

Comparação entre Métodos Multicritério em um Modelo para Avaliação da Qualidade de Ativos de Renda Variável

Annibal Parracho Sant'Anna, UFF

Professor do TEP/ UFF, annibal.parracho@gmail.com

Helio Darwich Nogueira, UFF

Doutorando em Engenharia de Produção da UFF,
hdarwich@uol.com.br

Lúcia Mathias Rabelo

Doutoranda em Engenharia de Produção da UFF,
lurabelo2009@gmail.com

Comparação entre Métodos Multicritério em um Modelo para Avaliação da Qualidade de Ativos de Renda Variável

Este artigo trata da avaliação da qualidade de ativos de renda variável para Investidores Institucionais. Investiga a composição de índices qualitativos como IGC, ITAG e ISE com índices quantitativos como a volatilidade, beta da ação e percentual de participação no Ibovespa. Comparam-se aqui os resultados do emprego de duas abordagens para a composição de múltiplos critérios, TOPSIS - a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* e CPP - Composição Probabilística de Preferências. Esta última abordagem permite a adoção de enfoques distintos. Os resultados então obtidos mostraram satisfatório grau de coerência.

Palavras-chave: Gestão de Carteiras, Apoio Multicritério à Decisão, Topsis, CPP

Comparison of Methods in a Model of Multicriteria Evaluation of Asset Quality of Variable

This paper deals with the evaluation of the quality of equities for Institutional Investors. It investigates the combination of qualitative indexes, such as IGC, ITAG and ISE, with quantitative indexes like volatility, beta, and percentage share at Ibovespa. The results of two different approaches to compose multiple criteria are here compared: TOPSIS - a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* and CPP - Probabilistic Composition of Preferences. This latter approach allows for the adoption of distinctive focuses. Results obtained show satisfactory degree of *consistency*.

Keywords: *Portfolio Management, Decisions Support Systems, Topsis, CPP*

Comparación de los Métodos en un Modelo de Evaluación Multicriterio de la Calidad de Activos de la Variable.

En este artículo se evalúa la calidad de los activos de renta variable para inversores institucionales. Investiga la composición de los índices cuantitativos como IGC, y ITAG ISE con los índices cuantitativos como la volatilidad, la acción beta y porcentaje de participación en el índice Bovespa. Aquí se comparan los resultados obtenidos utilizando dos métodos para la combinación de varios criterios, TOPSIS - la *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* y CPP - Composición de las Preferencias Probabilístico. Este último enfoque nos permite adoptar enfoques diferentes. Los resultados obtenidos mostraron grado satisfactorio de coherencia.

Palabras clave: Gestión de la Cartera, Ayuda a la Decisión Multicriterio, Topsis, CPP

Objetivo

O mercado já possui suas próprias ferramentas de análise de rentabilidade e risco, mas ainda não é muito difundida a análise qualitativa de seus ativos. Essa visa a atender simultaneamente aos requisitos de baixa volatilidade, alta liquidez e aderência a *benchmarks* (como o Ibovespa), aliados à boa prática de governança corporativa e gestão que respeite preceitos de sustentabilidade empresarial e ambiental. Uma vez que estão disponíveis diversas ferramentas de análise quantitativa específicas para investimentos em títulos, observa-se a utilidade de um modelo qualitativo para composição de carteiras de renda variável de investidores institucionais, aos quais cabe oferecer, além dos atributos clássicos, solidez e transparência.

O objetivo deste trabalho é oferecer elementos para avaliação da qualidade de ativos de renda variável para investidores institucionais que levem em conta solidez e transparência como atributos. Partindo de um modelo desenvolvido por Nogueira, Rabelo, Soares de Mello (2009), que usa informações amplamente difundidas no mercado, a saber: os Índices qualitativos IGC, ITAG e ISE, é aqui feita uma comparação dos resultados do emprego, no modelo, de duas abordagens para a composição de múltiplos critérios, a *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) de Hwang & Yoon (1981) e a composição probabilística de preferências (CPP) de Sant'Anna (2002, pp. 203-215).

Relevância

Eventos como a quebra da Enron geraram uma mudança de paradigma no processo de decisão de investimento. Mudanças significativas na legislação, como a introdução da Lei Sarbanes-Oxley, constituíram uma tentativa de manter a confiabilidade dos investimentos financeiros. No mesmo sentido, instituições como os fundos de pensão sofreram pressão para adoção de políticas de investimento para aplicações em ativos que primem pela ética, transparência, sustentabilidade, e ainda, que ofereçam baixa volatilidade e risco. Neste contexto, ao diversificar suas carteiras, as instituições financeiras podem buscar empresas com conduta ética, que promovam a transparência de gestão e informações ao mercado, sem que, ao mesmo tempo, deixem de oferecer rentabilidade, liquidez e baixa volatilidade.

Metodologia

O método aqui utilizado para avaliação de ativos tem demonstrado uma ordenação de tais ativos, gerando um portfólio preferencial. Para produzir esta ordenação, os indicadores escolhidos para integrar o modelo são combinados segundo uma técnica de apoio à decisão com múltiplos critérios. Duas dessas técnicas são aqui consideradas para esse fim: Decisão Multicritério (AMD) e os métodos TOPSIS e CPP.

Limitações

Existem vantagens e desvantagens associadas à adoção de um método de AMD, portanto é necessário fazer um julgamento criterioso para escolher a técnica mais adequada para uma aplicação específica. A seleção do método irá influenciar nos resultados, já que nem sempre diferentes métodos aplicáveis a um problema conduzirão às mesmas conclusões. Algumas formas de categorizar os métodos multicritério são: métodos de ponderação, métodos ordinais, métodos baseados em funções de utilidade, métodos de relações de superação, métodos baseados na distância a uma alternativa ideal, entre outras.

INTRODUÇÃO

O investidor pode ter diversos objetivos ao selecionar um ativo para ser acrescentado na sua carteira. Uma escolha habitual entre os objetivos é de aumentar a rentabilidade ou diminuir o risco. Atualmente, investidores institucionais, como grandes fundos de pensão, são cobrados a analisar outros atributos além destes, já que precisam adotar posturas de investimento mais seguras, de forma a garantir não só interesses de seus contribuintes e beneficiários, como também de *stakeholders*. Dessa forma, ao diversificar suas carteiras, podem buscar empresas com conduta ética, que promovam a transparência de gestão e informações ao mercado, sem que, ao mesmo tempo, deixem de oferecer rentabilidade, liquidez e baixa volatilidade.

Na Seção seguinte, são introduzidos os conceitos necessários para a construção de critérios para a avaliação da qualidade de ativos. Na Seção 3, são discutidos os indicadores empregados no modelo. A Seção 4 descreve os métodos de composição empregados. Na Seção 5 realiza-se a classificação de uma carteira de ativos utilizando o TOPSIS e cinco enfoques distintos de CPP. Na Seção 6, são discutidos os resultados obtidos e finalmente, a Seção 7 conclui o trabalho.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Eventos como a quebra da Enron, geraram uma mudança de paradigma no processo de decisão de investimento. Mudanças significativas na legislação, como a introdução da Lei Sarbanes-Oxley, constituíram uma tentativa de manter a confiabilidade dos investimentos financeiros. No mesmo sentido, instituições como os fundos de pensão vêm sofrendo pressão para adoção de políticas de investimento para aplicações em ativos que primem pela ética, transparência, sustentabilidade, e ainda, que ofereçam baixa volatilidade e risco. Por outro lado, essas instituições, por sua própria natureza, precisam alcançar bons retornos para honrar os benefícios futuros de seus pensionistas. O fim último dos fundos de pensão, de garantir a concessão de benefícios aos seus participantes, os obriga a empregar os recursos nas modalidades mais rentáveis, sempre levando em consideração o risco (Bressan, Barbosa, Villaça, & Amaral, 2004).

Nesse contexto, observa-se no Brasil uma preocupação dos órgãos reguladores quanto às políticas de investimento de recursos de terceiros, como é o caso das entidades fechadas de previdência complementar, EFPC, e os regimes próprios de previdência social instituídos pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, através, respectivamente, das Resoluções CMN 3.792 e 3.790 de 24 de setembro de 2009 (BOVESPA, 2008). Em ambas, são impostos limites de alocação de recursos em ações negociadas na BM&FBovespa, limites estes que privilegiam papéis de empresas que aderiram ao Novo Mercado ou aos Níveis ou 2 de Governança Corporativa ou ainda ao segmento Bovespa Mais.

Análises como as de Bressan, Barbosa, Villaça, & Amaral (2004) e Baima (1998) demonstram a importância do papel desempenhado pelos fundos de pensão, tanto do ponto de vista social, quanto do ponto de vista econômico. Esses investidores institucionais dispõem de importante volume de recursos, que, aplicados em longo prazo, são essenciais à formação bruta de capital fixo da economia, à democratização do capital das empresas, ao desenvolvimento dos programas de privatização e à geração de poupança interna. Um dos traços marcantes do desenvolvimento recente dos mercados financeiros nos países desenvolvidos é a importância crescente dos investidores institucionais como mobilizadores de poupança interna (FIAB, 2002).

