que a subjetividade da escolha entre diferentes alternativas seja levada em consideração no processo de tomada de decisão através de um procedimento numérico e replicável.

O artigo apresentou uma visão geral dos modelos multicriteriais e, a partir de estudos de caso, discutiu a potencialidade destes modelos para a melhoria de processos de tomada de decisão. Observou-se como os diversos atributos não-financeiros podem ser analisados concomitantemente com atributos financeiros para mensuração de desempenho e para avaliação de investimentos, contribuindo para uma visão mais ampla das dimensões a serem relevadas nas decisões empresariais.

O AHP foi utilizado para identificar qual o peso relativo de cada atributo das diferentes perspectivas no Balanced Scorecard. Este instrumento permite que seja estabelecido um único valor para o desempenho global de uma empresa. O NCIC foi exemplificado através da análise do caso em que uma empresa se depara com diferentes alternativas de investimento, nas quais não somente aspectos financeiros são relevantes, como também, questões sócio-econômicas, por exemplo, impacto ambiental e qualificação da mão-de-obra.

## **Bibliografia**

BOUCHER, T.; MACSTRAVIC, E. Multiattribute evaluation within a present worth framework and its relation to AHP. *Engineering Economics*, 37, 1991.

BREALEY, R.; MYERS, S. *Principles of corporate finance*. 6th ed. Irwing McGraw-Hill, 2001.

BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. *Financial Management Theory and Practice*, South Western, 10<sup>th</sup> ed., 2002.

HWANG, C.; YOON, K. *Multiple attribute decision making*. Springer-Verlag, 1981.

KAPLAN, R. NORTON, D. *Translating strategy into action: The Balanced Scorecard*. Harvard Business School Press, 1996.

LIBERATORE, M.; MILLER, T. A framework for integrating ABC and the Balanced Scorecard into the logistics strategy development and monitoring process. *Journal of Business Logistics*. Vol. 19, 2, 1998.

NORRIS, G.; MARSHALL, H. Multiattribute decision analysis method for evaluating building and building systems. NIST Working paper. 1995.

ROSS, S.; WESTERFIELD R.; JAFFE, J. *Administração Financeira - Corporate Finance*, Ed. Atlas, 1995.

SAATY, T. *The analytic hierarch process*. RWS Publicationns. 1996.

SAATY, T. *Multicriteria decision making*. University of Pittsburg, 1988.