

# **Uma metodologia para a pré-seleção de ações utilizando o método multicritério TOPSIS**

**Leandro Santos da Costa**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) - Faculdade de Engenharia  
Rua São Francisco Xavier, 524, 5º andar – Maracanã - RJ, Brasil  
leandrosdcosta@gmail.com

## **RESUMO**

O crescimento do mercado acionário brasileiro nos últimos anos, marcado pelo aumento do volume de negociação de ativos, crescimento do número de empresas de capital aberto e evolução dos sistemas de negociação de ativos, exige dos investidores maior velocidade e acurácia nas tomadas de decisão. Neste cenário, ferramentas capazes de proporcionar, simultaneamente, agilidade na tomada de decisão e uma análise holística das alternativas de investimento podem ser muito úteis. Desta forma, o presente trabalho refere-se a proposição de uma metodologia para pré-seleção de ativos visando a redução de um universo de análise de ações amplo para um subconjunto dentro do qual estudos detalhados poderão ser realizados visando determinar a atratividade do investimento. A pré-seleção é fundada no uso de índices/critérios quantitativos e qualitativos e no método de análise multicritério TOPSIS, responsável por hierarquizar as alternativas. Para ilustrar a metodologia apresentaremos exemplos numéricos extraídos do mercado acionário brasileiro.

**PALAVRAS CHAVE:** pré-seleção; análise multicritério; TOPSIS.

## **ABSTRACT**

The growth of the Brazilian stock market in recent years, marked by the increase in volume of assets negotiations, the growth in the number of publicly traded companies and development of asset trading system demand speed and accuracy in decision making from these investors. In this scenario, tools capable of providing both agility in decision making and a holistic analysis of investment alternatives can be very useful. Thus, this paper refers to a proposal for a methodology for pre-selection of assets in order to reduce a broad universe of stock analysis for a subset within which detailed studies may be carried out to determine the attractiveness of the investment. The pre-selection of assets is founded in quantitative and qualitative indexes and in the multicriteria analysis method called TOPSIS, responsible for prioritizing the alternatives. To illustrate the methodology we present numerical examples taken from the Brazilian stock market.

**KEYWORDS:** preselection; multicriteria analysis; TOPSIS.

## 1. INTRODUÇÃO

Um investidor em ações, seja ele um analista profissional, um gestor de grandes fundos de investimentos ou um investidor comum, dispõe atualmente de um grande número de empresas listadas na bolsa de valores nacional como alternativas de investimento. Uma análise detalhada e profunda de todas estas empresas, principalmente análises de natureza fundamentalista, a fim de se determinar a atratividade da ação, demandariam custos e tempo extremamente elevados, sendo estas características incompatíveis com as exigências e particularidades deste mercado.

Neste contexto, uma etapa de pré-seleção de ativos anterior a realização de análises mais profundas que permita a redução do universo de análise apenas para as melhores ações de uma amostra, segundo o julgamento de critério/índices definidos e facilmente calculáveis, pode apresentar grande utilidade para estes investidores. Uma análise mais detalhada destas ações, de acordo com objetivos, conhecimentos e necessidades de cada investidor, seria realizada apenas com as empresas pré-selecionadas, permitindo maior agilidade para a tomada de decisão.

O presente trabalho possui como objetivo geral a proposição de uma metodologia baseada nos conceitos e ferramental propostos pela análise fundamentalista e pela análise multicritério de decisão para pré-seleção de ações listadas na BM&FBOVESPA. Para isso, serão utilizados índices financeiros, uma medida de risco e um parâmetro qualitativo de governança corporativa para a análise das empresas e o método de análise multicritério TOPSIS será o responsável por hierarquizar as alternativas de investimento, proporcionando o estabelecimento de uma sistemática de análise para apoio à decisão quanto às ações a serem previamente escolhidas para uma futura decisão de investimento e construção de carteiras eficientes.

## 2. ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Com origem na Pesquisa Operacional são desenvolvidos métodos cujo objetivo consiste em apoiar os decisores na avaliação e escolha em ambientes multicritérios, ou seja, ambientes que envolvam problemas complexos, cuja solução passa pela análise de diversos critérios e variáveis distintas.

Este tipo de decisão, chamada de decisão complexa, pode ser caracterizada, entre outros aspectos, pela (1) variedade de critérios utilizados para sua solução, (2) dificuldade de mensuração de determinados critérios, principalmente, critérios de natureza qualitativa e (3) dificuldade de definição dos critérios ou das alternativas disponíveis (GOMES e GOMES, 2012).

A Análise Multicritério de Decisão (AMD) consiste no elemento central da análise de decisões, tendo como principal característica a análise das alternativas sob vários pontos de vista ou critérios (GOMES e GOMES, 2012). Assim, dentre as diversas metodologias existentes na área de Pesquisa Operacional a AMD foi definida como a balizadora deste estudo.

Considerando o universo de métodos existentes dentro da AMD, foi escolhido o método TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) como ferramenta básica para a pré-seleção dos ativos.

### 2.1. Método TOPSIS

O método TOPSIS, desenvolvido por Hwang e Yoon (1981) apud Pomerol e Barba-Romero (1993), Castro (2007), Heller (2007), Gomes e Gomes (2012) busca avaliar a distância em relação a um ideal e a uma inversa, denominada anti-ideal, por meio de uma 'taxa de similitude'. São identificadas as alternativas que estão mais próximas da solução

ideal, em inglês *positive ideal solution* (PIS), e mais distantes da solução anti-ideal, em inglês *negative ideal solution* (NIS), mediante uma medida de proximidade.

