



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



BRUNO PICOLI ROMANO

APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE I, II E V PARA PRIORIZAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS

Limeira

2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



BRUNO PICOLI ROMANO

APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE I, II E V PARA PRIORIZAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção à Faculdade de
Ciências Aplicadas da Universidade
Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Anibal Tavares de Azevedo

Limeira

2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Sueli Ferreira Júlio de Oliveira - CRB 8/2380

R662a Romano, Bruno Picoli, 1990-
Rom Aplicação do método PROMETHEE I, II e V para priorização de ativos financeiros / Bruno Picoli Romano. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.
Rom Orientador: Anibal Tavares de Azevedo.
Rom Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.
Rom 1. Análise multicritério. 2. Processo decisório por critério múltiplo . 3. Ações (Finanças) - Análise. 4. Bolsa de Valores de São Paulo. I. Azevedo, Anibal Tavares de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Application of PROMETHEE I, II e V method for prioritization of financial assets.

Palavras-chave em inglês:

Multicriteria analysis

Decision-making by multiple criteria

Shares (Finance) – Analysis

Bovespa

Titulação: Bacharel em Engenharia de Produção

Banca examinadora:

Anibal Tavares de Azevedo [Orientador]

Washington Alves de Oliveira

Data de entrega do trabalho definitivo: 26-06-2015

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que lutaram para que eu chegasse nesta grande etapa e sempre me deram apoio e incentivo para cursar uma universidade pública de qualidade.

Ao Prof. Dr. Anibal Tavares de Azevedo pelo tempo dedicado, conhecimento e apoio necessário para realizar este projeto.

À Unicamp e meus professores, por procorcinarem todo conhecimento e experiência que adquiri durante a graduação.

*"A mais linda experiência que podemos ter é o misterioso.
É a emoção fundamental, berço da verdadeira arte e da verdadeira ciência"*
(A. Einstein)

ROMANO, Bruno Picoli. Aplicação do método PROMETHEE I, II e V para priorização de ativos financeiros. 2015. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2015.

RESUMO

Este trabalho tem por finalidade selecionar, através do apoio de uma metodologia de análise multicritério, um conjunto de ativos financeiros a partir de uma amostra de ações de empresas de capital aberto negociadas na BM&F Bovespa (a bolsa de valores de São Paulo). O método de priorização utilizado é o PROMETHEE I, II e V e, para sua aplicação, realizamos uma pré-seleção de ações retiradas da base de dados financeira *CapitalIQ*, eliminando aquelas que não possuíam todos os dados financeiros requeridos. Também selecionamos um conjunto de critérios que são utilizados como entrada para o método. Esses critérios buscam qualificar a empresa de forma abrangente e sob diversas óticas, como índices de rentabilidade, endividamento e de mercado. Para a análise, o problema foi dividido em duas situações, cada uma priorizando diferentes critérios. Cada situação possui dois cenários que correspondem ao recorte temporal utilizado (2012-2011 e 2010-2009). Essa divisão permitiu analisar diversas saídas do método, através do recorte temporal e do peso dos indicadores. Os resultados indicam que um conjunto de ações escolhido esteve presente em todos os cenários, mas houve diferença na quantidade de ativos em cada cenário. Por fim, foi selecionado um cenário com maior fluxo líquido total gerado pelo PROMETHEE V através de restrições do número mínimo de ações e uma ação por setor.

Palavras-chave: Análise multicritério; PROMETHEE; priorização de ações

ROMANO, Bruno Picoli. Application of PROMETHEE I, II and V method for prioritization of financial assets. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2015.

ABSTRACT

This study aims to select, through the support of a multi-criteria analysis methodology, a set of financial assets from a sample of publicly traded companies listed on the BM&F Bovespa (São Paulo Stock Exchange). The prioritization method used is the PROMETHEE I, II and V and, for your application, there was a pre-selection of shares gathered of financial database CapitalIQ, eliminating those who lacked all required financial data. A set of criteria was also designed to be used as input to the method. These criteria seek to analyze the company comprehensively and in various optics such as profitability, debt and market ratios. For the analysis, the problem was broken into two situations, each giving priority to different criteria. Every situation has two scenarios that match the used time frame (2012-2011 and 2010-2009). This division allowed us to analyze various outputs of the method, through time and weight of the indicators. The results indicate that a set of stocks was present in all scenarios, but there was difference in the amount of assets in each scenario. Finally, it was selected the scenario with the higher total net flow generated by PROMETHEE V through restrictions on the minimum number of shares and only one share by sector.

Key words: multicriteria analysis; PROMETHEE; prioritization of stocks

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Interface de entrada do software para a situação 1.	27
Figura 2: Ranqueamento completo do cenário 1.....	28
Figura 3: Ranqueamento do cenário 2.....	29
Figura 4: Comparação do ranqueamento entre os dois cenários da situação 1	30
Figura 5: Ranqueamento do cenário 1.....	31
Figura 6: Ranqueamento do cenário 2.....	32
Figura 7: Comparação do ranqueamento entre os dois cenários da situação 2	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de Phi para todos os cenários estudados.	33
Tabela 2: Resultado do PROMETHEE V para todos os cenários e valores do fluxo total líquido.	35

LISTA DE QUADROS

Gráfico 1: Efeito da diversificação em carteiras	16
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Definição do problema	15
2	METODOLOGIA	18
2.1	Método multicritério e PROMETHEE I e II	19
2.2	PROMETHEE V	22
2.3	Seleção de critérios.....	23
3	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	26
3.1	Situação 1	26
3.2	Situação 2	30
4	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

Análise de Decisão é uma ciência que visa modelar e escolher as melhores alternativas baseadas nos objetivos e preferências do Tomador de Decisão. Os recursos (por exemplo, dinheiro ou matéria-prima) são escassos e uma organização procura maximizar a sua utilização. Com o ambiente de negócios cada vez mais competitivo em função da globalização, da intensificação da competição entre empresas, de mudanças rápidas na economia, sociedade e tecnologia, a tomada de decisão se torna estratégica em todos os níveis organizacionais. Esses fatores aumentam a incerteza e a instabilidade de mercados financeiros e, desse modo, o uso racional de recursos é uma prática que deve ser dominada com o auxílio de métodos que tornam a tomada de decisão mais segura e eficiente.

A tomada de decisão implica em selecionar algumas alternativas dentro de um conjunto maior. Nesse caso, não se pode somente identificar o maior número de alternativas possíveis mas deve-se escolher uma ou mais alternativas que melhor se ajustam aos objetivos desejados. Em outras palavras, Análise de Decisão é a ciência da escolha. (ZHARGHAMI, SZIDAROVSKY, 2001)

Todo problema que envolve fazer uma decisão possui três componentes: o tomador de decisão, as alternativas de decisão e as consequências da decisão tomada. Os tomadores de decisão podem ser uma pessoa ou um grupo, e as alternativas de decisão são as opções a partir do qual pode-se fazer uma escolha.