Objeto 1 – Presença dos ativos de renda variável em fundos de pensão

Ilustra, com base nos três maiores fundos de pensão brasileiros, o quanto a aplicação em renda variável pode representar nestas instituições. O exame deste objeto deixa evidente a importância de uma análise criteriosa das políticas de investimento em renda variável que as instituições deste segmento podem demandar

NOME	PARTICIPANTES PESSOA FÍSICA (aproximado)	PATRIMÔNIO LÍQUIDO (R\$ MM)	RENDA VARIÁVEL (R\$ MM)	RENDA VARIÁVEL	RESULTADO 2008
PREVI BB	86.000	116.551	70.053	60,11%	-24,09%
PETROS	64.000	39.674	9.325	23,50%	-25,03%
FUNCEF	65.000	31.474	9.489	30,20%	-19,80%
Dados de dezembro de 2008					

Fonte: (PETROS, 2008), (PREVI, 2008), (FUNCEF, 2008)

As companhias de capital aberto suprem os mercados de capitais com títulos e valores mobiliários passíveis de negociação no mercado secundário. Regidas pela Lei das Sociedades por Ações, as empresas de capital aberto, têm depositado na figura de seu administrador deveres de responsabilidade, fornecimento de informações e controle de situações de conflitos de interesse. Essas práticas são conhecidas como “governança corporativa” (Lima, Galardi, & Neubauer, 2006).

Uma vez que no mercado de capitais se desenvolvem operações financeiras de médio e longo prazos, e outras de prazo indeterminado, como operações com ações, este mercado assume papel dos mais relevantes no processo de desenvolvimento econômico. É o grande financiador de recursos permanentes para a economia estando estruturado para tal por meio de diversas modalidades de financiamento, podendo ser citadas: operações de repasse, de arrendamento mercantil, ofertas públicas de ações e debêntures, securitização de recebíveis e o mercado de *bonds* (Assaf Neto, 2000)

Spronk & Hallerbach (1997) sustentam que a teoria financeira oferece vários e muito bem elaborados mecanismos de avaliação, mas que, em situações de decisão práticas, tanto na área de investimentos financeiros, como na área de finanças corporativas, podem ser encontradas várias limitações. O mesmo artigo lembra que muitas decisões envolvem mais objetivos do que o critério de maximização de valor, assumido pela teoria financeira.

Conforme Lima, Galardi, & Neubauer (2006) o “risco pode ser gerenciado, minimizado, ou reduzido, mas dificilmente eliminado, ou imunizado por completo. O investidor somente deve aplicar seus recursos, em um determinado investimento quando entender o nível de risco que está assumindo”. Conhecer níveis de risco demanda conhecer a empresa. Isso depende, na maioria das vezes, de suas intenções em relação à sua transparência, auferida pelas boas práticas de governança corporativa.

Segundo Damodaran (2001): “Todo ativo, seja financeiro ou real, tem valor. A chave para investir nesses ativos e gerenciá-los com sucesso não reside na compreensão do montante desse valor, mas nas fontes desse valor”. Tal afirmação nos conduz à importância de grandes gestores de recursos não se atermem apenas a modelos quantitativos de análise, mas buscar levar em conta aspectos mais difíceis de quantificar ao compor suas políticas e estratégias de investimento.

Investidores, analistas e gestores costumam medir o desempenho de ativos e investimentos comparando-os a parâmetros dados pelos chamados *benchmarks* (Gitman & Madura, 2003). Os índices de ações são parâmetros úteis, pois refletem os movimentos gerais em todo mercado de ações ou em segmentos específicos deste, podendo então ser utilizados pelos investidores como

referência para avaliação de movimentos no mercado, bem como de ganhos auferidos pelos fundos de investimento. No Brasil, o Ibovespa é o principal referencial para este tipo de desempenho, chegando a ser confundido com a própria “Bolsa” brasileira. Podemos subdividir os índices como de mercado ou por setores (Gitman & Madura, 2003) Existem também índices baseados nas práticas adotadas pela empresas emissoras das ações, tais como: o IGC (Índice de Governança Corporativa), o ISE (Índice de Sustentabilidade Empresarial) e o ITAG (Índice de Ações com *Tag Along* Diferenciado), os quais foram base do estudo de Nogueira, Rabelo, & Soares de Mello (2009).

O Ibovespa é apurado pelo movimento diário das ações que compõem, a qual é renovada quadrimestralmente e é constituída por ações que, juntas, representam 80% do volume negociado nos 12 meses que antecedem sua formação. Deve, ainda, toda ação desta carteira ter participação superior a 0,1% do volume total do período e ter sido negociada em pelo menos 80% dos pregões (Lima, Galardi, & Neubauer, 2006).

O Índice de Governança Corporativa (IGC) é composto por ações de Companhias que aderiram ao Novo Mercado, Nível 1 ou 2, com participação ponderada de acordo com o nível de comprometimento com a governança corporativa. No IGC as ações do Novo Mercado têm peso 2, do Nível 2, têm peso 1,5 e do Nível 1, peso 1 (IMF, 2008). O Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) é resultado de seleção baseada nas respostas das empresas a questionário aplicado pela BMF&Bovespa abordando aspectos de comprometimento com a sustentabilidade empresarial e a responsabilidade social (IMF, 2008).

O Índice de Ações com *Tag Along* Diferenciado (ITAG) é um indicador das companhias abertas, com que oferecem direito especial de *tag along*, o qual consiste na extensão do prêmio de controle aos acionistas minoritários, e que foram negociadas no mínimo em 30% dos pregões dos últimos 12 meses, ponderadas ainda de acordo com o número de ações em circulação, o chamado *free float*. (IMF, 2008).

Importante indicador técnico, o Beta mede a correlação entre a volatilidade de um ativo e de seu *benchmark*, que, no caso do mercado brasileiro, é o Ibovespa. O valor recente do Beta de uma ação serve para estabelecer uma expectativa futura de sua oscilação, acima ou abaixo do Ibovespa, bem como a magnitude desta distância.

De uma forma geral, toda medida de dispersão ou volatilidade em torno da média histórica do valor de uma ação é uma medida direta de seu risco. Uma medida mais direta do risco de uma ação é o desvio-padrão da sua série de valores. Com este indicador se completa um conjunto de indicadores para levar em conta os aspectos mais importantes na avaliação das ações.

CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ATIVOS DE RENDA VARIÁVEL

O objetivo do modelo aqui estudado é comparar formas de avaliação da qualidade para investidores institucionais de ativos de renda variável negociados no mercado de capitais brasileiro, mais especificamente no Mercado à Vista da BMF&Bovespa. O uso do modelo é ilustrado através da seleção de uma carteira teórica.

O conjunto de alternativas selecionadas foi a carteira teórica do Ibovespa de 30/12/2008, devido à grande divulgação do índice e da liquidez de seus ativos. O decisor pode aplicar a mesma análise a outras carteiras, conforme seus interesses.

Dos 66 ativos que formam esta carteira, foram expurgados da amostra os ativos: UBBR11 (Unit do Unibanco) e ITAU4 (Banco Itaú PN), em razão da fusão destas duas Instituições, e BVMF3, que não possui base de dados retroativos a 12 meses, face à sua origem da fusão entre as empresas Bovespa S.A. e BMF S.A., ambas anteriormente negociadas com códigos distintos. Para avaliar a qualidade do ativo segundo as expectativas de instituições como os fundos de pensão, foram utilizados quatro critérios, conforme o objeto abaixo:

Objeto 2 – Critérios de avaliação do ativo

Legenda	Critério	Definição
% IBOV	% Ibovespa	Percentual de participação na carteira teórica do Ibovespa com base em 30/12/2008
RA	Relação com o Acionista	Vide objeto 4
 BETA-1 06m	Módulo de Beta de 6 meses subtraído de Um	Identifica ativos com correlação próxima ao benchmark da bolsa de valores brasileira, no caso o Ibovespa.
VOL% 12m	Volatilidade de 12 meses calculada com base diária	Desvio Padrão das cotações de leilão de fechamento diário com base nos últimos 12 meses de pregão

O primeiro critério adotado, a participação na carteira teórica do Ibovespa, tem sua importância associada ao usual compromisso do gestor de assegurar liquidez aos seus ativos.

O segundo critério corresponde à Relação com o Acionista (RA). Este critério foi criado a partir de um conjunto de indicadores, quase todos binários. O objetivo do RA é analisar a presença dos ativos nos Índices de Ações com Tag Along Diferenciado (ITAG), de Sustentabilidade Empresarial (ISE) e de Ações com Governança Corporativa Diferenciada (IGC), sendo que neste último é atribuída diferente pontuação, a variar de acordo com seu enquadramento em relação à participação no Novo Mercado da BMF&Bovespa ou nos chamados N1 e N2 de Governança Corporativa Diferenciados. Sua amplitude de grau será de 5 pontos, conforme Objeto 3 abaixo:

Objeto 3 – Critério de avaliação da Relação com o Acionista (RA)

Pontuação	Aspecto
1	Presença no ITAG
1	Presença no ISE
3 ou	Presença no IGC - Adesão ao Novo Mercado
2 ou	Presença no IGC - Adesão Nível 2 de Governança Corporativa Diferenciada
1 ou	Presença no IGC - Adesão Nível 1 de Governança Corporativa Diferenciada
0	Nenhuma Adesão a estes segmentos da BMF&Bovespa
0 a 5	RELAÇÃO COM O ACIONISTA

Os outros dois critérios medem risco, o primeiro em relação a um parâmetro externo e o segundo, autonomamente. Neste sentido, o índice Beta é modificado, para não importar a direção em que a

oscilação irá evoluir. Considera-se aqui apenas o valor absoluto do afastamento em relação à correlação perfeita, igual a 1, com o Ibovespa. Finalmente, o índice de volatilidade de 12 meses mede a dispersão interna da série de valores observados do ativo, constituindo-se assim em uma medida direta de risco.