A aplicação do método TOPSIS pode ser descrita como uma série de sucessivas etapas, podendo ser utilizado como ferramenta básica para seu desenvolvimento uma planilha eletrônica:

**1º etapa – Construção da matriz de decisão:** A partir da montagem inicial de uma matriz de decisão  $m \times n$ , onde “m” são as alternativas (neste caso, as ações) e “n” os critérios de avaliação, é possível iniciar a aplicação das etapas sugeridas pela metodologia TOPSIS.

**2º etapa – Cálculo da matriz normalizada:** Segundo Miranda (2008), a normalização da matriz de decisão pode ser feita através de vários modos, tendo sido utilizado no desenvolvimento deste trabalho a normalização por vetor, realizada por meio da equação:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Em que

$i = 1 \dots, m; j = 1 \dots, n;$

m é o número de fonte de dados;

$x_{ij}$  representa o escore do j-ésimo critério para a i-ésima fonte de dados.

**3º etapa – Cálculo da matriz com os respectivos pesos:** nesta etapa a matriz normalizada é multiplicada pelos pesos dos critérios. Estes pesos normalmente são definidos de acordo com as percepções de valor do decisor ou de um grupo de decisores.

$$v_{ij} = w_{ij} y_{ij} \quad (2)$$

Onde:

$w_{ij}$  é o peso definido para cada atributo ou critério

**4º etapa – Identificação da PIS e da NIS:** consiste na determinação dos melhores níveis (situação ideal) para cada um dos critérios analisados, sendo representados pela letra S+. O mesmo procedimento é realizado para determinar os piores níveis (solução anti-ideal), representados por S-. Utilizam-se as seguintes equações:

$$S^+ = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J')\} \quad (3)$$

$$S^- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in J')\} \quad (4)$$

Onde:

J é o conjunto de critérios de benefícios

J' é o conjunto de critérios de custos

**5º etapa – Cálculo das distâncias entre a situação ideal positiva e cada alternativa (D+) e situação ideal negativa e cada alternativa (D-):** calculo da medida de separação, para cada alternativa, em relação às soluções ideal e anti-ideal. As distâncias euclidianas entre cada alternativa e a respectiva solução ideal positiva (D+) e solução anti-ideal (D-) podem ser calculadas da seguinte forma:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - S_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - S_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

**6º etapa – Cálculo da similaridade para a posição ideal positiva:** finalmente, chega-se ao resultado da aproximação à situação ideal ( $A_i$ ) e a definição da hierarquização das alternativas, com o emprego da equação:

$$A_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (7)$$

A solução ideal é determinada por aquela alternativa que mais se aproximar ou for igual a  $A_i = 1$ . Em contrapartida, a alternativa que mais se aproximar ou for igual a  $A_i = 0$  será a solução anti-ideal.

Graças a este valor de aproximação relativa  $A_i$ , capaz de estabelecer uma métrica de proximidade que seja uma função de ambas as medidas de separação, o produto final desta análise é um *ranking* onde as alternativas avaliadas são priorizadas.

### 3. EXEMPLO NUMÉRICO

Com o objetivo de aplicar o método TOPSIS em uma situação real de pré-seleção de ativos serão coletados dados referentes às ações que compõem o principal índice da bolsa de valores nacional, o Índice Bovespa (IBOVESPA). Estes dados serão utilizados como dados de entrada para o desenvolvimento de todas as etapas de aplicação da metodologia TOPSIS. Assim, esta pesquisa irá utilizar como amostra de análise todas as empresas que faziam parte da carteira teórica do IBOVESPA no dia 01/05/2012.

A escolha do IBOVESPA dentre os diversos índices de ações disponibilizados pela BM&FBOVESPA, cujas carteiras teóricas poderiam ser consideradas como alternativas a escolha realizada, se deu pela sua importância e representatividade no mercado financeiro, sendo este o principal *benchmark* do setor.

O grupo de critérios de avaliação das alternativas foi selecionado com base em uma perspectiva de diversificação da análise, na relevância para a avaliação de aspectos críticos de funcionamento saudável das empresas e nos interesses do investidor. No total, foram selecionados seis critérios, cada um deles contemplando diferentes aspectos das empresas.

Para se chegar a estes critérios partimos inicialmente do universo de índices financeiros propostos por Gitman (1997), Assaf Neto (2011), Ching et al (2008) e Damodaran (1997, 2007, 2008) até chegarmos a definição dos seis critérios utilizados para a avaliação das empresas da amostra:

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| ✓ Índices de Liquidez Geral | ✓ Dividend Yield         |
| ✓ Retorno sobre Ativo (ROA) | ✓ Volatilidade           |
| ✓ Índice 1/Preço/Lucro      | ✓ Governança Corporativa |

Além dos índices financeiros, os critérios *Volatilidade* e *Governança Corporativa* foram escolhidos para integrar a análise. Estas escolhas justificam-se (1) pela necessidade na análise de investimentos de que qualquer decisão financeira seja interpretada em termos de expectativa de risco e de retorno e (2) pela importância conferida no mercado acionário aos direitos societários dos acionistas minoritários e à transparência administrativa das empresas alvo de investimento.