Se as consequências de um problema de tomada de decisão podem ser caracterizados por um único critério, então o problema pode ser modelado como um problema de otimização de objetivo único. Dependendo do tipo da função objetivo e do conjunto possível de alternativas o modelo matemático pode ser de programação linear, programação não linear, discreto, misto ou mesmo dinâmico ou estocástico.

A maioria dos problemas práticos de tomada de decisão não podem ser descritos por um único critério. Por exemplo, problemas envolvendo recursos hídricos e gestão ambiental levam em conta vários critérios simultaneamente, como fatores sociais e econômicos. (ZHARGHAMI, SZIDAROVSKY, 2001)

As decisões financeiras em organizações, como empresas, bancos e seguradoras, são na maioria das vezes pensadas como problemas de otimização. A teoria financeira, por exemplo, analisa decisões de curto e longo prazo, mas sempre de uma perspectiva de otimização: teoria do custo de capital, teoria do portfólio e teoria das opções demonstram isso. Esta perspectiva levou alguns pesquisadores a propor técnicas de Pesquisa Operacional, como a *Mulcriteria Decision Analysis*, para resolver problemas relativos à decisões financeiras. (ZOPOUNIDIS, 1999)

A Análise de Decisão Multicritério (ou *Mulcriteria Decision Analysis - MCDA*) é a metodologia usual para modelar esses tipos de problemas. A análise multicritério é um conjunto de métodos que permite a agregação de vários critérios de avaliação a fim de escolher, ranquear, ordenar ou descrever um conjunto de alternativas como, por exemplo, projetos de investimentos e ativos financeiros de renda fixa ou variável.

Uma abordagem comum para classificar os problemas de tomada de decisão (e, claro, os métodos MCDA) é separá-los em dois tipos:

- a) *Problemas discretos*: envolve a examinação de um conjunto discreto de alternativas. Cada alternativa é descrita por alguns atributos. O espaço de decisão é finito e checa-se a possibilidade de cada alternativa verificando se ela satisfaz ou não todas as restrições. Por exemplo, uma certa pessoa irá comprar uma casa e procura diversas residências conforme uma seleção de critérios desejados, tal como número de banheiros, quartos, tamanho da garagem, qualidade do acabamento entre outros. As casas procuradas compõem o conjunto discreto de alternativas e seus requisitos, o conjunto discreto de critérios.
- b) *Problemas contínuos*: envolve casos onde o número de alternativas é infinito. Nesse caso pode-se somente delimitar a região onde as alternativas são factíveis, assim, cada ponto nesta região corresponde a uma alternativa específica. Por exemplo, problemas de programação linear onde há uma função-objetivo e restrições na forma de inequações ou equações de primeiro grau.

1.1 Definição do problema

A Teoria Moderna do Portfólio afirma que quanto maior a diversificação de uma carteira de investimentos, menor seu risco. (MARKOWITZ, 1952)

No entanto, essa redução de risco em uma carteira diversificada ocorre até certo limite, sendo impossível sua eliminação total em uma carteira. O que se tem é a minimização do risco. A diversificação funciona de modo a combinar títulos que apresentam alguma relação entre si e, desse modo, promover a redução do risco da carteira.

Este conceito é explicado melhor a partir da equação abaixo (ELTON *et al*, 2014):

$$\sigma_P^2 = \left(\frac{1}{N}\right) (\bar{\sigma}_j^2 - \bar{\sigma}_{kj}) + \bar{\sigma}_{kj} \quad (1)$$

Onde σ_P^2 é a variância do portfólio, ou seja, seu risco;

$\bar{\sigma}_j^2$ é a variância média dos títulos individuais;

$\bar{\sigma}_{kj}$ é a covariância média da carteira;

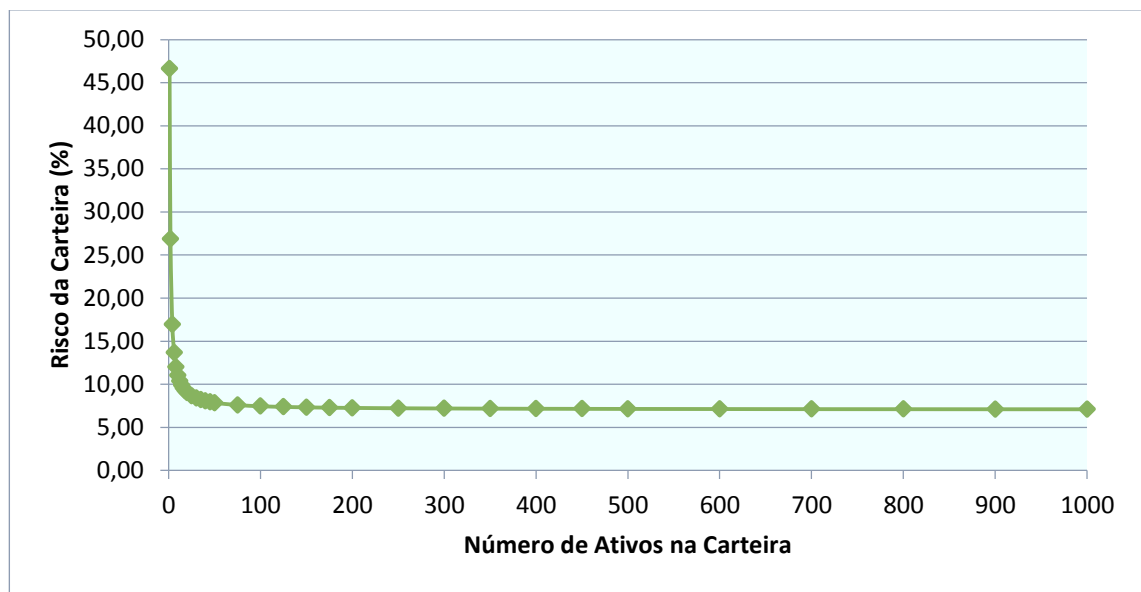
N é o número de títulos que compõem a carteira.

Observa-se que quando N aumenta e tende ao infinito resta somente o termo $\bar{\sigma}_{kj}$, ou seja, a covariância média da carteira. Este termo demonstra um risco sistemático (ou conjuntural), isto é, quando há mudanças na economia que afete mercados, sistemas políticos e sociais. Por exemplo, a mudança na taxa básica de juros afeta a economia como um todo, podendo estimular ou conter o consumo e isto afeta diretamente o desempenho das empresas. Cabe ressaltar que cada empresa pode responder diferentemente à uma medida que atinja a economia, mas em geral todas são afetadas e isto se reflete na covariância média da carteira, $\bar{\sigma}_{kj}$.

É importante destacar que a diversificação pode ser adotada para carteiras com diversos tipos de títulos financeiros, com títulos de renda fixa (CDB's e títulos do tesouro, por exemplo), ações e projetos de investimentos. (ASSAF NETO, 2011)

O gráfico abaixo mostra o efeito da diversificação na prática para diversas carteiras com ações negociadas na bolsa de valores de Nova York (NYSE) em função do número de títulos. (ELTON *et al*, 2014)

Gráfico 1: Efeito da diversificação em carteiras



Fonte: ELTON et al, 2014

No gráfico acima observa-se que o risco da carteira converge para um valor próximo de sete ao aumentar significativamente o número títulos.