MÉTODOS MULTICRITÉRIO

O modelo de avaliação, de ativos, aqui desenvolvido tem como resultado uma ordenação dos ativos, gerando um portfólio preferencial. Para produzir esta ordenação, os indicadores escolhidos para integrar o modelo são combinados segundo uma técnica de apoio à decisão com múltiplos critérios. Duas dessas técnicas são aqui consideradas para esse fim. Descrevemos a seguir as principais características de cada uma delas e as vantagens que justificam sua aplicação no presente contexto.

Roy (1985) define o Apoio à Decisão Multicritério (AMD) como uma tentativa de prover respostas para questões levantadas pelos atores envolvidos no processo decisório através de um modelo claramente especificado. E para que isso aconteça, o analista de decisão precisa comparar alternativas.

Existem vantagens e desvantagens associadas à adoção de um método de AMD, portanto é necessário fazer um julgamento criterioso para escolher a técnica mais adequada para uma aplicação específica. A seleção do método irá influenciar nos resultados, já que nem sempre diferentes métodos aplicáveis a um problema conduzirão às mesmas conclusões. Algumas formas de categorizar os métodos multicritério são: métodos de ponderação, métodos ordinais, métodos baseados em funções de utilidade, métodos de relações de superação, métodos baseados na distância a uma alternativa ideal, entre outras.

Conforme Al-Shemmeri, Al-Kloub, & Pearman (1997, pp. 550-560), para selecionar a técnica mais adequada para o problema, é preciso levar em conta que alguns métodos são específicos a algumas aplicações, e outros não podem ser considerados como ferramentas úteis por exigirem recursos sofisticados de *hardware* ou *software*, ou informações fidedignas não disponíveis. Dentre os métodos que satisfazem as condições de disponibilidade e aplicabilidade ao caso foram selecionado os métodos TOPSIS e CPP.

TOPSIS

As seguintes características fazem do TOPSIS uma abordagem apropriada com grande potencial para solução de problemas (Amiri, Zandieh, Vahdani, Soltani, & Roshanaei, 2010, pp. 509-516):

- Permite incluir um número ilimitado de propriedades e atributos.
- Permite lidar com contextos em que o efeito de cada atributo não pode ser considerado individualmente e precisa sempre ser visto como uma troca em relação a outros atributos. Mais precisamente, mudanças em um atributo podem ser compensadas de forma direta ou inversa por outros atributos.
- Gera uma ordenação de alternativas, com escores que fornecem um melhor entendimento das diferenças e similaridades entre alternativas.
- Trabalha com o conceito de distâncias ao ponto ideal e anti-ideal conseguindo superar técnicas anteriores que consideravam este conceito apenas de forma parcial, gerando divergências de resultados segundo as opções técnicas eleitas.

- É relativamente simples, com um procedimento sistemático e de baixo esforço computacional.

Abaixo são explicados alguns conceitos necessários para desenvolvimento do método.

Considere reais a_i , $i=1, 2, \dots, m$ e a matriz (a_{ij}) , com $a_{ij} = U_j[(a)]_i, j = 1, 2, \dots, n$.

Denomina-se o *ponto ideal* em \mathbf{R}^n ao ponto $a^M = (a_1^M, a_2^M, \dots, a_n^M)$, onde $a_1^M = \text{Max}_i a_{ij}$.

A alternativa hipotética a^M se chama a “alternativa ideal”.

Segundo esta definição, o ponto ideal se obtém ao maximizar cada critério independentemente. A alternativa a^M é uma alternativa fictícia, pois se fizesse parte do conjunto de eleição, o problema estaria resolvido.

Denomina-se o *ponto anti-ideal* em \mathbf{R}^n ao ponto $a^m = (a_1^m, a_2^m, \dots, a_n^m)$, onde $a_1^m = \text{Min}_i a_{ij}$. A alternativa a^m se chama a “alternativa anti-ideal”.

Conforme Axioma de eleição (Zeleny, 1982), é racional eleger a alternativa o mais perto da alternativa Ideal, e o mais longe da alternativa anti-ideal.

Quando estabelecemos o quão perto ou longe as alternativas estão, estamos na realidade medindo distâncias. A forma selecionada para cálculo da distância no TOPSIS é a Métrica de Manhattan, onde a distância é dada pelo somatório do módulo das diferenças das variáveis consideradas. Para cada alternativa $a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$ devem ser calculadas as distâncias:

$$(1) d^M_{(1/p)}(a_i) = \sum_j w_j^p |a_{ij} - a_{1j}^M| \quad | \sum_j w_j^p |$$

$$(2) d^m_{(1/p)}(a_i) = \sum_j w_j^p |a_{ij} - a_{1j}^m| \quad | \sum_j w_j^p |$$

A partir de (1) e (2), se obtém:

$$(3) D_p(a_i) = d^m_{(1/p)}(a_i) / (d^M_{(1/p)}(a_i) + d^m_{(1/p)}(a_i))$$

que pode variar desde $D_p(a^m) = 0$ para o anti-ideal e $D_p(a^M) = 1$ para o ideal.

Finalmente, $D_p(a_i)$ é utilizado para ordenação final das alternativas.

Na aplicação aqui realizada, os quatro critérios: Relação com o Acionista, Participação Percentual no Ibovespa, Módulo de Beta de 06 meses subtraído de Um e Volatilidade de 12 Meses, foram normalizados pelo valor máximo. Após a identificação dos pontos Ideal (a^M) e Anti-Ideal (a^m), foram calculadas para cada critério dos ativos, a menor distância em relação à a^M e a maior distância em relação à a^m , segundo a métrica de Manhattan.

Estas fórmulas podem sofrer alterações caso o a^M deva corresponder ao menor valor da coluna, e o a^m ao maior, como é o caso dos indicadores Módulo de Beta de 06 meses subtraído de Um e Volatilidade de 12 Meses. Seguiu-se então o cálculo de $D_p(a_i)$.

Os ativos foram ordenados em ordem decrescente de $V(a)$, correspondendo o primeiro ativo ao de melhor qualidade para o tipo de investidor abordado neste trabalho e o último, ao pior. Para tais procedimentos foi utilizada a ferramenta Excel®, mais especificamente suas funções: “máximo”, “mínimo” e de ordenação.

CPP

Devido à dificuldade de quantificar preferências, nas condições reais em que cada análise deve ser aplicada, normalmente, espera-se imprecisão de medidas. Mecanismos para limitar a incerteza envolvem a redução de medidas a postos, a comparação das opções duas a duas e a utilização de limiares de indiferença. Uma alternativa às escolas tradicionais de apoio à decisão que leva em conta diretamente a incerteza é proposta em Sant'Anna (2002). Nesta proposta a classificação das opções resulta da composição das preferências medidas como probabilidades, para cada um dos múltiplos critérios, pelas probabilidades de cada opção ser a preferida. Uma vez avaliadas as preferências segundo cada critério por meio de probabilidades, a preferência global pode ser avaliada comparando probabilidades conjuntas.

Para cada critério, é calculada a probabilidade de cada opção ser a melhor ou pior conforme a necessidade do decisor. O cálculo da probabilidade de ser o extremo de excelência ou de menor preferência envolve comparação com todas as alternativas, mesmo concentrando a importância nas posições próximas a uma fronteira, de maior ou menor preferência. Disto decorre, para cada critério, uma escala mais realista que a escala linear de postos, aumentando a distância entre aquelas poucas unidades de produção passíveis de serem preferidas e atribuindo escores de preferência muito pequenos às demais.

Avaliando-se segundo cada critério em termos de probabilidades de preferência, a composição dos critérios pode ser feita de modo que uma opção, mesmo que não tenha sido a preferida em nenhum critério, possa vir a ser a escolhida. Além disso, a possibilidade de comparar pelas probabilidades conjuntas torna dispensável a atribuição de pesos aos critérios.

A preferência inicial pode advir de várias formas de avaliação. Por exemplo, em termos quantitativos (peso, custo, velocidade, risco, etc...) ou em termos qualitativos (pequena, média ou grande), entre outros. Essa medida inicial de uma alternativa segundo um critério é usada como estimativa para um parâmetro de localização, como a média, a moda ou a mediana de uma distribuição de probabilidades. A idéia é que essa medida constitui uma realização de uma avaliação de certos atributos e que, em outras realizações, se chegaria a valores no entorno desse. A identificação dessas distribuições de probabilidade se completa através da análise de algumas hipóteses, tais como: independência entre as perturbações afetando as determinações das preferências por diferentes alternativas, simetria em torno da média e parâmetros de dispersão constantes.

Neste trabalho seguimos a perspectiva da construção dos conjuntos nebulosos (Zadeh, 1965, pp. 338-353) e modelamos a incerteza por meio de uma distribuição triangular. Isto corresponde a atribuir um decréscimo linear das probabilidades de valores diferentes do valor observado. A hipótese de linearidade é a simplificação mais fácil de avaliar e também de modificar, no caso de se encontrarem razões para preferir uma distribuição mais adequada a uma situação particular.

Usando a distribuição triangular, o parâmetro de localização que consideramos dado pelo valor observado é a moda da distribuição. O mínimo e o máximo são os parâmetros que completam a identificação da distribuição triangular e podem ser determinados a partir dos valores máximo e mínimo observados para o critério em tela.

Quando o número de alternativas é muito grande de modo que as probabilidades se tornem muito pequenas dificultando a comparação ou a manipulação dos dados, pode ser aplicada uma forma alternativa, substituindo o cálculo da probabilidade de ser a melhor opção no conjunto total de alternativas pelo da probabilidade de ser a melhor em uma amostra composta por um conjunto de alternativas fixas para cada critério, extraídas dos valores observados (Sant'Anna & Ribeiro, 2009).