Por se tratar de um critério qualitativo, para a *Governança Corporativa* serão determinadas notas para cada um dos segmentos existentes, de tal forma que notas maiores serão atribuídas aos segmentos que apresentarem maiores níveis de transparência ao mercado, de acordo com a seguinte distribuição:

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| ▪ Tradicional = 1 | ▪ Nível 2 = 3      |
| ▪ Nível 1 = 2     | ▪ Novo Mercado = 4 |

Para os demais critérios selecionados, os valores assumidos e utilizados como dados de entrada para a aplicação metodologia TOPSIS serão seus valores absolutos, disponibilizados pelas empresas ao mercado e obtidos através da coleta de dados.

A metodologia utilizada para a atribuição de pesos foi a Atribuição Direta de Peso ou Pontuação Direta (Direct Rating), onde pesos maiores ou menores são atribuídos pelos decisores de acordo com a importância de cada critério, e, posteriormente, são normalizados (GOMES e GOMES, 2012). Para o objetivo deste trabalho, entende-se que todos os critérios selecionados possuem igual importância para a análise e pré-seleção de ativos, tendo sido, portanto, definido pesos iguais para os mesmos.

Por fim, o desenvolvimento da metodologia TOPSIS será construído a partir dos dados coletados da base de dados Econômica – para os índices financeiros – e do site da

BM&FBOVESPA – para a *Volatilidade e Governança Corporativa*. Importante destacar que, durante a etapa da coleta de dados, foram retiradas da amostra as ações do setor bancário - BBDC4, BBAS3, ITUB4, SANB11 – uma vez que nenhum índice de liquidez foi encontrado para estas empresas na base de dados escolhida.

### 3.1. Aplicação do Método TOPSIS

A partir da aplicação de todas as etapas sugeridas pelo método, utilizando como ferramenta básica para o desenvolvimento da metodologia o software Microsoft Excel, a hierarquização ou o *ranking* das ações é alcançado organizando-as de maneira decrescente em termos do coeficiente  $A_i$ , conforme mostra a Tabela 1.

Este *ranking*, portanto, constitui-se no principal produto desta metodologia, oferecendo ao decisor uma oportunidade de pré-seleção daqueles ativos melhores colocados para uma futura análise mais completa dos fundamentos da empresa.

Tabela 1 - Ranking Final

Ação	Empresa	$A_i$	Posição
ELPL4	ELETROPAULO	0,672	1
CIEL3	CIELO	0,560	2
CRUZ3	SOUZA CRUZ	0,547	3
BRAP4	BRADESPAR	0,503	4
TRPL4	TRAN PAULIST	0,498	5
VALE5	VALE	0,486	6
HGTX3	CIA HERING	0,483	7
VALE3	VALE	0,477	8
NATU3	NATURA	0,457	9
CSAN3	COSAN	0,446	10
CSNA3	SID NACIONAL	0,419	11
VIVT4	TELEF BRASIL	0,400	12
CMIG4	CEMIG	0,394	13
AMBV4	AMBEV	0,385	14
RSID3	ROSSI RESID	0,368	15
MRVE3	MRV	0,366	16
BISA3	BROOKFIELD	0,359	17
LREN3	LOJAS RENNER	0,356	18
LIGT3	LIGHT S/A	0,352	19
ELET3	ELETROBRAS	0,341	20
CPLE6	COPEL	0,341	21
RDCD3	REDECARD	0,336	22
ELET6	ELETROBRAS	0,329	23
PDGR3	PDG REALT	0,319	24
OIBR4	OI	0,315	25
BVMF3	BMFBOVESPA	0,312	26
CPFE3	CPFL ENERGIA	0,308	27
PETR4	PETROBRAS	0,306	28
OIBR3	OI	0,306	29
DTEX3	DURATEX	0,301	30
UGPA3	ULTRAPAR	0,300	31
CYRE3	CYRELA REALT	0,297	32
PETR3	PETROBRAS	0,295	33
CCRO3	CCR SA	0,295	34
TIMP3	TIM PART S/A	0,288	35
ITSA4	ITAUSA	0,285	36
RENT3	LOCALIZA	0,274	37
BRFS3	BRF FOODS	0,270	38
SBSP3	SABESP	0,270	39
GGBR4	GERDAU	0,256	40
GOAU4	GERDAU MET	0,252	41
EMBR3	EMBRAER	0,232	42
DASA3	DASA	0,231	43
BRML3	BR MALLS PAR	0,231	44
GFS3	GAFISA	0,230	45
BRKM5	BRASKEM	0,220	46
KLBN4	KLABIN S/A	0,216	47
LAME4	LOJAS AMERIC	0,210	48
ALLL3	ALL AMER LAT	0,209	49
PCAR4	P.ACUCAR-CBD	0,208	50
FIBR3	FIBRIA	0,207	51
HYPE3	HYPERMARCAS	0,193	52
USIM5	USIMINAS	0,192	53
JBSS3	JBS	0,188	54
OGXP3	OGX PETROLEO	0,187	55
BTOW3	B2W VAREJO	0,186	56
CESP6	CESP	0,181	57
USIM3	USIMINAS	0,179	58
MMXM3	MMX MINER	0,171	59
LLXL3	LLX LOG	0,171	60
TAMM4	TAM	0,170	61
MRFG3	MARFRIG	0,165	62
VAGR3	V-AGRO	0,146	63
GOLL4	GOL	0,112	64

### 3.2. Análise dos Resultados

Com o objetivo de avaliar a consistência do método optou-se por uma segmentação arbitrária da amostra inicial de ações em três grupos distintos visando comparação de suas rentabilidades obtidas na BM&FBOVESPA.