Existem muitas ações no mercado e, para se ter uma ideia da quantidade de opções possíveis para montar uma carteira com 15 ativos de um total de 50,

$$C_{50,15} = 2.250.829.575.120 \text{ opções possíveis,}$$

são mais de 2 trilhões de opções. Portanto, o cálculo do risco de todas as carteiras possíveis se torna exaustivo e leva um tempo considerável mesmo para computadores avançados.

O método PROMETHEE surge como ferramenta de suporte que gera um ranqueamento de ações conforme critérios estabelecidos. No presente trabalho esses critérios são indicadores financeiros que proporcionam analisar a empresa

sobre diversos ângulos. Esta ferramenta não permite calcular o retorno nem o risco de uma carteira, mas sim fazer uma priorização de ativos para montar uma.

O método PROMETHEE pode ser empregado como uma heurística para a seleção de ações para compor um portfólio em um tempo computacional razoável.

Assim, o método se torna uma ferramenta auxiliar para que se possa chegar à uma carteira composta dos melhores ativos conforme o desempenho passado da empresa e critérios estabelecidos.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho utiliza o método multicritério denominado PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) como ferramenta de apoio à decisão.

Após revisão bibliográfica levantou-se informações financeiras de diversas ações preferenciais negociadas na BM&F Bovespa através do *CapitalIQ*, uma base de dados com vasta informação financeira global. Como todas as ações se referem à empresas de capital aberto, as informações possuem maior grau de confiabilidade. Empresas com ações negociadas em bolsa de valores precisam seguir boas práticas de governança corporativa e relação com os investidores, disponibilizando periodicamente demonstrativos financeiros, como balanços patrimoniais e demonstração de resultados.

O *software* Visual PROMETHEE (versão 1.4) foi utilizado para conduzir as análises da pesquisa e calcular o ranqueamento.

Finalizada a captação de informações financeiras e o recorte temporal (ou seja, o período analisado), que servirá de cenário para cada situação, prosseguiu-se com a definição dos critérios (indicadores financeiros) e seus pesos para a análise dos resultados.

Duas situações, cada uma com dois cenários (recortes temporais de 2012-2011 e 2010-2009), serão estudadas: uma com pesos maiores para indicadores operacionais e outra com pesos maiores para indicadores de rentabilidade e *market capitalization*. Os valores de entrada em cada critério de um biênio são dados pela média aritmética dos anos correspondentes ao biênio. Por exemplo, para o período 2012-2011 da empresa Alpargatas para o critério EBIT, o valor de entrada para o programa foi de R\$ 155,70 milhões pois o valor do seu EBIT em 2012 foi R\$ 158,40 milhões e em 2011 foi R\$ 153,00 milhões.

Os ranqueamento gerado pelo programa servirá de base para montar um conjunto de ações priorizadas. Também cabe ressaltar que o método produzirá diversos ranqueamentos conforme os vários cenários e, portanto, o objetivo do

presente trabalho não é calcular o risco ou retorno de uma carteira, mas sim ter uma amostra com diversas ações que devem ser priorizadas.

2.1 Método multicritério e PROMETHEE I e II

A Análise Multicritério é uma técnica quali-quantitativa que tem como objetivo auxiliar a tomada de decisão onde é necessário identificar prioridades através de uma seleção de critérios. A tomada de decisão se faz necessária pois tem-se escassez de recursos, ou seja, não pode-se ter tudo o que é desejado ao mesmo tempo e, portanto, é estratégico tomar um caminho que maximize os ganhos ou minimize as perdas.

Como exemplo do uso da análise multicritério considere a compra de um computador. Existem diversos modelos no mercado e cada um com diversas características como processador, memória RAM, disco rígido, placa de vídeo, preço entre outras. Além disso há a questão do custo/benefício que depende do objetivo do usuário, suas preferências: se ele deseja um *notebook* para trabalho, um PC *gamer* ou simplesmente um computador para o dia-a-dia. Suas preferências e necessidades, junto às informações disponíveis, guiarão seu objetivo. Assim, tem-se um problema de natureza multicritério onde as características do modelo tornam-se critérios e o custo/benefício a função objetivo.

O método PROMETHEE é um método de análise multicritério e surge como solução prática e eficaz para esses tipos de problemas. Apresentado pela primeira vez em uma conferência na Universidade de Laval, Quebec – Canadá em 1982 por J. P. Brans (BRANS, MARESCHAL, 2005) utiliza matemática simples, método de concepção e ordenação aplicável em várias situações e diferenças de cada alternativa confirmadas através da avaliação de critérios por função de preferência (SILVA, MORAIS, ALMEIDA, 2010). Como desvantagens tem-se a transformação de critérios qualitativos em valores quantitativos (prática subjetiva, suscetível a julgamento de cada indivíduo) e, durante a análise de sensibilidade, uma mudança na pontuação final não pode ser percebida após mudança da hipótese (WERNKE, BORNIA, 2011).

O método PROMETHEE é baseado em comparações de pares. Essas combinações são validadas conforme o número de ações e então é gerado um *ranking* das opções analisadas.

Seja A um conjunto finito de n ações e, para cada $a \in A$, seja $f_j(a)$ a avaliação de a no critério j ($j = 1, 2, \dots, k$). O primeiro passo do método PROMETHEE consiste na associação de um critério geral $\{f_j(a), P_j(a, b)\}$ para cada critério j . Para cada par (a, b) em $A \times A$ e, para cada $j \in \{1, 2, \dots, k\}$, o número $P_j(a, b)$ dá a intensidade de preferência de a sobre b no critério j . Estes números indicam como a preferência do tomador de decisão varia com a inferência entre $f_j(a)$ e $f_j(b)$ (BRANS, MARESCHAL, 2005).

Os números $P_j(a, b)$ variam entre 0 e 1 e aumentam com a preferência de a sobre b para o critério j . Para um critério de maximização, a função de preferência é dada por $P_j(a, b) = F_j[d_j(a, b)]$, onde $g_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$ (assim, o valor de $g_j(a)$ representa a entrada da ação a para o critério j).

Quando há um critério de minimização, a função de preferência deve ser alternada para $P_j(a, b) = F_j[-d_j(a, b)]$.

No segundo passo o PROMETHEE fornece, para cada (a, b) em $A \times A$, um índice global de preferência,

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k w_j P_j(a, b) \quad (2)$$

onde $\pi(a, b)$ representa a intensidade de preferência de a sobre b para todos os critérios (quanto mais próximo de 1 maior a preferência) e w_j ($j = 1, 2, \dots, k$) são pesos normalizados associados ao critério e variam entre 0 e 1 definindo uma relação avaliada completa em A , representando a intensidade global de preferência entre pares de ações.