Considerando as probabilidades de preferência segundo cada critério como probabilidades condicionais na escolha desse critério e somando os produtos das mesmas pelas probabilidades de cada critério ser o preferido, obtemos a preferência global como a probabilidade total de cada alternativa ser a de maior preferência. Uma dificuldade desta forma de composição de preferências advém do problema de comparar os critérios para obter as probabilidades de cada critério ser o preferido.

Em vez da probabilidade total, probabilidades conjuntas são aqui usadas como preferências globais. Um exemplo de probabilidade conjunta é a probabilidade de a opção ser a preferida segundo todos os critérios. Esta probabilidade conjunta é calculada, supondo independência, simplesmente multiplicando as probabilidades de preferência segundo cada critério.

Podemos usar também a probabilidade de ser preferido segundo pelo menos um dos critérios. Ou a probabilidade de não ser a de menor preferência segundo nenhum critério. E assim por diante. Se adotarmos a hipótese de independência entre as avaliações segundo diferentes critérios, cada uma dessas probabilidades conjuntas pode ser calculada efetuando operações de multiplicação e subtração.

Hipóteses de dependência entre as avaliações segundo os diversos critérios são também estudadas em Sant'Anna & Ribeiro (2009). O fato de levar em conta todas as avaliações segundo os diversos critérios de forma simples é uma boa razão para adotarmos a hipótese de independência como ponto de partida e assumirmos outras hipóteses em casos particulares em que se mostrem mais adequadas.

Finalmente, em vez do uso de uma probabilidade global única, o analista pode oferecer ao decisor as classificações pelas probabilidades conjuntas segundo mais de um enfoque. Fica, neste caso, a critério deste, escolher o ponto de vista que prefira adotar. Neste trabalho, estaremos analisando o resultado da aplicação de vários enfoques diferentes.

RESULTADOS

Após o emprego dos métodos descritos, os resultados foram agrupados em objetos, para uma melhor visualização e organização dos dados. Partindo do método TOPSIS, utilizado por Nogueira, Rabelo, & Soares de Mello (2009), os dados foram tratados com diferentes enfoques com o método CPP, o qual permitiu a utilização de critérios de preferência ou importância, similar ao conceito de pesos, porém não incorrendo na atribuição pouco embasada, comum a estes últimos.

No Objeto 4 encontramos os dados normalizados, utilizados no método TOPSIS, com os cálculos do Ponto Ideal e Anti-Ideal. São realçados neste objeto os ativos com valores extremos em cada critério. Após a aplicação do método, ou melhor, feitos os cálculos de $D_p(a_i)$ ou $V(A)$, foi gerada a Objeto 4. No Objeto 4, observamos valores entre 0,1180 e 0,6516, este máximo assumido pela ação de código CLSC6, enquanto o valor mínimo corresponde à ação ARCZ6, tal ordenação foi denominada simplesmente como $D_p(a_i)$ e nela verificamos uma série de ativos com valores elevada proximidade em seus Índices de Qualidade, $V(A)$, uma vez que utilizamos quatro casas decimais nos resultado finais.

Seguindo para o método CPP em suas aplicações, temos o Objeto 5, onde estão os cálculos das probabilidades dos ativos serem o maior e o menor para o conjunto de alternativas, segundo cada critério. As distribuições triangulares têm moda nos valores observados e máximo e mínimo fixos para cada critério com a amplitude ampliada em 10% a partir do máximo e mínimo dos 63 valores. Pode-se notar que as probabilidades dos ativos que se encontravam em posições extremas refletem não somente o seu posto, mas, também seu afastamento dos demais. Por exemplo, o ativo

PETR4, que não só possui presença mais significativa na Bovespa, mas, relativamente aos outros, bem mais significativa, tem probabilidade de ser o maior neste critério bem maior relativamente aos ativos de posições extremas em outros critérios. Da mesma forma, quando se analisa a probabilidade deste ativo ser o menor, relativamente aos outros, a probabilidade é bem inferior também.

Em um primeiro ensaio, os ativos são ordenados pela probabilidade conjunta de maximizar os critérios 1 e 2 (%IBOV e RA) e minimizar os critérios 3 e 4 ($|BETA-1|$ 06m, VOL% 12m). Este enfoque é idêntico ao do TOPSIS, de exigir desempenhos ótimos em relação a todos os critérios, considerados igualmente importantes. O resultado está no Objeto 6 (tabela 8). A primeira coluna apresenta os postos dos ativos e os valores extremos estão realçados.

Em um segundo experimento, foi calculado a probabilidade conjunta de maximizar os critérios 1 e 2 e não maximizar os critérios 3 e 4. Desta forma, se enfatizam os critérios 1 e 2, dando maior importância à qualidade do ativo e, quanto ao risco, exigindo apenas que seja evitada a posição de risco extremo. O Objeto 6 mostra as probabilidades conjuntas segundo este enfoque e os postos resultantes.

Em uma terceira análise, foi calculada a probabilidade conjunta de não minimizar os critérios 1 e 2 e minimizar os critérios 3 e 4. Desta forma, invertendo o enfoque anterior, enfatizam-se os critérios 3 e 4, dando maior importância à aversão ao risco. O Objeto 6 mostra as probabilidades conjuntas e os postos, com os ativos em posições extremas em um dos critérios sendo destacados.

No quarto experimento, foi calculada a probabilidade de maximizar pelo menos um dentre os critérios 1 ou 2, e não maximizar pelo menos um entre os critérios 3 ou 4. Esta é uma forma de ordenar os ativos dando maior ênfase aos ativos que estão bem posicionados em um dos critérios de qualidade e prejudicando os ativos que não possuem uma boa posição em ambos os critérios de risco, ao considerar suficiente o bom desempenho em um dos dois critérios. No Objeto 6 mostra os resultados desta abordagem. Os ativos que se encontravam em posições extremas em um dos critérios permanecem destacados.

Os quatro critérios empregados são considerados relevantes para a análise da qualidade do ativo, no entanto, o segundo critério pode ser considerado como o mais importante. Uma vez que o primeiro critério analisa a participação dos ativos no Ibovespa, base da amostra em estudo e formado a partir de critérios de volume de negócios e presença em pregões, não se deve esperar que sua contribuição seja valiosa para discriminar entre esses ativos, mas apenas para indicar maior ou menor liquidez esperada para os mesmos. O terceiro e o quarto critério são medidas de volatilidade e correlação dos ativos com o próprio Ibovespa, tendo maior utilidade para mitigar riscos. Já o RA, segundo critério observado, discrimina os ativos segundo os fundamentos da qualidade e de forma singular. Notamos que, apesar de não se dever atribuir, pelas razões acima, grande poder de discriminação aos outros três critérios, é o vetor de avaliações pelo RA que apresenta menor variabilidade, como mostram os coeficientes de variação exibidos na última linha do Objeto 4. Neste último experimento, foi, então, calculada a probabilidade de maximizar o segundo critério e não minimizar o primeiro nem maximizar nenhum dos dois últimos. Objeto 6 mostra o resultado da aplicação deste enfoque.

Objeto 4 – Alternativas e Critérios, Ponto Ideal e Ponto Anti-Ideal - Ativos ordenados segundo o Método TOPSIS