Importante ressaltar que esta segmentação não se aproxima em nenhum aspecto da montagem de uma carteira de ações. O objetivo desta segmentação consiste meramente em ilustrar o resultado obtido pelo método na realidade do mercado financeiro nacional.

O ano utilizado como base de comparação das rentabilidades foi o de 2012, uma vez que os dados dos critérios coletados possui como referência o exercício de 2011. Portanto, imagina-se que um gestor interessado na montagem de uma carteira eficiente para o começo do ano de 2012 utilizaria como base para suas projeções os dados do último exercício.

Partindo-se do pressuposto de que as ações com as melhores colocações no *ranking* final são as melhores ações (mais próximas da solução ideal e, simultaneamente, mais distantes da solução anti-ideal), em função dos critérios estabelecidos, é razoável esperarmos que estas ações obtenham um desempenho em termos de rentabilidade melhor que as demais e um desempenho ainda melhor que aquelas com as piores colocações.

Sendo assim, o *ranking* final das ações foi segmentado em três grupos com o objetivo de compararmos suas rentabilidades ao longo do ano de 2012:

- Grupo 1: formado pela escolha arbitrária das 10 primeiras ações no *ranking* final;
- Grupo 2: formado por todas as ações da amostra exceto as 10 melhores colocadas no *ranking* final;
- Grupo 3: formado pela escolha arbitrária das 10 últimas ações no *ranking* final.

Visando conferir maior consistência a análise o método foi replicado para períodos passados, tendo sido aplicada a mesma metodologia de pré-seleção, para a mesma amostra de ações, para os anos de 2010 e 2009. Desta forma, foram coletados os dados referentes aos mesmos critérios para a mesma amostra para o ano de 2010 e acompanhada a rentabilidade das ações no ano de 2011. O mesmo foi feito para o ano de 2009 (coleta dos dados) e acompanhamento das rentabilidades das ações em 2010.

Importante destacar que para a análise de rentabilidade considerou-se pesos iguais para cada uma das ações dentro de cada um dos grupos.

A Figura 1 apresenta o gráfico com as rentabilidades consolidadas dos grupos para cada um dos períodos observados.

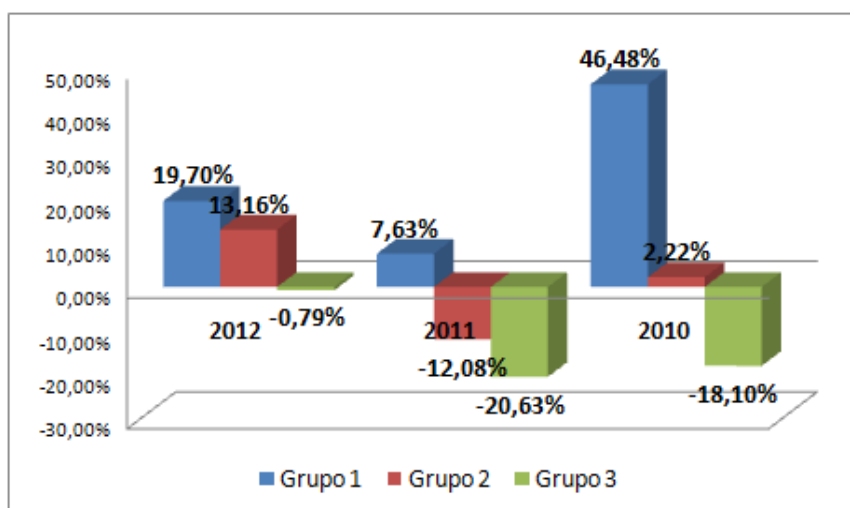


Figura 1 - Rentabilidades dos grupos por período

Conforme podemos observar, a rentabilidade das ações do grupo 1 foi significativamente superior às dos grupos 2 e do grupo 3 para todos os períodos analisados, em especial para o ano de 2010.

Assim, a análise comparativa entre os grupos possui relevância ao indicar que, de fato, o grupo 1 possuiu, nos períodos selecionados, rendimentos relativamente superiores ao

grupo 2 e substancialmente superiores ao grupo 3, o que indica que as ações com as melhores colocações apresentam, de maneira geral, desempenho superiores as demais ações da amostra. No entanto, a amostra com apenas três períodos de observação – limitado pela captura dos dados – impossibilita a generalização destes resultados.

Sendo assim, este exemplo ilustrativo atinge seu objetivo ao sugerir que a metodologia proposta é eficiente ao fornecer parâmetros para pré-selecionar as melhores ações de uma amostra inicial. Entretanto, isto não exclui, em absoluto, a necessidade de uma análise substancialmente mais profunda das ações mais bem colocadas para que se encontrem aquelas com real potencial de valorização.

### 3.3. Análise de Sensibilidade

Finalizada a aplicação do método TOPSIS para a amostra e obtido o *ranking* final, alguns parâmetros da análise serão alterados para que se possa analisar o comportamento das ações em um cenário distinto do inicial.

As alterações realizadas nos parâmetros avaliadores foram os seguintes:

- Alteração dos pesos dos critérios;
- Alteração das notas atribuídas aos segmentos do critério *Governança Corporativa*.