A fim de ranquear as n ações, os seguintes fluxos de preferência são considerados:

- Fluxo normalizado de saída (ϕ^+):

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (3)$$

- Fluxo normalizado de entrada (ϕ^-):

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, b) \quad (4)$$

O fluxo normalizado de saída (ou positivo) expressa a força de uma alternativa, ou seja, o quanto uma alternativa está superando as outras. Já o fluxo normalizado de entrada (ou negativo) indica sua fraqueza, ou seja, o quanto as outras alternativas estão superando-a.

O PROMETHEE I (*ranking parcial*) é definido como o seguinte:

$$\left\{ \begin{array}{l} a P_I b \text{ (preferência)} \\ \quad \text{se } \phi^+(a) \geq \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) \leq \phi^-(b) \\ a I_I b \text{ (indiferença)} \\ \quad \text{se } \phi^+(a) = \phi^+(b) \text{ e } \phi^-(a) = \phi^-(b) \\ a R_I b \text{ (incomparabilidade)} \\ \quad \text{caso contrário} \end{array} \right.$$

O PROMETHEE II consiste no ranqueamento completo. O ranqueamento classifica as alternativas em ordem decrescente através do fluxo líquido, que é dado por:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (5)$$

Quanto maior o fluxo líquido, melhor a alternativa e, portanto,

$$\left\{ \begin{array}{ll} a P_{II} b & \text{se } \phi(a) > \phi(b) \\ a I_{II} b & \text{se } \phi(a) = \phi(b) \end{array} \right.$$

No PROMETHEE II todas as alternativas são comparáveis.

2.2 PROMETHEE V

O PROMETHEE V contempla um conjunto de restrições (por exemplo, restrição de orçamento disponível) para realizar a seleção das melhores alternativas.

Como descrito em Brans & Marechal (1992), o método é desenvolvido em duas fases. A primeira fase consiste basicamente do PROMETHEE II. Nessa fase é obtido o ranqueamento onde os fluxos líquidos, $\phi(a_i)$, são computados para $i = 1, 2, \dots, n$.

Na segunda fase tem-se um problema de programação linear binário onde a função objetivo maximiza os fluxos líquidos das ações selecionadas.

O problema, na sua forma geral, é dado por:

$$\max \left\{ \sum_{i=1}^k \phi(a_i) x_i \right\} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_{p,i} x_i \sim \beta_p \quad p = 1, 2, \dots, P \quad (7)$$

$$x_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Onde $\lambda_{p,i}$ é o coeficiente da restrição p e referente à variável i , β_p é o valor da restrição p e P é o número de restrições.

Na equação 7, o símbolo $\sim$ pode representar $=$, $\geq$ ou $\leq$. Os coeficientes da função objetivo são os fluxos líquidos, ϕ , e x_i representa cada alternativa, tomando o valor 1 se for selecionada e 0 caso contrário.

A utilização dos fluxos líquidos na função objetivo (fórmula 6) se dá pelo fato deles representarem o desempenho de cada ação.

Após a resolução desse programa linear, um conjunto de alternativas é obtido.

2.3 Seleção de critérios

Toda decisão precisa de critérios. São eles que permitem a fundamentação racional para tomar decisões. Assim, a seleção de critérios possui um papel fundamental na modelagem: dar qualidade e confiabilidade à tomada de decisão.

Como foi apresentado anteriormente, o método PROMETHEE tem como uma de suas entradas um conjunto de critérios. Para esse conjunto ser utilizado no PROMETHEE I e II deve-se associar a cada critério um peso entre 0 e 1, sendo que a soma dos pesos deve ser 1. Cabe também ressaltar que quanto maior o peso de um critério, maior seu impacto no modelo.

Selecionou-se então oito indicadores financeiros para conduzir o estudo que fossem abrangentes e se adequassem à uma análise financeira que visa investimento em uma carteira de ações com maior retorno possível ao acionista. Esses indicadores são bastante utilizados na área financeira em técnicas de gestão de riscos (como, por exemplo, o *Value at Risk*) e *Valuation*. São indicadores operacionais, de lucratividade, endividamento, liquidez e rentabilidade da empresa.

Os critérios selecionados foram: *EBIT* (*Earnings Before Interest and Taxes*), relação da dívida de longo prazo, *market capitalization*, capital de giro líquido, margem de lucro, liquidez corrente, ROA e ROE.

O *EBIT* (em português, Lucro antes de juros e impostos - LAJIR), segundo Marques *et al* (2008), corresponde a uma medida de lucro mais ligada ao resultado de natureza operacional auferido pela sociedade, que não inclui resultado financeiro, dividendos ou juros sobre o capital próprio, resultado de equivalência patrimonial e outros resultados não operacionais. Um importante fator para utilizar o *EBIT* é sua anulação sobre os efeitos de estrutura de capital (o quanto da empresa é composta por capital próprio e por dívidas) e taxas de impostos de diferentes empresas. (Investopedia, 2015)

A relação da dívida de longo prazo é um critério de alavancagem financeira. É calculada pela divisão da dívida de longo prazo sobre o capital total de longo prazo da empresa. Assim, se essa razão for de, por exemplo, 45%, então para cada dólar de capital de longo-prazo 0,45 centavos são de dívida.

Market capitalization é dado pelo produto entre o número de ações em circulação (*outstanding shares*) da empresa e seu preço de negociação da bolsa de valores. É uma medida de mercado e reflete o valor do capital próprio da empresa. (ROSS et al, 2013)

Empresas com maior *market cap* possuem uma tendência de menor crescimento e menor risco enquanto companhias classificadas como *small* ou *micro cap*, por estarem numa fase de crescimento, apresentam maior risco e taxa de crescimento.

O Capital de Giro Líquido (CGL) é dado pelo ativo circulante menos o passivo circulante. Ele informa a quantidade de recursos disponíveis a curto prazo para empresa, ou seja, é uma medida de capacidade de solvência. Segundo SILVA (2002, p.35): “O capital de giro representa os recursos demandados por uma empresa para financiar suas necessidades operacionais, que vão desde a aquisição de matérias-primas (mercadorias) até o recebimento pela venda do produto acabado”.

Cabe ressaltar que o capital de giro líquido influencia diretamente o lucro por ação. Segundo BATISTA *et al* (2008), “empresas que apresentaram lucros em todos os exercícios, a administração do capital de giro foi centrada em utilizar maior parcela de recursos próprios com capital de giro positivo”, demonstrando a importância do CGL na lucratividade da companhia.

A liquidez corrente é dada pela razão entre ativo circulante e passivo circulante. Como ROSS *et al* (2013) observa:

“liquidez se refere a velocidade e facilidade com o qual um ativo pode ser convertido em dinheiro (...) Liquidez atualmente tem duas dimensões: facilidade de conversão contra perda de valor. Qualquer ativo pode ser convertido em caixa rapidamente se cortamos o preço o bastante. Um ativo altamente líquido deve, portanto, ser vendido sem perda de valor significativa”. (tradução livre)

A margem de lucro é uma medida de lucratividade. É encontrada pela divisão do lucro líquido pela receita total (ou vendas). Sua interpretação é de uma medida que demonstra a quantidade da receita que é convertida em lucro.