ALTERNATIVAS E CRITÉRIOS						V(A) ORDENADO	
#	ATIVO	% IBOV	RA	BETA-1 06m	VOL% 12m		
1	ALLL11	1,15	3,0	0,16	23,59	1	CLSC6 0,6607
2	AMBV4	1,69	0,0	0,36	14,01	2	VALES 0,6410
3	ARCZ6	0,31	1,0	2,43	22,37	3	BBAS3 0,6143
4	BBAS3	2,30	5,0	0,48	20,11	4	CPFE3 0,6123
5	BBDC4	4,08	3,0	0,50	17,25	5	EMBR3 0,6103
6	BNCA3	0,90	4,0	0,67	21,03	6	PRGA3 0,6086
7	BRAP4	1,21	2,0	0,08	20,40	7	SBSP3 0,6058
8	BRKM5	0,47	3,0	1,51	16,92	8	CCRO3 0,6036
9	BRTO4	0,51	1,0	0,20	20,58	9	PETR4 0,5844
10	BRTP3	0,47	1,0	0,24	11,70	10	LIGT3 0,5815
11	BRTP4	0,55	1,0	0,27	20,51	11	NATU3 0,5812
12	BTOW3	0,61	4,0	0,57	24,28	12	BBDC4 0,5796
13	CCRO3	0,79	4,0	0,26	16,26	13	CSAN3 0,5766
14	CESP6	1,16	3,0	1,43	22,92	14	ITSA4 0,5498
15	CGAS5	0,16	0,0	0,24	9,74	15	JBSS3 0,5393
16	CLSC6	0,16	4,0	0,06	11,46	16	RDCD3 0,5299
17	CMIG4	2,16	2,0	0,77	13,66	17	UGPA4 0,5279
18	CPFE3	0,72	5,0	0,79	13,74	18	SDIA4 0,5258
19	CPLE6	0,90	1,0	0,79	15,44	19	NETC4 0,5213
20	CRUZ3	0,72	0,0	0,50	15,03	20	LREN3 0,5138
21	CSAN3	0,48	4,0	0,06	20,86	21	BNCA3 0,5135
22	CSNA3	2,49	0,0	0,37	22,36	22	GOLL4 0,5130
23	CYRE3	0,83	4,0	0,96	25,98	23	TAMM4 0,5093
24	DURA4	0,54	3,0	0,70	22,22	24	BRTP3 0,5066
25	ELET3	1,13	2,0	0,79	16,57	25	ALLL11 0,5053
26	ELET6	1,33	2,0	0,88	15,66	26	CMIG4 0,5037
27	ELPL6	0,88	4,0	1,17	16,98	27	BRAP4 0,5002
28	EMBR3	0,68	5,0	0,69	15,06	28	GFSAS 0,4992
29	GFSAS	0,65	4,0	0,11	28,69	29	RSID3 0,4991
30	GGBR4	2,11	3,0	0,64	20,56	30	GGBR4 0,4972
31	GOAU4	0,63	3,0	0,53	20,83	31	VCPA4 0,4958
32	GOLL4	0,99	3,0	0,02	24,15	32	ELPL6 0,4956
33	ITSA4	2,89	2,0	0,02	19,04	33	BTOW3 0,4886
34	JBSS3	0,64	4,0	0,08	24,83	34	GOAU4 0,4809
35	KLBN4	0,40	2,0	0,67	16,30	35	VALES 0,4800
36	LAME4	1,14	1,0	0,21	22,34	36	KLBN4 0,4585
37	LIGT3	0,36	5,0	0,86	15,45	37	ELET6 0,4574
38	LREN3	0,77	4,0	0,58	21,82	38	ELET3 0,4553
39	NATU3	1,07	5,0	1,05	14,57	39	DURA4 0,4468
40	NETC4	1,31	3,0	0,46	18,68	40	TRPL4 0,4428
41	PCAR4	0,84	1,0	1,31	14,40	41	USIM5 0,4341
42	PETR3	2,78	0,0	0,40	19,53	42	CYRE3 0,4323
43	PETR4	15,47	0,0	0,49	18,86	43	CGAS5 0,4283
44	PRGA3	1,08	5,0	0,70	15,85	44	BRTO4 0,4270
45	RDCD3	1,14	4,0	0,75	18,83	45	BRTP4 0,4204
46	RSID3	0,33	4,0	0,27	26,20	46	CPLE6 0,4163
47	SBSP3	0,49	5,0	0,43	18,23	47	TNLP4 0,4112
48	SDIA4	0,54	3,0	0,01	22,09	48	BRKM5 0,4047
49	TAMM4	0,72	3,0	0,38	19,78	49	AMBV4 0,4011
50	TCSL3	0,28	1,0	0,62	20,92	50	TNLP3 0,3817
51	TCSL4	0,99	1,0	0,60	20,36	51	LAME4 0,3744
52	TLPP4	0,29	0,0	1,19	11,96	52	CESP6 0,3686
53	TMAR5	0,31	0,0	0,58	18,43	53	VIVO4 0,3667
54	TNLP3	0,73	1,0	0,38	18,80	54	USIM3 0,3666
55	TNLP4	1,64	1,0	0,35	17,76	55	PCAR4 0,3665
56	TRPL4	0,47	1,0	0,57	14,47	56	PETR3 0,3631
57	UGPA4	0,52	2,0	0,17	15,17	57	CRUZ3 0,3583
58	USIM3	0,40	1,0	0,69	20,89	58	TCSL4 0,3467
59	USIM5	2,15	1,0	0,39	20,62	59	CSNA3 0,3343
60	VALES	3,17	1,0	0,24	19,49	60	TCSL3 0,3265
61	VALES	12,13	1,0	0,32	18,30	61	TMAR5 0,3096
62	VCPA4	0,52	2,0	0,03	20,18	62	TLPP4 0,3023
63	VIVO4	0,92	0,0	0,14	18,78	63	ARCZ6 0,1546

Objeto 5 – Probabilidades de cada Alternativa ser a maior para cada Critério

PROBABILIDADE DO ATIVO SER O MAIOR					
#	Ativos	% IBOV (1)	RA (2)	BETA-1 06m (3)	VOL% 12m (4)
1	ALL11	0,0137	0,0119	0,0119	0,0228
2	AMBV4	0,0142	0,0054	0,0129	0,0095
3	ARCZ6	0,013	0,0066	0,1117	0,0194
4	BBAS3	0,0147	0,0585	0,0136	0,0151
5	BBD4	0,0168	0,0119	0,0138	0,0118
6	BNCA3	0,0134	0,0199	0,015	0,0166
7	BRAP4	0,0137	0,0084	0,0115	0,0156
8	BRKM5	0,0131	0,0119	0,0261	0,0115
9	BRTO4	0,0131	0,0066	0,0121	0,0158
10	BRT3	0,0131	0,0066	0,0123	0,0083
11	BRT4	0,0132	0,0066	0,0124	0,0157
12	BTOW3	0,0132	0,0199	0,0142	0,0254
13	CCRO3	0,0134	0,0199	0,0124	0,011
14	CESP6	0,0137	0,0119	0,0243	0,0208
15	CGAS5	0,0128	0,0054	0,0123	0,0075
16	CLSC6	0,0128	0,0199	0,0114	0,0082
17	CMIG4	0,0146	0,0084	0,0157	0,0093
18	CPFE3	0,0133	0,0585	0,0159	0,0093
19	CPL6	0,0134	0,0066	0,0159	0,0104
20	CRUZ3	0,0133	0,0054	0,0138	0,0101
21	CSAN3	0,0131	0,0199	0,0114	0,0163
22	CSNA3	0,0149	0,0054	0,013	0,0193
23	CYRE3	0,0134	0,0199	0,0175	0,0351
24	DURA4	0,0131	0,0119	0,0152	0,019
25	ELET3	0,0136	0,0084	0,0159	0,0113
26	ELET6	0,0138	0,0084	0,0167	0,0106
27	ELPL6	0,0134	0,0199	0,02	0,0116
28	EMBR3	0,0133	0,0585	0,0151	0,0102
29	GFS3	0,0132	0,0199	0,0116	0,0799
30	GGBR4	0,0146	0,0119	0,0147	0,0158
31	GOAU4	0,0132	0,0119	0,014	0,0163
32	GOLL4	0,0135	0,0119	0,0112	0,0249
33	ITSA4	0,0154	0,0084	0,0112	0,0137
34	JBSS3	0,0132	0,0199	0,0115	0,0279
35	KLBN4	0,013	0,0084	0,015	0,011
36	LAME4	0,0137	0,0066	0,0121	0,0193
37	LIGT3	0,013	0,0585	0,0165	0,0104
38	LREN3	0,0133	0,0199	0,0143	0,0181
39	NATU3	0,0136	0,0585	0,0185	0,0098
40	NET4	0,0138	0,0119	0,0135	0,0133
41	PCAR4	0,0134	0,0066	0,0221	0,0097
42	PETR3	0,0153	0,0054	0,0131	0,0143
43	PETR4	0,1248	0,0054	0,0137	0,0135
44	PRGA3	0,0136	0,0585	0,0152	0,0107
45	RDCD3	0,0137	0,0199	0,0156	0,0135
46	RSID3	0,013	0,0199	0,0124	0,0369
47	SBS3	0,0131	0,0585	0,0133	0,0128
48	SDIA4	0,0131	0,0119	0,0112	0,0187
49	TAMM4	0,0133	0,0119	0,013	0,0147
50	TCSL3	0,0129	0,0066	0,0146	0,0164
51	TCSL4	0,0135	0,0066	0,0144	0,0155
52	TLPP4	0,0129	0,0054	0,0203	0,0084
53	TMAR5	0,013	0,0054	0,0143	0,013
54	TNLP3	0,0133	0,0066	0,013	0,0134
55	TNLP4	0,0141	0,0066	0,0129	0,0123
56	TRPL4	0,0131	0,0066	0,0142	0,0098
57	UGPA4	0,0131	0,0084	0,0119	0,0102
58	USIM3	0,013	0,0066	0,0151	0,0164
59	USIM5	0,0146	0,0066	0,0131	0,0159
60	VALE3	0,0157	0,0066	0,0123	0,0143
61	VALE5	0,046	0,0066	0,0127	0,0129
62	VCPA4	0,0131	0,0084	0,0113	0,0152
63	VIVO4	0,0135	0,0054	0,0118	0,0134