#### 3.3.1. Alteração dos pesos dos critérios

A variação nos pesos dos critérios nesta etapa teve como objetivo conferir pesos maiores aos critérios *Índice 1/P/L* e *Governança Corporativa*. Os pesos de cada um dos critérios neste cenário com variações são os seguintes:

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| ▪ <i>Índice 1/P/L</i> = 25%        | ▪ <i>Dividend Yield</i> = 12,5%    |
| ▪ <i>Índice Liq. Geral</i> = 12,5% | ▪ <i>Volatilidade</i> = 12,5%      |
| ▪ <i>ROA</i> = 12,5%               | ▪ <i>Governan. Corporat.</i> = 25% |

Replicadas todas as etapas do método TOPSIS com os novos pesos, o novo *ranking* final produzido está representado pela Tabela 2, onde a coluna “n” indica o número de posições ganhas ou perdidas em relação ao cenário inicial exposto. A Figura 2 (ao final do trabalho) apresenta um gráfico consolidado destas posições ganhas ou perdidas por cada uma das ações. Exemplificando a leitura do gráfico, o ativo AMBV4 perdeu dezesseis posições no *ranking* com os pesos alterados em relação ao ranking inicial com pesos iguais; o ativo SBSP3 ganhou doze posições em relação ao cenário inicial.



Tabela 2 - Ranking Final (Cenário com variações)

Ação	Empresa	Ai	Posição	n	Ação	Empresa	Ai	Posição	n
ELPL4	ELETROPAULO	0,72	1	0	BVMF3	BMFBOVESPA	0,32	33	-7
CSAN3	COSAN	0,57	2	8	ITSA4	ITAUSA	0,31	34	2
BRAP4	BRADESPAR	0,55	3	1	UGPA3	ULTRAPAR	0,31	35	-4
VALE5	VALE	0,54	4	2	TIMP3	TIM PART S/A	0,31	36	-1
VALE3	VALE	0,53	5	3	CCRO3	CCR SA	0,30	37	-3
CIEL3	CIELO	0,50	6	-4	RENT3	LOCALIZA	0,30	38	-1
CSNA3	SID NACIONAL	0,47	7	4	GOAU4	GERDAU MET	0,30	39	2
TRPL4	TRAN PAULIST	0,46	8	-3	BRFS3	BRF FOODS	0,28	40	-2
CRUZ3	SOUZA CRUZ	0,46	9	-6	GGBR4	GERDAU	0,28	41	-1
RSID3	ROSSI RESID	0,45	10	5	BRML3	BR MALLS PAR	0,27	42	2
HGTX3	CIA HERING	0,44	11	-4	DASA3	DASA	0,25	43	0
BISA3	BROOKFIELD	0,44	12	5	EMBR3	EMBRAER	0,25	44	-2
MRVE3	MRV	0,44	13	3	ALLL3	ALL AMER LAT	0,25	45	4
NATU3	NATURA	0,41	14	-5	GFSA3	GAFISA	0,24	46	-1
ELET3	ELETRORAS	0,41	15	5	FIBR3	FIBRIA	0,23	47	4
CMIG4	CEMIG	0,39	16	-3	HYPE3	HYPERMARCAS	0,22	48	4
OIBR4	OI	0,39	17	8	JBSS3	JBS	0,22	49	5
VIVT4	TELEF BRASIL	0,37	18	-6	OGXP3	OGX PETROLEO	0,22	50	5
OIBR3	OI	0,37	19	10	BTOW3	B2W VAREJO	0,21	51	5
PDGR3	PDG REALT	0,37	20	4	MMXM3	MMX MINER	0,21	52	7
CPL6	COPEL	0,36	21	0	LLXL3	LLX LOG	0,21	53	7
RDCD3	REDECARD	0,35	22	0	MRFG3	MARFRIG	0,20	54	8
LREN3	LOJAS RENNER	0,35	23	-5	PCAR4	P.ACUCAR-CBD	0,20	55	-5
ELET6	ELETRORAS	0,35	24	-1	VAGR3	V-AGRO	0,19	56	7
LIGT3	LIGHT S/A	0,34	25	-6	KLBN4	KLABIN S/A	0,19	57	-10
PETR4	PETROBRAS	0,34	26	2	BRKM5	BRASKEM	0,18	58	-12
SBSP3	SABESP	0,33	27	12	LAME4	LOJAS AMERIC	0,18	59	-11
CYRE3	CYRELA REALT	0,33	28	4	TAMM4	TAM S/A	0,18	60	1
DTEX3	DURATEX	0,33	29	1	USIM5	USIMINAS	0,17	61	-8
AMBV4	AMBEV	0,33	30	-16	USIM3	USIMINAS	0,16	62	-4
PETR3	PETROBRAS	0,32	31	2	CESP6	CESP	0,16	63	-6
CPFE3	CPFL ENERGIA	0,32	32	-5	GOLL4	GOL	0,14	64	0

Coforme demonstram a Tabela 2 e a Figura 2, esta mudança nos pesos provocou alterações significativas no posicionamento das ações no *ranking* final, demonstrando que, ativos cujos papéis encontram-se negociados a preços menores em relações a seus lucros e possuem uma administração mais transparente ao mercado passaram a exercer maior destaque em relação ao cenário inicial, superando ativos que possuíam ligeira vantagem em relação aos demais critérios. Em outras palavras, é possível constatar que o resultado encontrado inicialmente apresenta uma estabilidade fraca em relação a variações nos pesos dos critérios *Índice I/Preço/Lucro* e *Governança Corporativa*.