O *ROA* (*Return on Assets* ou Retorno sobre o ativo) mede a habilidade da companhia de utilizar seus ativos para gerar lucro líquido. Também pode ser vista como a receita disponível para débitos e patrimônio (capital) dos acionistas em relação ao ativo total da companhia. É calculada pela divisão do lucro líquido sobre o total de ativos. (ROSS *et al*, 2013)

É importante observar que a fórmula do ROA é utilizada tanto por um investidor quanto por uma empresa internamente para verificar se ela está transformando lucro em relação aos seus ativos.

Já o *ROE* (*Return on Equity* ou Retorno sobre o patrimônio I) também é um indicador financeiro percentual como o ROA, mas mede o retorno que a empresa fornece através dos recursos aplicados por seus proprietários, ou seja, os acionistas. Assim, é calculado pela divisão do lucro líquido sobre o patrimônio líquido.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Duas situações distintas foram analisadas para a classificação dos ativos: uma com maior ponderação para os índices operacionais e de endividamento e outra com maior peso para os índices de rentabilidade (ROA e ROE) e o *market capitalization*. Em cada situação foram analisados dois períodos: 2012-2011 e 2010-2009.

3.1 Situação 1

Os critérios EBIT, dívida de longo, capital de giro líquido, liquidez corrente e margem de lucro tiveram seus pesos dobrados em relação ao demais.

Cada período (biênio) é um cenário e, portanto, os dados das empresas referentes ao período 2012-2011 é dado como um cenário e para o período 2010-2009 como outro.

Na Figura 1, cada linha em “Evaluation” representa uma empresa (ou ação para o PROMETHEE) e cada coluna um critério. Na divisão “Statistics” temos estatísticas descritivas como máximo, mínimo, média e desvio-padrão para cada critério.

Em “Preferences” observa-se que a grande maioria dos critérios tem o objetivo de maximização. Somente o critério de relação de dívida de longo prazo é minimizado. Neste estudo foi considerado que quanto menor for esse índice de endividamento melhor para a empresa pois uma alavancagem alta resulta em maior risco com seus credores. No entanto, há diversas teorias que tratam sobre a estrutura ótima de capital da empresa (a relação entre capital próprio – dos acionistas – e de terceiros, tratado na fórmula como “débito”) e seu efeito sobre o valor da companhia. Por exemplo, segundo Modigliani & Miller (1958) a estrutura de capital da empresa não afeta seu valor. Entretanto, os mesmos autores mais tarde (MODIGLIANI e MILLER, 1963) descobriram que os impostos podem influir na estrutura de capital e, assim, certa alavancagem seria benéfica para a empresa,

aumentando seu valor. Além disso, como no Brasil há um histórico de juros altos, o que aumenta o custo do capital de terceiros (por exemplo, empréstimo de bancos), optou-se por uma minimização desse critério.

A figura abaixo mostra a entrada de dados para o *software* nesta primeira situação (cada aba, localizada na parte inferior, é a representação de um cenário).

Figura 1: Interface de entrada do software para a situação 1.

	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	2012-11	EBIT	LTD RATIO	CAPITALIZA...	CGL	MARGEM DE ...	LIQ CORRENTE	ROA	ROE
	Unit	US\$		US\$	US\$			unit	unit
	Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
☒	Preferences								
	Min/Max	max	min	max	max	max	max	max	max
	Weight	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00
	Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
	Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
	- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
☒	Statistics								
	Minimum	\$ 15,20	0,03	\$ 29,50	\$ -1.541,65	0,02	0,29	0,01	0,01
	Maximum	\$ 22.085,40	0,85	\$ 192.925,70	\$ 26.040,85	0,66	3,34	0,23	0,77
	Average	\$ 1.254,02	0,40	\$ 10.038,85	\$ 1.749,67	0,11	1,63	0,06	0,19
	Standard Dev.	\$ 3.665,03	0,23	\$ 31.882,16	\$ 4.551,92	0,11	0,64	0,04	0,17
☒	Evaluations								
☒	Alpargatas	\$ 155,70	0,05	\$ 2.238,35	\$ 517,55	0,11	2,43	0,12	0,19
☒	Bardella	\$ 17,15	0,13	\$ 102,85	\$ 62,60	0,06	1,49	0,04	0,07
☒	Bombril	\$ 26,80	0,79	\$ 280,45	\$ 6,40	0,02	1,04	0,03	0,69
☒	CCR	\$ 1.220,55	0,62	\$ 11.995,20	\$ -929,50	0,21	0,45	0,09	0,35
All 2012-11 2010-09									

Fonte: *Software* Visual PROMETHEE

O *software* gerou dois ranqueamentos diferentes para cada cenário. As figuras abaixo mostram a ordem de preferência das quinze primeiras ações de cada cenário ou biênio. Verifica-se uma ordem muito diferente no ranqueamento em cada cenário e apenas as duas primeiras posições são as mesmas. Além disso, somente 7 das 15 ações estão presentes nos dois cenário (menos da metade).

Figura 2: Ranqueamento completo do cenário 1.

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	CSN		0,4525	0,7149	0,2624
2	Petrobras		0,4276	0,6991	0,2715
3	Alpargatas		0,4050	0,6991	0,2941
4	Eletrobras		0,3869	0,6765	0,2896
5	Guararapes Confec		0,3688	0,6787	0,3100
6	Telefonica		0,3620	0,6787	0,3167
7	Cia PR de Energia		0,2805	0,6335	0,3529
8	Eternit		0,2647	0,6267	0,3620
9	Klabin		0,2240	0,6018	0,3778
10	SABESP		0,1154	0,5543	0,4389
11	CEMIG		0,1063	0,5475	0,4412
11	Marcopolo		0,1063	0,5407	0,4344
13	Usiminas		0,1018	0,5407	0,4389
14	Cia Tecidos Norte de		0,0362	0,5090	0,4729
14	CPFL		0,0362	0,5113	0,4751

Fonte: Software Visual *PROMETHEE*

No cenário referente à 2010 e 2009 os valores de Phi são menos distribuídos que no outro cenário resultando em um desvio-padrão menor para esta amostra de quinze ações.