δ	0,01	0,02	0,01	0,01
μ	0,02	0,02	0,02	0,02
coef var	1,10	1,00	1,27	1,59

PROBABILIDADE DO ATIVO SER O MENOR					
#	Ativos	% IBOV (1)	RA (2)	BETA-1 06m (3)	VOL% 12m (4)
1	ALL11	0,0143	0,0073	0,024	0,0091
2	AMBV4	0,0117	0,0512	0,0158	0,0235
3	ARCZ6	0,0216	0,0172	0,0035	0,0098
4	BBAS3	0,0098	0,0046	0,0131	0,0117
5	BBD4	0,0066	0,0073	0,0127	0,0153
6	BNCA3	0,0159	0,0057	0,0103	0,0108
7	BRAP4	0,0139	0,0103	0,0303	0,0114
8	BRKM5	0,0197	0,0073	0,0053	0,0158
9	BRTO4	0,0192	0,0172	0,0217	0,0112
10	BRT3	0,0197	0,0172	0,0199	0,0381
11	BRT4	0,0188	0,0172	0,0187	0,0113
12	BTOW3	0,0182	0,0057	0,0116	0,0087
13	CCRO3	0,0167	0,0057	0,019	0,0171
14	CESP6	0,0142	0,0073	0,0056	0,0095
15	CGAS5	0,0237	0,0512	0,0199	0,0732
16	CLSC6	0,0237	0,0057	0,0323	0,0407
17	CMIG4	0,0102	0,0103	0,0093	0,0249
18	CPFE3	0,0173	0,0046	0,0091	0,0246
19	CPL6	0,0159	0,0172	0,0091	0,019
20	CRUZ3	0,0173	0,0512	0,0127	0,0201
21	CSAN3	0,0196	0,0057	0,0323	0,011
22	CSNA3	0,0093	0,0512	0,0155	0,0098
23	CYRE3	0,0164	0,0057	0,0078	0,0079
24	DURA4	0,0189	0,0073	0,01	0,0099
25	ELET3	0,0144	0,0103	0,0091	0,0165
26	ELET6	0,0133	0,0103	0,0083	0,0184
27	ELPL6	0,016	0,0057	0,0066	0,0157
28	EMBR3	0,0176	0,0046	0,0101	0,02
29	GFS3	0,0179	0,0057	0,0276	0,0068
30	GGBR4	0,0103	0,0073	0,0107	0,0112
31	GOAU4	0,0181	0,0073	0,0122	0,011
32	GOLL4	0,0153	0,0073	0,0373	0,0087
33	ITSA4	0,0084	0,0103	0,0373	0,0128
34	JBSS3	0,018	0,0057	0,0303	0,0084
35	KLBN4	0,0204	0,0103	0,0103	0,017
36	LAME4	0,0143	0,0172	0,0212	0,0099
37	LIGT3	0,0209	0,0046	0,0085	0,0189
38	LREN3	0,0169	0,0057	0,0114	0,0102
39	NATU3	0,0148	0,0046	0,0072	0,0215
40	NET4	0,0134	0,0073	0,0135	0,0132
41	PCAR4	0,0163	0,0172	0,006	0,0221
42	PETR3	0,0086	0,0512	0,0148	0,0122
43	PETR4	0,0021	0,0512	0,0129	0,013
44	PRGA3	0,0147	0,0046	0,01	0,018
45	RDCD3	0,0143	0,0057	0,0094	0,013
46	RSID3	0,0213	0,0057	0,0187	0,0078
47	SBS3	0,0194	0,0046	0,0141	0,0138
48	SDIA4	0,0189	0,0073	0,0387	0,01
49	TAMM4	0,0173	0,0073	0,0152	0,012
50	TCSL3	0,0219	0,0172	0,0109	0,0109
51	TCSL4	0,0153	0,0172	0,0112	0,0114
52	TLPP4	0,0218	0,0512	0,0065	0,0356
53	TMAR5	0,0216	0,0512	0,0114	0,0135
54	TNLP3	0,0172	0,0172	0,0152	0,0131
55	TNLP4	0,0119	0,0172	0,016	0,0145
56	TRPL4	0,0197	0,0172	0,0116	0,0218
57	UGPA4	0,0191	0,0103	0,0234	0,0197
58	USIM3	0,0204	0,0172	0,0101	0,011
59	USIM5	0,0102	0,0172	0,015	0,0112
60	VALE3	0,0079	0,0172	0,0199	0,0123
61	VALE5	0,0026	0,0172	0,0169	0,0137
62	VCPA4	0,0191	0,0103	0,0359	0,0116
63	VIVO4	0,0157	0,0512	0,0253	0,0131

δ	0,00	0,02	0,01	0,01
μ	0,02	0,02	0,02	0,02
coef var	3,39	1,05	1,82	1,59

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Objeto 7 mostra o resultado de todos os experimentos lado a lado, destacando os ativos que tinham uma discrepância em um dos critérios, sendo que apenas os critérios 1 e 3 apresentam ativos com valores mais distantes dos demais. No primeiro critério, existem dois ativos: PETR4 e VALE5 que possuem uma presença muito grande na Bovespa. E no terceiro critério, os ativos ARCZ6 e BRKM5 possuem variação muito alta em relação aos demais.

Na primeira análise, apresentamos o ordenamento resultante da abordagem TOPSIS. Esta metodologia dá vantagem aos ativos que estão bem posicionados em relação aos outros, mesmo que em apenas um critério, e penaliza mais fortemente os ativos que estão mal posicionados em algum dos critérios. Como exemplo, podemos observar a VALE5, bem posicionada, já que tem uma posição de destaque na presença da Bovespa e a ARCZ6, que apresenta o maior risco em relação aos demais ativos e foi ordenada em último lugar. Ao mesmo tempo, cabe notar que um ativo com bons resultados em todos os critérios, como o CLSC6, ocupa o primeiro posto no ranking produzido pela aplicação da abordagem TOPSIS.

O primeiro experimento através do método probabilístico é o que mais se aproxima da abordagem multicritério do TOPSIS. É uma abordagem muito boa para o decisor que considera todos os critérios com o mesmo nível de importância. Em consequência, ao aplicar-se esta abordagem, verifica-se que ativos como CLSC6 e CPFE3, por exemplo, com bons resultados em todos os critérios, ocuparam as primeiras posições.

Na segunda abordagem probabilística é dada maior ênfase aos critérios 1 e 2. Já na terceira abordagem, é dada maior importância aos critérios 3 e 4. É visível o rearranjo dos ativos de forma coerente com a ênfase que lhes é dada.

No quarto experimento fica bem evidente que os ativos bem posicionados em um dos critérios de qualidade ocupam posições de destaque no ranking. A PETR4, apesar de ter resultado muito ruim no critério RA (2º. Critério), já que não está presente em nenhum dos índices empregados na sua formação, tem uma posição muito melhor do que a dos outros ativos no critério 1, ocupando a primeira posição no ranking final. Como o critério 2 não apresenta muita discrepância entre os ativos, e vários ativos apresentam a pontuação maior neste critério: BBAS3, PRGA3, NATU3, CPFE3, EMBR3, SBSP3 e LIGT3, todos ficam bem posicionados logo atrás da PETR4, e em uma posição melhor do que VALE5, que também ocupa uma posição de destaque no primeiro critério, mas bem abaixo de PETR4. Já os ativos com situação bem pior que os outros ativos no critério 3 conseguem melhorar bastante de posição no ranking do experimento, se comparados os resultados com o ranking do TOPSIS e da primeira análise probabilística.

Analisando a tabela resultante do último ponto de vista, percebe-se nitidamente que todos os ativos com maior pontuação no segundo critério: BBAS3, PRGA3, NATU3, CPFE3, EMBR3, SBSP3 e LIGT3 ocupam as primeiras posições do ranking resultante. A ferramenta também é muito coerente ao penalizar nesta composição o ativo PETR4, que passa para as últimas posições, pois não tem nenhuma pontuação no critério 2.

Finalmente, observa-se que um ativo bem posicionado em quase todas as análises é o ativo CLSC6. Este ativo pode ser considerado uma boa opção em uma carteira de um investidor que deseje atender aos valores aqui considerados, já que em todos os fundamentos estudados, apresenta bons resultados. Já um ativo como o PETR4, mesmo sendo muito superior aos outros no critério de presença na Bovespa, por não se sair bem em um dos critérios, RA, dependendo da abordagem empregada, pode ficar mal posicionado.

Outra análise que pode ser feita é quanto à constância do ranking ao utilizarmos abordagens similares. Ao comparar todas as abordagens juntas, observamos que sempre onde há preferência por

um determinado critério, calcula-se a probabilidade de ser o máximo ou o mínimo, conforme for a demanda pelo critério, e de uma forma ou de outra, nas diversas abordagens, a ordenação dos ativos fica bem parecida quando utilizadas as mesmas preferências pelos critérios. Para reduzir a preferência por determinado critério, pode-se enfatizar o oposto da preferência (por exemplo, se desejamos reduzir a importância do risco, calculamos a probabilidade de não maximizar o risco).

Desta forma, conclui-se que as ferramentas selecionadas para ordenamento dos ativos conseguiram atingir os objetivos deste estudo. Em particular destaca-se que a ferramenta probabilística permite tratar os dados de acordo com os desejos do decisor de forma simples, flexível e prática.