### 3.3.2. Alteração das notas atribuídas aos segmentos do critério governança corporativa

Tendo sido o critério *Governança Corporativa* o único de caráter qualitativo, cujas notas atribuídas a cada um dos segmentos possuem um caráter subjetivo - estando diretamente relacionada às percepções de valor do autor - pretendeu-se realizar nesta etapa variações neste parâmetro de forma a acompanhar seu impacto no resultado final.

Sendo assim, para a análise de sensibilidade do critério *Governança Corporativa* foi atribuído uma nota maior ao segmento Novo Mercado de tal forma que a nova distribuição fosse a seguinte:

- *Tradicional* = 1
- *Nível 1* = 2
- *Nível 2* = 3
- *Novo Mercado* = 6



A alteração realizada nesta nova distribuição de notas consiste em atribuir um peso maior ao segmento Novo Mercado (passando da nota 4 no cenário inicial para a nota 6) a fim de privilegiar ainda mais as empresas com maior transparência administrativa.

Importante destacar que para esta análise os pesos utilizados para os critérios foram os mesmos definidos no cenário inicial (pesos iguais para todos os critérios).

Replicadas todas as etapas do método TOPSIS e alterando-se apenas as notas para o segmento Novo Mercado, o novo *ranking* final produzido está representado pela Tabela 3.

**Tabela 3 - Ranking Final com alteração das notas do segmento Novo Mercado**

Papel	Empresa	Ai	Posição	n	Papel	Empresa	Ai	Posição	n
ELPL4	ELETROPAULO	0,67	1	0	CCRO3	CCR SA	0,30	33	1
CIEL3	CIELO	0,56	2	0	TIMP3	TIM PART S/A	0,29	34	1
CRUZ3	SOUZA CRUZ	0,55	3	0	PETR3	PETROBRAS	0,29	35	-2
BRAP4	BRADESPAR	0,50	4	0	ITSA4	ITAUSA	0,28	36	0
TRPL4	TRAN PAULIST	0,50	5	0	RENT3	LOCALIZA	0,28	37	0
HGTX3	CIA HERING	0,49	6	1	BRFS3	BRF FOODS	0,28	38	0
VALE5	VALE	0,48	7	-1	SBSP3	SABESP	0,28	39	0
VALE3	VALE	0,47	8	0	GGBR4	GERDAU	0,25	40	0
NATU3	NATURA	0,46	9	0	GOAU4	GERDAU MET	0,25	41	0
CSAN3	COSAN	0,45	10	0	EMBR3	EMBRAER	0,24	42	0
CSNA3	SID NACIONAL	0,42	11	0	DASA3	DASA	0,24	43	0
VIVT4	TELEF BRASIL	0,40	12	0	BRML3	BR MALLS PAR	0,24	44	0
CMIG4	CEMIG	0,39	13	0	GFS3	GAFISA	0,24	45	0
AMBV4	AMBEV	0,38	14	0	ALLL3	ALL AMER LAT	0,22	46	3
RSID3	ROSSI RESID	0,37	15	0	BRKM5	BRASKEM	0,22	47	-1
MRVE3	MRV	0,37	16	0	FIBR3	FIBRIA	0,22	48	3
BISA3	BROOKFIELD	0,36	17	0	KLBN4	KLABIN S/A	0,21	49	-2
LREN3	LOJAS RENNER	0,36	18	0	LAME4	LOJAS AMERIC	0,21	50	-2
LIGT3	LIGHT S/A	0,36	19	0	PCAR4	P.ACUCAR-CBD	0,21	51	-1
RDCD3	REDECARD	0,34	20	2	HYPE3	HYPERMARCAS	0,20	52	0
CPLE6	COPEL	0,34	21	0	JBSS3	JBS	0,20	53	1
ELET3	ELETROBRAS	0,34	22	-2	OGXP3	OGX PETROLEO	0,20	54	1
ELET6	ELETROBRAS	0,33	23	0	BTOW3	B2W VAREJO	0,20	55	1
PDGR3	PDG REALT	0,32	24	0	USIM5	USIMINAS	0,19	56	-3
BVMF3	BMFBOVESPA	0,32	25	1	MMXM3	MMX MINER	0,18	57	2
OIBR4	OI	0,32	26	-1	LLXL3	LLX LOG	0,18	58	2
CPFE3	CPFL ENERGIA	0,31	27	0	CESP6	CESP	0,18	59	-2
DTEX3	DURATEX	0,31	28	2	MRFG3	MARFRIG	0,18	60	2
UGPA3	ULTRAPAR	0,31	29	2	USIM3	USIMINAS	0,18	61	-3
OIBR3	OI	0,31	30	-1	TAMM4	TAM S/A	0,16	62	-1
PETR4	PETROBRAS	0,31	31	-3	VAGR3	V-AGRO	0,16	63	0
CYRE3	CYRELA REALT	0,30	32	0	GOLL4	GOL	0,10	64	0

A Figura 3 (ao final do trabalho) apresenta o gráfico das posições ganhas ou perdidas por cada uma das ações no cenário com alteração das notas do critério *Governança Corporativa* em relação ao cenário inicial proposto.

A partir da análise da Tabela 3 e da Figura 3 é possível perceber que as variações nas posições das ações no *ranking* final após a alteração da nota do segmento Novo Mercado é pequena e significativamente inferior ao da Figura 2. Sendo assim, a variação na atribuição das notas não é capaz de provocar grandes alterações no *ranking* final das ações. Em outras palavras, é possível dizer que o resultado encontrado apresenta uma estabilidade forte em relação à variação nas notas do critério *Governança Corporativa*.