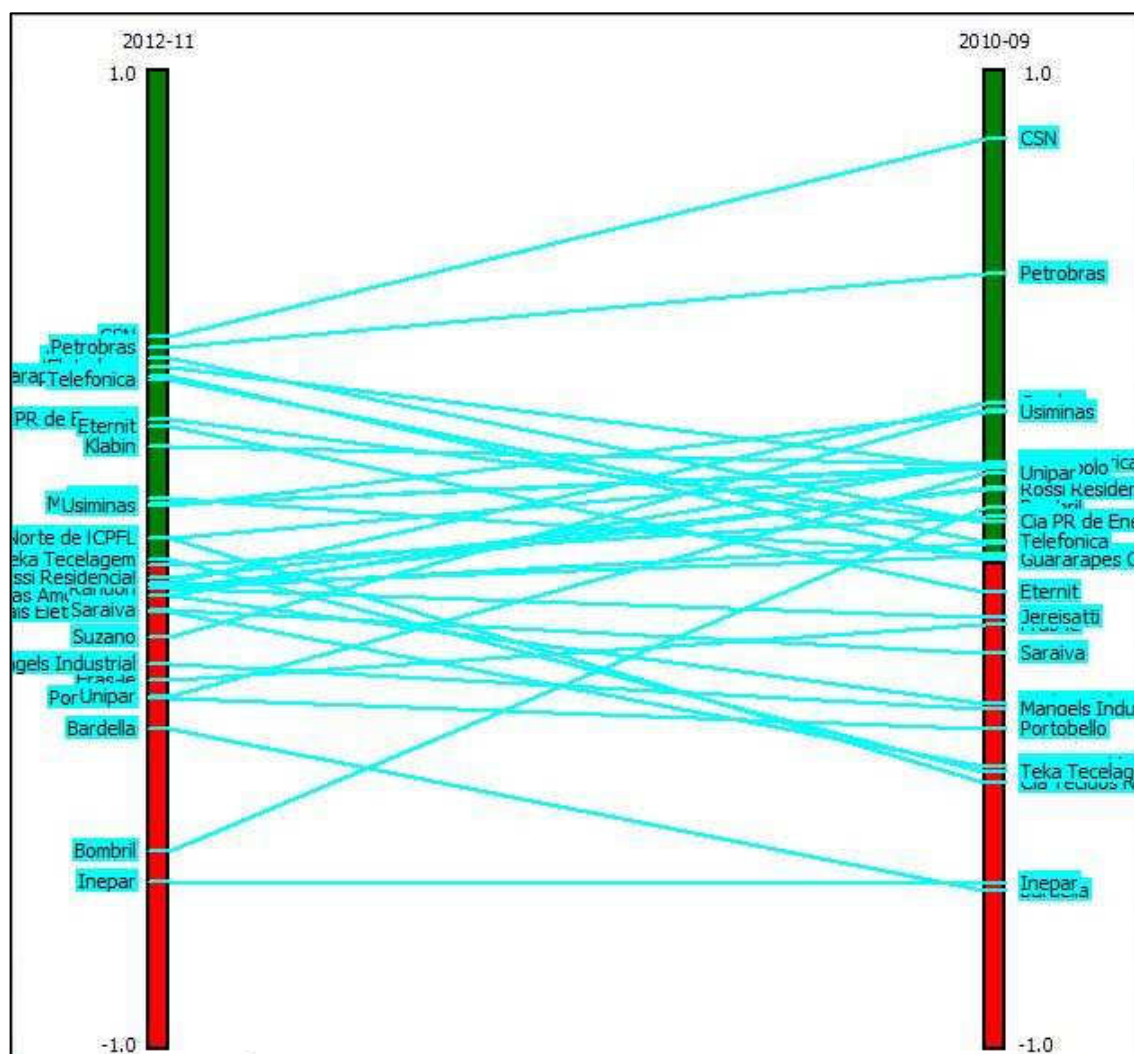
Figura 3: Ranqueamento do cenário 2.

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	CSN		0,8597	0,9253	0,0656
2	Petrobras		0,5814	0,7873	0,2059
3	Gerdau		0,3145	0,6471	0,3326
4	Suzano		0,2966	0,6357	0,3371
5	Usiminas		0,2941	0,6335	0,3394
6	Lojas Americanas		0,1923	0,5928	0,4005
7	Klabin		0,1878	0,5814	0,3937
8	CEMIG		0,1833	0,5814	0,3982
9	Eletrobras		0,1810	0,5860	0,4050
10	CPFL		0,1787	0,5814	0,4027
10	Marcopolo		0,1787	0,5837	0,4050
12	Unipar		0,1674	0,5792	0,4118
13	Randon		0,1380	0,5611	0,4231
14	Rossi Residencial		0,1357	0,5588	0,4231
15	Bombril		0,0995	0,5475	0,4480

Fonte: Software Visual PROMETHEE

A figura abaixo ilustra melhor o ranqueamento nos dois cenários: cada linha azul clara liga a posição de um cenário em outro. Observa-se que há poucas linhas paralelas e muitas se cruzando. Isto deve-se ao fato dos valores de Phi dos ativos serem diferentes em cada cenário e, também, suas posições no ranqueamento.

Figura 4: Comparação do ranqueamento entre os dois cenários da situação 1.



Fonte: Software Visual PROMETHEE

3.2 Situação 2

Na situação 2 deu-se preferência para os índices de rentabilidade (ROA e ROE) e o *market capitalization* que, diferente de todos os outros, é um índice dado pelo mercado. O objetivo dessa situação é dar um peso maior para critérios que interessam diretamente aos investidores. Também são utilizados como uma primeira análise para avaliar a empresa. Cabe ressaltar que os critérios anteriores também são utilizados na valoração de uma companhia, mas possuem um caráter operacional.

Para esta situação os ranqueamentos também apresentaram diferenças significativas em cada cenário. Apenas a ação da CSN manteve a mesma posição. Além disso, este ativo também estava presente na primeira posição nos cenários da situação anterior indicando um ótimo desempenho financeiro e operacional

No entanto, dos primeiros quinze ativos ranqueados no cenário de 2012 e 2011, nove estão no segundo cenário representando 60% desse total e mostrando que entre um período e outro não foi tão brusca a diferença no desempenho financeiro para estas ações.

As imagens abaixo mostram a posição no ranqueamento de cada cenário, os valores de Φ , Φ^+ e Φ^- .

Figura 5: Ranqueamento do cenário 1.

Rank	action		Φ	Φ^+	Φ^-
1	CSN		0,5695	0,7620	0,1925
2	CCR		0,3984	0,6898	0,2914
3	CEMIG		0,3610	0,6711	0,3102
4	CPFL		0,3262	0,6551	0,3289
5	Lojas Americanas		0,2727	0,6123	0,3396
6	Alpargatas		0,2433	0,6176	0,3743
7	Telefonica		0,2353	0,6123	0,3770
8	Eletrobras		0,2273	0,5856	0,3583
8	Guararapes Confec		0,2273	0,6043	0,3770
10	Petrobras		0,2246	0,5856	0,3610
11	SABESP		0,2193	0,6016	0,3824
12	Marcopolo		0,1979	0,5856	0,3877
13	Klabin		0,1524	0,5561	0,4037
14	Mangels Industrial		0,1310	0,5615	0,4305
15	Eternit		0,1283	0,5588	0,4305