Objeto 7 – Comparação de Resultados: Metodologias TOPSIS e APP

TOPSIS		P(max 1° max 2° min 3° min 4)		P(max 1° max 2° max 3° max 4)		P(min 1° min 2° min 3° min 4)		P(max 1 ou 2° max 3 ou 4)		P(min 1° max 2° max 3° max 4)				
Ativos	Ranking	Ativos	Ranking	Ativos	Ranking	Ativos	Ranking	Ativos	Ranking	Ativos	Ranking			
1	CLSC6	0,6607	1	CLSC6	3,35E-07	1	BBAS3	1,35E-03	1	PETRA4	1,30E-01	1	BBAS3	5,63E-02
2	VALES	0,6410	2	CPFE3	1,74E-07	2	PRGA3	7,75E-04	2	CLSC6	1,28E-03	2	BBAS3	7,23E-02
3	BBAS3	0,6143	3	EMBR3	1,57E-07	3	NATU3	7,73E-04	3	BRTP3	7,30E-04	3	PRGA3	7,13E-02
4	CPFE3	0,6123	4	S BSP3	1,49E-07	4	CPFE3	7,59E-04	4	ITSA4	4,69E-04	4	NATU3	7,13E-02
5	EMBR3	0,6103	5	PRGA3	1,43E-07	5	EMBR3	7,58E-04	5	UGPA4	4,48E-04	5	CPFE3	7,10E-02
6	PRGA3	0,6086	6	BBAS3	1,32E-07	6	S BSP3	7,46E-04	6	VCPA4	4,04E-04	6	EMBR3	7,10E-02
7	S BSP3	0,6058	7	NATU3	1,23E-07	7	LIGT3	7,40E-04	7	SDIA4	3,77E-04	7	S BSP3	7,08E-02
8	CCRO3	0,6036	8	LIGT3	1,22E-07	8	PETRA4	6,56E-04	8	AMBV4	3,48E-04	8	LIGT3	7,07E-02
9	PETRA4	0,5844	9	PETRA4	1,13E-07	9	VALES	2,96E-04	9	CSAN3	3,46E-04	9	VALES	5,23E-02
10	LIGT3	0,5815	10	CGAS5	1,01E-07	10	RDCD3	2,65E-04	10	BRAP4	3,37E-04	10	RDCD3	3,33E-02
11	NATU3	0,5812	11	CSAN3	9,26E-08	11	CCRO3	2,60E-04	11	CCRO3	3,18E-04	11	CCRO3	3,30E-02
12	BBD4	0,5796	12	CCRO3	8,66E-08	12	BNCA3	2,58E-04	12	GOLLA	3,17E-04	12	ELPL6	3,30E-02
13	CSAN3	0,5766	13	VALES	7,03E-08	13	ELPL6	2,58E-04	13	VIV04	3,10E-04	13	BNCA3	3,30E-02
14	ITSA4	0,5498	14	JBSS3	6,69E-08	14	LREN3	2,56E-04	14	JBSS3	2,49E-04	14	CYRE3	3,30E-02
15	JBSS3	0,5393	15	BRTP3	6,56E-08	15	CSAN3	2,54E-04	15	TRPL4	2,44E-04	15	LREN3	3,29E-02
16	RDCD3	0,5299	16	ITSA4	6,18E-08	16	CYRE3	2,53E-04	16	VALES	2,39E-04	16	JBSS3	3,28E-02
17	UGPA4	0,5279	17	SDIA4	6,03E-08	17	JBSS3	2,52E-04	17	CRUZ3	2,38E-04	17	BTOW3	3,28E-02
18	SDIA4	0,5258	18	GOLLA	5,21E-08	18	BTOW3	2,52E-04	18	BRT04	2,34E-04	18	GFS3	3,28E-02
19	NETC4	0,5213	19	UGPA4	5,07E-08	19	CLSC6	2,50E-04	19	VALES	2,27E-04	19	CSAN3	3,27E-02
20	LREN3	0,5138	20	GFS3	4,93E-08	20	RSID3	2,46E-04	20	CMIG4	2,27E-04	20	RSID3	3,26E-02
21	BNCA3	0,5135	21	VCPA4	4,58E-08	21	GFS3	2,39E-04	21	TNLP4	2,25E-04	21	CLSC6	3,24E-02
22	GOLLA	0,5130	22	BRAP4	3,98E-08	22	BBD4	1,95E-04	22	CPFE3	2,19E-04	22	BBD4	2,85E-02
23	TAMM4	0,5093	23	BBD4	3,88E-08	23	GGBR4	1,68E-04	23	TLPP4	2,15E-04	23	GGBR4	2,63E-02
24	BRTP3	0,5066	24	RSID3	3,77E-08	24	NETC4	1,60E-04	24	ALLL1	2,14E-04	24	NETC4	2,55E-02
25	ALLL1	0,5053	25	ALLL1	3,56E-08	25	ALLL1	1,57E-04	25	BRTP4	2,04E-04	25	ALLL1	2,54E-02
26	CMIG4	0,5037	26	RDCD3	3,33E-08	26	CESP6	1,56E-04	26	LAME4	2,03E-04	26	CESP6	2,54E-02
27	BRAP4	0,5002	27	LREN3	3,08E-08	27	GOLLA	1,55E-04	27	EMBR3	1,98E-04	27	GOLLA	2,52E-02
28	GFS3	0,4992	28	BNCA3	2,97E-08	28	TAMM4	1,54E-04	28	TNLP3	1,92E-04	28	TAMM4	2,50E-02
29	RSID3	0,4991	29	NETC4	2,93E-08	29	GOAU4	1,52E-04	29	BBD4	1,92E-04	29	GOAU4	2,49E-02
30	GGBR4	0,4972	30	TAMM4	2,89E-08	30	SDIA4	1,51E-04	30	S BSP3	1,90E-04	30	SDIA4	2,48E-02
31	VCPA4	0,4958	31	AMBV4	2,85E-08	31	DURA4	1,51E-04	31	GFS3	1,83E-04	31	DURA4	2,48E-02
32	ELPL6	0,4956	32	CMIG4	2,84E-08	32	BRKM5	1,50E-04	32	TAMM4	1,78E-04	32	BRKM5	2,48E-02
33	BTOW3	0,4886	33	ELPL6	2,76E-08	33	ITSA4	1,26E-04	33	PRGA3	1,77E-04	33	ITSA4	2,37E-02
34	GOAU4	0,4809	34	BTOW3	2,65E-08	34	CMIG4	1,20E-04	34	NETC4	1,75E-04	34	CMIG4	2,29E-02
35	VALES	0,4800	35	VALES	2,54E-08	35	ELET6	1,13E-04	35	PETR3	1,70E-04	35	VALES	2,22E-02
36	KLBN4	0,4585	36	VIV04	2,42E-08	36	BRAP4	1,12E-04	36	KLBN4	1,70E-04	36	ELET6	2,21E-02
37	ELET6	0,4574	37	TRPL4	2,19E-08	37	ELET3	1,11E-04	37	CPL6	1,67E-04	37	BRAP4	2,20E-02
38	ELET3	0,4553	38	TNLP4	2,16E-08	38	UGPA4	1,08E-04	38	USIM5	1,63E-04	38	ELET3	2,19E-02
39	DURA4	0,4468	39	GOAU4	2,11E-08	39	VCPA4	1,07E-04	39	PETRA4	1,59E-04	39	UGPA4	2,14E-02
40	TRPL4	0,4428	40	BRT04	2,10E-08	40	KLBN4	1,06E-04	40	LIGT3	1,57E-04	40	VCPA4	2,14E-02
41	USIM5	0,4341	41	GGBR4	2,08E-08	41	VALES	1,01E-04	41	NATU3	1,52E-04	41	KLBN4	2,13E-02
42	CYRE3	0,4323	42	KLBN4	1,91E-08	42	USIM5	9,36E-05	42	BBAS3	1,51E-04	42	USIM5	6,34E-03
43	CGAS5	0,4283	43	LAME4	1,90E-08	43	TNLP4	9,07E-05	43	ELET6	1,49E-04	43	PETR3	2,06E-02
44	BRT04	0,4270	44	BRTP4	1,84E-08	44	LAME4	8,76E-05	44	ELET3	1,46E-04	44	TNLP4	2,06E-02
45	BRTP4	0,4204	45	CRUZ3	1,83E-08	45	TCSL4	8,65E-05	45	TMAR5	1,43E-04	45	CSNA3	2,02E-02
46	CPL6	0,4163	46	ELET6	1,77E-08	46	CPL6	8,61E-05	46	CSNA3	1,43E-04	46	LAME4	2,02E-02
47	TNLP4	0,4112	47	TNLP3	1,75E-08	47	PCAR4	8,56E-05	47	RSID3	1,42E-04	47	TCSL4	2,00E-02
48	BRKM5	0,4047	48	ELET3	1,72E-08	48	TNLP3	8,55E-05	48	GOAU4	1,31E-04	48	CPL6	1,99E-02
49	AMBV4	0,4011	49	CYRE3	1,64E-08	49	BRTP4	8,47E-05	49	PCAR4	1,28E-04	49	PCAR4	1,99E-02
50	TNLP3	0,3817	50	USIM5	1,62E-08	50	BRTP3	8,47E-05	50	TCSL4	1,24E-04	50	TNLP3	1,98E-02
51	LAME4	0,3744	51	TLPP4	1,61E-08	51	TRPL4	8,44E-05	51	RDCD3	1,20E-04	51	BRTP4	1,97E-02
52	CESP6	0,3686	52	DURA4	1,54E-08	52	BRT04	8,41E-05	52	GGBR4	1,18E-04	52	BRTP3	1,96E-02
53	VIV04	0,3667	53	CPL6	1,53E-08	53	USIM3	8,31E-05	53	TCSL3	1,14E-04	53	TRPL4	1,96E-02
54	USIM3	0,3666	54	PETR3	1,49E-08	54	TCSL3	8,25E-05	54	LREN3	1,14E-04	54	BRT04	1,96E-02
55	PCAR4	0,3665	55	BRKM5	1,31E-08	55	PETR3	8,04E-05	55	BNCA3	1,09E-04	55	AMBV4	1,95E-02
56	PETR3	0,3631	56	CSNA3	1,22E-08	56	CSNA3	7,79E-05	56	USIM3	1,07E-04	56	USIM3	1,95E-02
57	CRUZ3	0,3583	57	PCAR4	1,17E-08	57	AMBV4	7,50E-05	57	ELPL6	1,01E-04	57	ARCZ6	1,95E-02
58	TCSL4	0,3467	58	TCSL4	1,14E-08	58	ARCZ6	7,47E-05	58	BTOW3	9,85E-05	58	TCSL3	1,94E-02
59	CSNA3	0,3343	59	TMAR5	1,08E-08	59	VIV04	7,11E-05	59	DURA4	9,64E-05	59	VIV04	1,88E-02
60	TCSL3	0,3265	60	TCSL3	1,01E-08	60	CRUZ3	7,01E-05	60	BRKM5	8,15E-05	60	CRUZ3	1,86E-02
61	TMAR5	0,3096	61	USIM3	9,53E-09	61	TMAR5	6,83E-05	61	CYRE3	6,03E-05	61	TMAR5	1,83E-02
62	TLPP4	0,3023	62	CESP6	8,67E-09	62	CGAS5	6,78E-05	62	CPL6	5,21E-05	62	TLPP4	1,83E-02
63	ARCZ6	0,1546	63	ARCZ6	2,94E-09	63	TLPP4	6,77E-05	63	ARCZ6	3,30E-05	63	CGAS5	1,81E-02

Tabela 13

Comparação de Resultados: Metodologias TOPSIS e APP

CONCLUSÃO

A grande e sempre presente limitação observada em estudos e modelos de previsão para mercados financeiros advém do fato de trabalharem com informações passadas e presentes para buscar expectativas futuras. Assim, modelos de construção de carteiras podem apresentar-se falhos diante de bruscas movimentações sistêmicas. Por outro lado, a avaliação qualitativa, mesmo quando associada a índices como volatilidade e Beta, tende a uma maior perenidade, deixando gestores de recursos de terceiros por mais tempo em zona de conforto com relação às suas políticas e estratégias de investimento.