## CONCLUSÃO

Com base na metodologia multicritério TOPSIS, o objetivo central deste trabalho foi alcançado com a construção de uma metodologia para pré-seleção de ativos.

Visando verificar a consistência do método foi realizada uma análise de rentabilidade das ações hierarquizadas, para diferentes períodos, a partir da segmentação da amostra em três grupos distintos. Conforme analisado, o *grupo 1*, com as dez ações melhores colocadas no *ranking* final, obteve rendimentos significativamente superiores às ações do *grupo 2*, formado por todas as ações da amostra exceto as dez melhores colocadas e do que o *grupo 3*, formado pelas dez ações com as piores colocações, para todos os períodos analisados. Assim, apesar do tamanho da amostra observada limitar afirmações generalistas e conclusivas, os resultados encontrados sugerem que a metodologia proposta oferece subsídios suficientes para a pré-seleção de ações.

É importante ressaltar, no entanto, que outros critérios de análise poderiam ter sido utilizados para resolver o problema de pré-seleção de ativos. Os critérios selecionados para análises desta natureza devem estar em linha com os objetivos do decisor e com a necessidade de avaliação de determinadas características especificadas das empresas de uma amostra. Neste trabalho, estes critérios foram escolhidos com o objetivo de fornecer uma leitura holística dos aspectos considerados críticos e relevantes para o mercado na avaliação de uma empresa.

Na análise de sensibilidade foram realizadas alterações nos pesos dos critérios *Índice 1/preço/lucro* e *Governança Corporativa*, que passaram a ter maior importância na análise que os demais. Como resultado, constatou-se que os resultados encontrados apresentam uma estabilidade fraca em relação a alteração no peso desses critérios, dada a grande variação nas posições das ações em comparação com o cenário inicial.

Outra alteração realizada durante a análise de sensibilidade concentrou-se no critério *Governança Corporativa*, uma vez que este foi o único critério cuja quantificação do parâmetro de avaliação foi realizada de maneira subjetiva. Nesta análise, uma nota maior foi atribuída ao segmento Novo Mercado de forma a privilegiar as empresas de maior transparência ao mercado. Como resultado, o *ranking* final encontrado é semelhante ao *ranking* gerado no cenário inicial, demonstrando que os resultados encontrados apresentam forte estabilidade em relação a variações nas notas do critério *Governança Corporativa*.

Tendo em vista as limitações encontradas durante o desenvolvimento do presente trabalho, uma expansão do mesmo surge na possibilidade de segmentação de uma amostra inicial em setores conduzindo a um estudo dos parâmetros críticos a serem avaliados especificamente para cada um destes grupos, estabelecendo índices distintos em função do setor no qual estaria inserida a empresa.

A ampliação do período de aplicação da metodologia consiste em outra possibilidade para futuros trabalhos a fim de conferir à mesma uma sustentação histórica de resultados.

Outro ponto relevante para futuros trabalhos na análise de pré-seleção de ativos consiste na utilização de outros métodos multicritérios de apoio à decisão baseados na hierarquização das alternativas como, por exemplo, o método AHP e TODIM.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSAF, Alexandre. *Mercado Financeiro*. 10<sup>o</sup> ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.
- [2] CASTRO, Leonardo Mitre Alvim de. *Proposição de metodologia para avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água*. 2007. 321 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- [3] CHING, Hong Yuh; MARQUES, Fernando; PRADO, Lucilena. *Contabilidade e finanças para não especialistas*. 2<sup>o</sup> edição. Editora Pearson, São Paulo, 2008.
- [4] DAMODARAN, Aswath. *Avaliação de Investimentos: Ferramentas e Técnicas para a Determinação do Valor de Qualquer Ativo*. 1<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1997.
- [5] \_\_\_\_\_. *Filosofias de Investimento: Estratégias bem-sucedidas e os investidores que as fizeram funcionar*. 1<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2007.
- [6] \_\_\_\_\_. *Mitos de investimentos*. 1<sup>o</sup> ed. São Paulo: Editora Pearson, 2008.
- [7] GITMAN, Lawrence J. *Princípios de Administração Financeira*. 12<sup>o</sup> ed. São Paulo: Editora Harbra, 1997.
- [8] GOMES, Luiz Flavio A. M.; GOMES, Carlos Francisco S. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. 4<sup>o</sup> ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- [9] HELLER, Pedro Gasparini Barbosa. *Avaliação dos serviços de saneamento de quatro municípios da bacia hidrográfica do Rio das Velhas – MG: Uma abordagem da dimensão tecnológica*. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- [10] HWANG, C.; YOON, K. *Multiple attribute decision making: methods and applications survey*. New York: Editora Springer, 1981.
- [11] MIRANDA, Luiz Miguel. *Contribuição a uma modelo de análise multicritério para apoio à decisão da escolha do corredor de transporte para escoamento da produção de grãos agrícolas de Mato Grosso*. 2008. 272 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- [12] POMEROL, Jean-Charles; BARBA-ROMERO, Sergio. *Multicriterion Decision in Management: Principles and Patrice*. 1<sup>o</sup> ed. Massachusetts: Editora Kluwer, 1993.