Fonte: Software Visual PROMETHEE

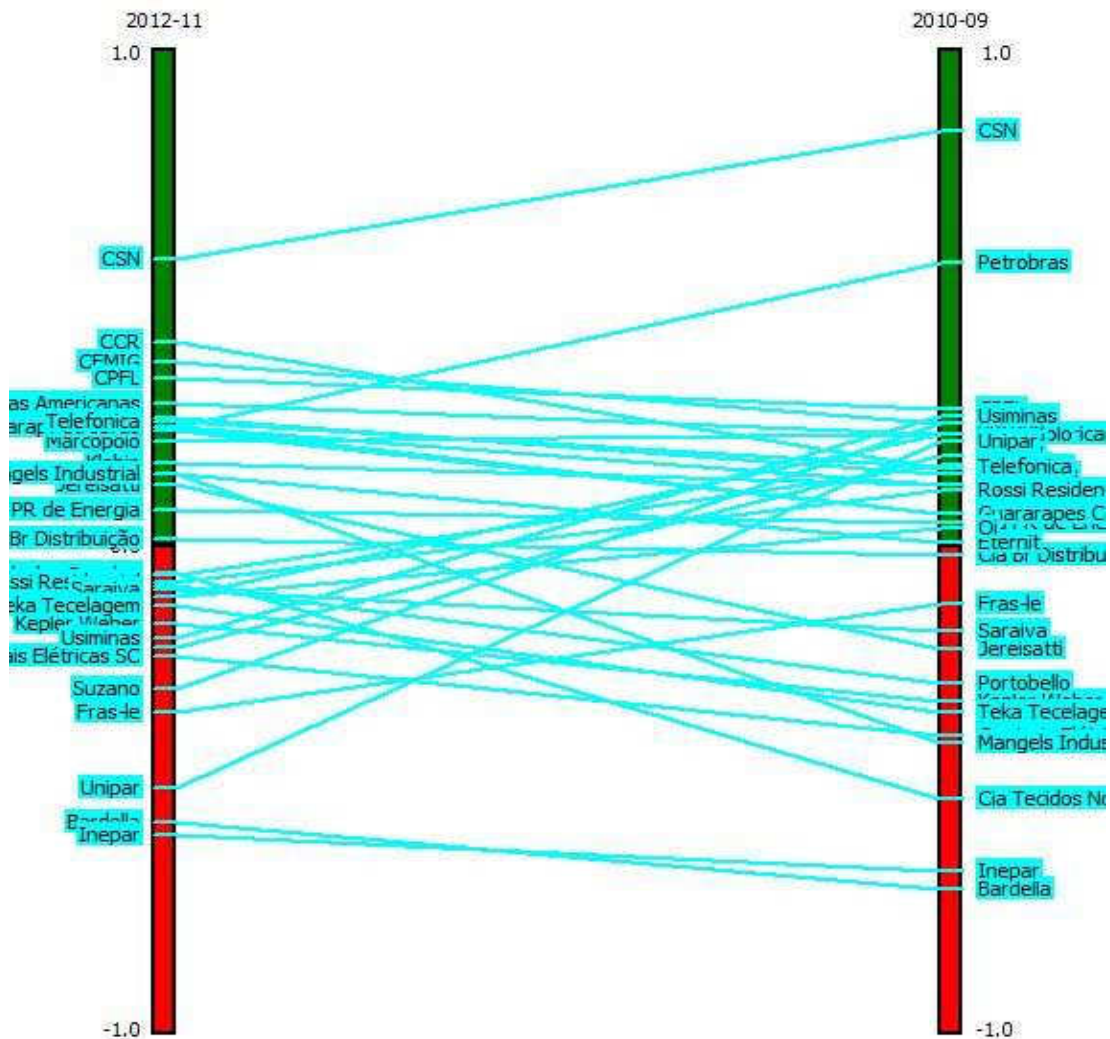
Figura 6: Ranqueamento do cenário 2.

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	CSN		0,8346	0,9118	0,0772
2	Petrobras		0,5625	0,7757	0,2132
3	CPFL		0,2647	0,6250	0,3603
4	Usiminas		0,2500	0,6066	0,3566
5	CEMIG		0,2316	0,6029	0,3713
5	Suzano		0,2316	0,5993	0,3676
7	Gerdau		0,2096	0,5919	0,3824
8	Lojas Americanas		0,2096	0,5993	0,3897
8	Marcopolo		0,2096	0,5993	0,3897
10	Unipar		0,1949	0,5919	0,3971
11	Bombril		0,1654	0,5809	0,4154
12	Randon		0,1471	0,5625	0,4154
13	Telefonica		0,1434	0,5625	0,4191
14	CCR		0,1397	0,5662	0,4265
15	Alpargatas		0,1287	0,5588	0,4301

Fonte: Software Visual PROMETHEE

Já na figura abaixo tem-se uma noção geral sobre o relacionamento da posição de cada ação entre os dois cenários. Tal como ocorreu na situação 1, aqui também houve bastante mudança dos valores de Phi.

Figura 7: Comparação do ranqueamento entre os dois cenários da situação 2.



Fonte: Software Visual PROMETHEE

Para prosseguir com a priorização, compilamos todos os dados de Phi dos quatro cenários em uma única tabela.

Tabela 1: Valores de Phi para todos os cenários estudados.

	Phi - Situação 1		Phi - Situação 2	
	2012-11	2010-09	2012-11	2010-09
Alpargatas	0,405	0,0701	0,2433	0,1287
Bardella	-0,3597	-0,6923	-0,5856	-0,7206
Bombril	-0,6109	0,0995	-0,2246	0,1654
CCR	-0,0204	0,0792	0,3984	0,1397

CEMIG	0,1063	0,1833	0,361	0,2316
Centrais Elétricas SC	-0,1176	-0,4367	-0,2433	-0,4081
Cia Br Distribuição	-0,0611	-0,0023	-0,0053	-0,0368
Cia PR de Energia	0,2805	0,0701	0,0561	0,0294
Cia Tecidos Norte de Minas	0,0362	-0,4683	-0,0749	-0,5368
CPFL	0,0362	0,1787	0,3262	0,2647
CSN	0,4525	0,8597	0,5695	0,8346
Eletrobras	0,3869	0,181	0,2273	0,1066
Eternit	0,2647	-0,0747	0,1283	-0,011
Fras-le	-0,2579	-0,1425	-0,3583	-0,136
Gerdau	-0,0566	0,3145	-0,123	0,2096
Guararapes Confec	0,3688	-0,009	0,2273	0,0478
Inepar	-0,6719	-0,6787	-0,6096	-0,6838
Jereisatti	-0,0679	-0,1267	0,107	-0,2279
Kepler Weber	-0,0837	-0,3054	-0,1765	-0,3382
Klabin	0,224	0,1878	0,1524	0,1066
Lojas Americanas	-0,0837	0,1923	0,2727	0,2096
Mangels Industrial	-0,224	-0,319	0,131	-0,4228
Marcopolo	0,1063	0,1787	0,1979	0,2096
Oi	-0,0679	0,0249	-0,123	0,0184
Petrobras	0,4276	0,5814	0,2246	0,5625
Portobello	-0,2941	-0,3575	-0,1016	-0,3015
Randon	-0,0679	0,138	-0,0775	0,1471
Rossi Residencial	-0,0475	0,1357	-0,0936	0,0956
SABESP	0,1154	0,0023	0,2193	0,0478
Saraiva	-0,1131	-0,2036	-0,107	-0,1912
Suzano	-0,1697	0,2986	-0,3102	0,2316
Teka Tecelagem	-0,009	-0,448	-0,1417	-0,3603
Telefonica	0,362	0,0271	0,2353	0,1434
Unipar	-0,2896	0,1674	-0,516	0,1949
Usiminas	0,1018	0,2941	-0,2059	0,25

Fonte: Autoria própria

Os dados da tabela acima foram utilizados pelo programa como entrada na função objetivo na segunda fase do PROMETHEE V.