A construção de ferramentas alternativas para avaliação ou formação de portfólio recebeu continuidade aqui com a utilização de uma metodologia de base probabilística, baseada na proposta de Sant'anna (2002), em adição e posterior comparação com uma abordagem clássica do auxílio multicritério à decisão. Verificou-se que a inclusão desta nova abordagem permitiu ampliar consideravelmente a análise.

É importante ressaltar que não há uma contraprova quantitativa para este experimento, uma vez que se busca aqui não a formação de uma carteira com parâmetro de rentabilidade, mas sim, de ativos que possuam satisfatória liquidez, baixo *tracking error* em relação ao Ibovespa e um bom grau de *disclosure* de seus emissores, além de respeito aos acionistas minoritários e *stakeholders* em geral.

Como sugestão para trabalhos futuros, propomos uma análise através da utilização de pesos aos critérios. A atribuição direta de pesos pode permitir ao decisor manifestar mais claramente a importância que deseja atribuir a cada critério.

O trabalho carece também de uma extensão no sentido de determinar as proporções dos ativos para formação de carteira. Seria interessante investigar transformações dos vetores de escores probabilísticos ou do TOPSIS em probabilidades de participação de cada ativo em uma carteira a ser formada.

Outro possível desenvolvimento consiste em ampliar o conjunto de critérios considerados. Para tanto seria interessante realizar uma pesquisa junto a analistas e gestores de mercado, devidamente certificados, para listar outros critérios e respectivas relevâncias para as decisões de investimento. Informações neste último sentido contribuiriam, tanto quanto o aumento do número dos critérios para atribuir maior robustez ao modelo, ao incorporar um prévio posicionamento de especialistas quanto às práticas de governança corporativa e sustentabilidade social.

Bibliografia

- Al-Shemmeri, T., Al-Kloub, B., & Pearman, A. (1997). Model Choice in Multicriteria Decision Aid. *European Journal of Operational Research*, Vol. 97 (3), pp. 550-560.
- Amiri, M., Zandieh, M., Vahdani, B., Soltani, R., & Roshanaei, V. (2010). An Integrated Eigenvector-DEA-TOPSIS Methodology for Portfolio Risk Evaluation in the FOREX Spot Market. *Expert Systems with Applications*, Vol. 37 (1), pp. 509-516.
- Assaf Neto, A. (2000). *Mercado Financeiro* (3 ed.). São Paulo: Atlas.
- BACEN. (2009, Setembro 24). *BANCO CENTRAL. disponível em Resoluções CMN 3.790 e 3.792* : <http://www.bacen.gov.br>. Retrieved Janeiro 10, 2010
- Baima, F. R. (1998). *Análise de Desempenho dos Investimentos dos Fundos de Pensão no Brasil. Dissertação de Mestrado*. SC, Brasil: UFSC.

- Bana e Costa, C. A., & Soares, J. O. (2004). A Multicriteria Model for Portfolio Management. *The European Journal of Finance*, Vol. 10 (3), pp. 198-211.
- Barba-Romero, S., & Pomerol, J. C. (1997). *Decisiones Multicriterio: Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica*. Colección de Economía.
- Bouyssou, D. (1993). *Building Criteria: A Prerequisite for MCDA. Readings in Multiple Criteria Decision Aid*.
- BOVESPA. (2008). *Bolsa de Valores de São Paulo*. Retrieved from <http://www.bovespa.com.br>.
- Bressan, V. G., Barbosa, C. F., Villaça, C. S., & Amaral, H. F. (2004). Fundos de Pensão como Financiadores da Atividade Econômica. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, Vol. 4 (2).
- Ceretta, P. S. (2001). Avaliação e Seleção de Fundos de Investimento: Um Enfoque Sobre Múltiplos Atributos. *RAC*, Vol. 5 (1), pp. 07-22.
- Damodaran, A. (2001). *Avaliação de Investimentos: Ferramentas e Técnicas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo*. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark.
- Dias, L. M., Almeida, L. M., & Clímaco, J. N. (1996). *Apoio Multicritério à Decisão*. Faculdade de Economia. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- FIAB. (2002). *Federación Iberoamericana de Bolsas de Valores. disponível em Poupança Privada e Desenvolvimento Econômico: Mecanismos de Estímulo e Papel das Bolsas de Valores*. Retrieved Maio 20, 2002, from <http://www.fiabv.org/fiabv/archivos/pdf/Poupanca->.
- Fortuna, E. (1999). *Mercado Financeiro: Produtos e Serviços* (13 ed.). Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark.
- Freaza, F. P. (2006). *Análise de Eficiência do Mercado Bancário Brasileiro, Utilizando a Metodologia da Análise Envoltória de Dados. Dissertação de Mestrado Profissionalizante - Programa de Pós-Graduação em Administração*. Rio de Janeiro: Faculdades IBMEC.
- FUNCEF. (2008). *Relatório FUNCEF. Fundação dos Economiários Federais*.
- Gitman, L. J., & Madura, J. (2003). *Administração Financeira: Uma Abordagem Gerencial*. São Paulo: Pearson Addison Wesley.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin: Springer.
- IMF. (2008). *GUIA IMF – Companhias Abertas*. Rio de Janeiro: IMF Editora.
- Lima, I. S., Galardi, N., & Neubauer, I. (2006). *Mercado de Investimentos Financeiros*. São Paulo: Atlas.
- Marcus, A. M. (2002). *Fundamentos da Administração Financeira* (3 ed.). Rio de Janeiro, RJ: McGraw-Hill Irwin.
- Nogueira, H. D., Rabelo, L. M., & Soares de Mello, J. C. (2009). *Proposta de um Modelo de Avaliação da Qualidade de Ativos de Renda Variável para Investidores Institucionais. Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção da UFF*.
- Olinquevitch, J. L., & Al, E. (2004). *Análise de Balanços para Controle Gerencial: Demonstrativos Contábeis Exclusivos do Fluxo de Tesouraria* (4 ed.). São Paulo: Atlas.
- Oliveira, L. C. (2007). *Exemplo Comparativo de Métodos Subjetivos e Objetivos em Multicritério. Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Foz do Iguaçu: ABEPRO.
- PETROS. (2008). *Relatório PETROS. Fundação Petrobras de Seguridade Social*.
- PREVI. (2008). *Relatório PREVI. Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil*.
- Quental, G. A. (2007). *Investigação dos Impactos da Adesão de Empresas Brasileiras aos Segmentos Diferenciados de Governança Corporativa da Bolsa de Valores de São Paulo. Dissertação de Mestrado*. Rio de Janeiro, RJ: Instituto COPPEAD, UFRJ.
- Rogers, P., Souza, A. F., & Ribeiro, S. K. (2005). *Variáveis Influenciadoras da Governança Corporativa no Brasil: Análise Comparativa do IGC e do Ibovespa. Anais do 5o Encontro Brasileiro de Finanças*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Finanças.
- Ross, S. A., & Jordan, B. D. (1997). *Princípios de Administração Financeira*. São Paulo: Atlas.

- Roy, B. (1985). *Méthodologie Multicritère D'aide à la Décision*. Paris: Economica.
- Sant'Anna, A. P. (2002). Data Envelopment Analysis of Randomized Ranks. *Pesquisa Operacional*, Vol. 22 (2), pp. 203-215.
- Sant'Anna, A. P., & Ribeiro, R. A. (2009). Statistical Modeling and Probabilistic Composition in the Prediction of the Customer Lifetime Value. Benchmarking. *An International Journal*, Vol. 16, pp. 335-350.
- Sant'Anna, L. A., & Sant'Anna, A. P. (2008). A Probabilistic Approach to Evaluate the Exploitation of the Geographic Situation of Hydroelectric Plants. *Energy Policy*, Vol. 36 (7), pp. 2320-2329.
- Spronk, J., & Hallerbach, W. (1997). Financial Modelling: Where to go? With an Illustration for Portfolio Management. *European Journal of Operational Research*, Vol. 99 (1), pp. 113-125.
- Strong, R. A. (1993). *Portfólio Construction, Management and Protection*. New York: West Publishers.
- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy Sets. Information and Control* (Vol. Vol. 8).
- Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. New York: McGraw Hill.

Recebido em 23/10/2010 Aprovado em 10/12/2011 Disponibilizado em 12/01/2012 Avaliado pelo sistema <i>double blind review</i>