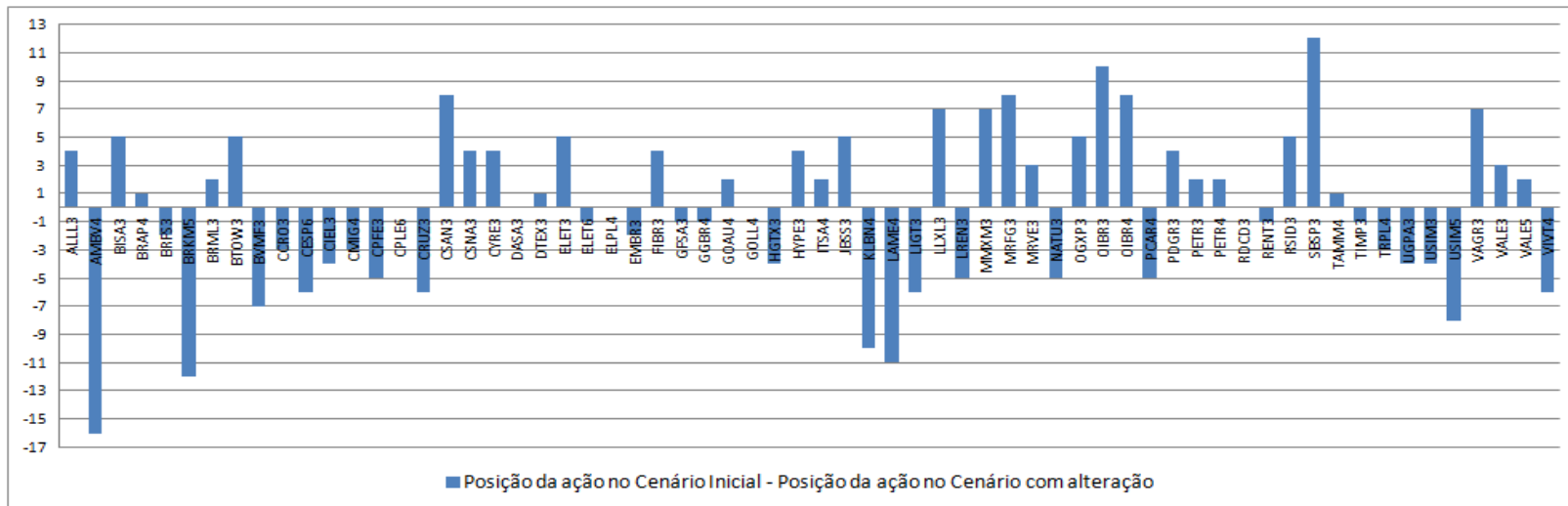


Figura 2 - Gráfico comparativo: Cenário inicial - Cenário com alteração dos pesos

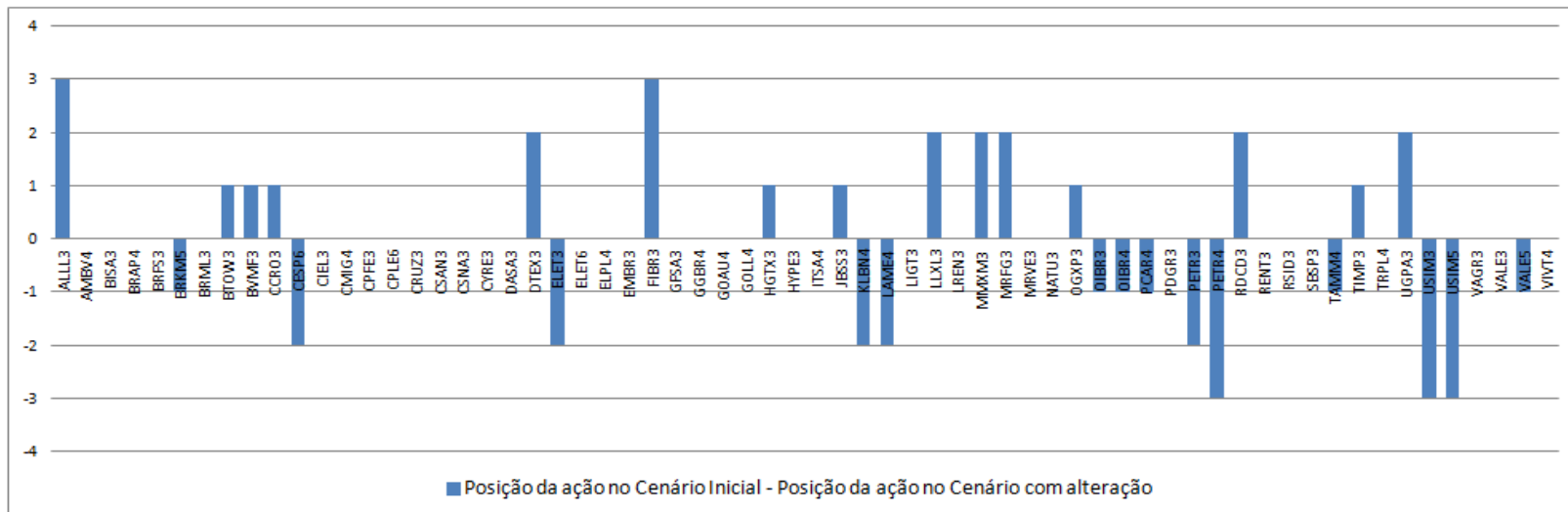


Figura 3 - Gráfico comparativo: Cenário inicial - Cenário com alteração das notas do segmento Novo Mercado