Diferente do PROMETHEE II que gera o ranqueamento sem restrições, o PROMETHEE V precisa delas como entrada para o problema de programação linear. Duas restrições foram utilizadas: mínimo de 10 ações diferentes e somente uma empresa de cada setor. A classificação setorial foi dada pela base de dados utilizada.

A tabela abaixo compila a saída de cada cenário do PROMETHEE V.

Tabela 2: Resultado do PROMETHEE V para todos os cenários e valores do fluxo total líquido.

	Situação 1		Situação 2	
	Cenário 1 2012-11	Cenário 2 2010-09	Cenário 1 2012-11	Cenário 2 2010-09
	Alpargatas CSN Eletrobras Eternit Guararapes Klabin Marcopolo Petrobras Sabesp Telefonica	Alpargatas Americanas Bombril CCR CSN Gerdau Klabin Marcopolo Petrobras Randon Telefonica Unipar	CCR Americanas Cemig CSN Eternit Guararapes Jereisatti Klabin Marcopolo Petrobras Sabesp Telefonica	Americanas Bombril CCR CPFL CSN Guararapes Klabin Marcopolo Petrobras Randon Sabesp Suzano Telefonica Unipar
Fluxo total líquido	3,1131	3,0113	3,0936	3,3051

Fonte: Autoria própria

Analisando a tabela percebe-se que diversas ações se repetem nos quatro cenários, como é o caso da CSN, Petrobras, Klabin, Marcopolo e Telefônica,

indicando um bom desempenho dessas empresas para todos os indicadores e períodos.

Mas também deve-se notar que todos os cenários são diferentes, mostrando a importância associada ao peso dos indicadores e às restrições do problema.

A divisão em duas situações, cada uma com diferentes ponderações, mostra que há um conjunto com um bom desempenho que deve compor o portfólio e um outro conjunto que varia conforme a ponderação dos critérios e fica a critério do decisor quais colocá-las conforme seu objetivo.

No presente estudo tomou-se como base o cenário que possui maior fluxo líquido dentro todos os cenários estudados pois ele demonstra quão forte é o conjunto gerado pelo PROMETHEE V. Além disso, esse cenário possui maior quantidade de ações, dissolvendo o risco. Portanto, o cenário 2 da situação 2 é o escolhido.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou apresentar o método de análise multicritério PROMETHEE I, II e V como ferramenta auxiliar para decisão de investimentos, através da análise de vários indicadores financeiros. Assim, o PROMETHEE foi utilizado como ferramenta de apoio à decisão, priorizando um conjunto de ativos com melhor desempenho financeiro em dois recortes temporais.

Os diversos cenários gerados tornaram a análise mais completa pois mostraram que existe um conjunto de ações que são comuns a todos e isso reflete no fluxo líquido (Φ) desses ativos nos dois períodos analisados e também sob duas formas de ponderação (situação 1 e 2).

Analisando o ranqueamento completo de todos os cenários, observou-se que houve uma grande divergência e, desse modo, o PROMETHEE II sozinho não nos deu uma resposta clara para o problema.

Para isso, foi utilizado o PROMETHEE V que, além de utilizar o ranqueamento gerado pelo PROMETHEE II, também incorpora restrições para que o problema se torne mais realístico.

Então foram gerados quatro conjuntos como saída e aquele que possuía o maior valor do fluxo líquido total foi escolhido. Observou-se que diversas ações estavam nos quatro cenários demonstrando sua força para compor uma carteira. Outras ações apareceram somente em uma situação ou em um só biênio.

O método apresentou ser satisfatório para selecionar um conjunto de ações. Mas é preciso ter alguns cuidados para utilizá-lo. Um dos motivos é que ele não fornece o retorno nem o risco de carteira de investimentos e, devido a isso, deve ser utilizado como um filtro para selecionar as melhores ações.

Também não é possível obter a proporção de cada ativo na carteira. O resultado obtido apenas informa quais são as melhores opções de acordo com os critérios selecionados. Estes devem ser cuidadosamente usados de acordo com o objetivo que se tem, pois, como no presente estudo, a mudança nos ranqueamento de cenário para cenário pode ser alta.

Além disso não é possível associar indicadores externos à empresa, como por exemplo, flutuação do dólar, taxa de inflação ou poder de compra da população. Somente informações e indicadores financeiros que são retirados ou calculados de dados contábeis podem ser utilizados.

Por fim, o método é recomendado não de modo isolado, mas como ferramenta de suporte heurístico onde se pode utilizar outras ferramentas matemáticas e simulação para enriquecer a análise com dados de, por exemplo, risco e retorno.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, A. **Mercado financeiro**. São Paulo: Atlas, 11 ed., p. 248, 2011.

BATISTA, G. D.; DANIEL, S. D. da C. **A relação entre utilização do capital de giro líquido e o lucro por ação: um estudo empírico das empresas brasileiras com ações listadas na bovespa**. 2º Congresso UFSC Controladoria e Finanças, p. 12, Santa Catarina, 2008.

BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. International Series in Operations Research & Management Science, vol 78, p. 163-186, 2005.

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. **Modern portfolio theory and investment analysis**. New York: John Wiley, 9 ed., p 57, 2014.

Investopedia. **Investopedia Explains 'Earnings Before Interest & Tax - Ebit'**. Disponível em: <<http://www.investopedia.com/terms/e/ebit.asp>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

MARKOWITZ, H. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance, Vol. 7, Issue 1, pages 77–91, 1952.

MARQUES, J. A. V. C.; CARNEIRO JUNIOR, J. B. A.; KUHL, C. A. **Análise Financeira das Empresas**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, p. 127, 2008.

MODIGLIANI, F.; MILLER, M.H. **The Cost of Capital. Corporation Finance, and the Theory of Investment**. The American Economic Review, Vol. XLVIII, n. 3, 1958.

MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. **Corporate Income Taxes and The Cost of Capital: A Correction**. The American Economic Review, Vol. LIII, n. 3, 1963.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Fundamentals of Corporate Finance**. New York: McGraw-Hill/Irwin, 10 ed., 2013.

SILVA, V. B. S.; MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. **A multi criteria group decision model to support watershed committees in Brazil**. Water Resources Management, Volume 24, Issue 14, p. 4075-4091, 2010.

SILVA, A. A. **Gestão financeira: um estudo acerca da contribuição da contabilidade na gestão do capital de giro das médias e grandes indústrias de confecções do estado do Paraná**. 2002, 163 f. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

WERNKE, R.; BORNIA, A. C. **A Contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais**. Revista de Contabilidade e Finanças da USP, v. 14, n 25, 2001.

ZOPOUNIDIS, C. **Multicriteria decision aid in financial management**. European Journal of Operational Research, v. 119, p. 404-415, 1999.