



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PABLO PICASSO MORAIS DE MEDEIROS

**PROPOSTA DE UM *FRAMEWORK* PARA SUBSIDIAR A GERAÇÃO DE UM  
PORTFÓLIO DE AÇÕES DE EMPRESAS DO SETOR FINANCEIRO**

MOSSORÓ

2019

PABLO PICASSO MORAIS DE MEDEIROS

**PROPOSTA DE UM *FRAMEWORK* PARA SUBSIDIAR A GERAÇÃO DE UM  
PORTFÓLIO DE AÇÕES DE EMPRESAS DO SETOR FINANCEIRO**

Trabalho de conclusão do curso de graduação em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharias e Ciências Ambientais do Centro de Engenharias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Professor Dr. Breno Barros Telles do Carmo

Co-orientador: Professor Dr. Thomas Edson Espíndola Gonçalo

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488p

Medeiros, Pablo Picasso Moraes de. Proposta de um framework para subsidiar a geração de um portfólio de ações de empresas do setor financeiro / Pablo Picasso Moraes de Medeiros. – 2019.  
79 f. : il.

Orientador: Breno Barros Telles do Carmo.  
Coorientador: Thomas Edson Espíndola Gonçalves.  
Monografia (graduação) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de Produção, 2019.

1. ações. 2. análise fundamentalista. 3. métodos multicritério. 4. PROMETHEE V. I. Carmo, Breno Barros Telles do, orient. II. Gonçalves, Thomas Edson Espíndola, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

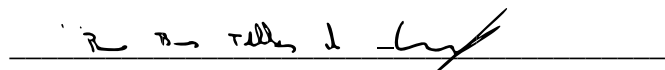
PABLO PICASSO MORAIS DE MEDEIROS

**PROPOSTA DE UM FRAMEWORK PARA SUBSIDIAR A GERAÇÃO DE UM  
PORTFÓLIO DE AÇÕES DE EMPRESAS DO SETOR FINANCEIRO**

Monografia apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido como requisito  
para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Produção.

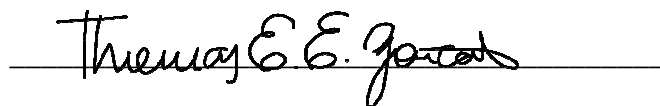
Defendida em: 25 / 07 / 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Breno Barros Telles do Carmo-(UFERSA)

Presidente



Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola Gonçalves (UFERSA) Primeiro

Membro



Profa. Dra. Liana Holanda Nepomuceno Nobre (UFERSA)

Segundo Membro

Este trabalho de pesquisa é inteiramente dedicado aos meus pais, Medeiros e Socorro. Os dois maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos. Muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À minha esposa Alaíde Angélica, pelo apoio incondicional, compreensão e paciência demonstrada durante o período do curso.

Sou grato pela confiança depositada na minha proposta de projeto pelo Prof. Dr. Breno Barros Telles do Carmo, orientador do meu trabalho. Obrigado por me manter motivado durante todo o processo.

Ao Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola Gonçalo, co-orientador desse trabalho, pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo.

À minha amiga Gabriela Colaço, que compartilhou dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Também quero agradecer à Universidade Federal Rural do Semi-Árido e a todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência  
são como os timoneiros que entram no navio sem  
timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu  
destino.”

(Leonardo da Vinci)

## RESUMO:

Diante da complexidade que envolve a correta escolha de ações, uma vez que existem muitas variáveis que influenciam o desempenho financeiro das empresas listadas na bolsa de valores, os métodos multicritério de apoio à decisão surgem como uma ferramenta com potencial para subsidiar o investidor no processo de seleção de ativos. Assim, o presente trabalho propõe um *framework* para auxiliar investidores na geração de um portfólio de investimento em empresas do setor financeiro considerando abordagem da análise fundamentalista. O estudo definiu, junto à investidores selecionados, os filtros de desempenho mínimo, critérios e pesos adequados para seleção de ações do setor financeiro. O portfólio foi determinado com base nas restrições definidas pelos investidores, utilizando para isso o método PROMETHEE V. O trabalho realizou ainda uma etapa posterior de programação linear inteira para definir, dado o orçamento disponível, a quantidade de capital que será alocada a cada ativo do portfólio. A pesquisa fornece ao investidor um método claro e exato para seleção de um portfólio de ações, possibilitando ainda a customização do modelo proposto de acordo com as preferências de cada investidor.

Palavras-Chave: ações, análise fundamentalista, métodos multicritério, PROMETHEE V.



## **ABSTRACT:**

Given the complexity that involves the correct choice of shares, since there are many variables that influence the financial performance of companies listed on the stock exchange, the multi-criteria methods of decision support emerge as a tool that can assist the investor in the process of selecting shares. Thus, the present work aims to develop a framework to subsidize investors in the composition of a portfolio of shares of companies in the financial sector considering the fundamentalist analysis approach. The study defined the minimum performance filters, criteria and appropriate weights for the selection of shares in the financial sector. The portfolio was determined based on the constraints defined by investors, using the PROMETHEE V method. The work also performed an entire linear programming stage to define, given the available budget, the amount of capital that will be allocated to each share of the portfolio. The survey provides the investor with a clear and accurate method for selecting a portfolio of shares, while also enabling the customization of the proposed model according to the preferences of each investor.

**Keywords:** shares, fundamentalist analysis, multi-criteria methods, PROMETHEE V.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Macro visão do mercado financeiro. ....             | 9  |
| Figura 2: Mercado de ações. ....                              | 11 |
| Figura 3: Análise fundamentalista. ....                       | 12 |
| Figura 4: Risco da carteira em função do total de ativos..... | 14 |
| Figura 5: Funções de preferência.....                         | 18 |
| Figura 6: Etapas da pesquisa.....                             | 27 |
| Figura 7: Etapas para definição de critérios e pesos.....     | 29 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Matriz de pontuação de critérios. ....                                                | 39 |
| Tabela 2: Concordância dos investidores (critérios e pesos). ....                               | 40 |
| Tabela 3: Coeficientes de concordância. ....                                                    | 41 |
| Tabela 4: Coeficientes de concordância – Pesos ajustados.....                                   | 42 |
| Tabela 5: Matriz de critérios e pesos.....                                                      | 43 |
| Tabela 6: Matriz de performance das ações selecionadas. ....                                    | 44 |
| Tabela 7: Matriz de fluxos.....                                                                 | 45 |
| Tabela 8: Ranking das alternativas. ....                                                        | 46 |
| Tabela 9: Fluxo líquido, <i>dividend yield</i> e risco ( <i>beta</i> ) de cada alternativa..... | 48 |
| Tabela 10: Portfólio de ações do setor financeiro - PROMETHEE V. ....                           | 49 |
| Tabela 11: Fluxos líquidos adaptados.....                                                       | 50 |
| Tabela 12: Cotação da ação de cada alternativa.....                                             | 51 |
| Tabela 13: Cotação da ação de cada alternativa.....                                             | 52 |
| Tabela 14: Análise de sensibilidade do ranking de alternativas. ....                            | 54 |

## **LISTA DE QUADROS**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1: Características das carteiras recomendadas..... | 5  |
| Quadro 2: Principais métodos da escola americana.....     | 16 |
| Quadro 3: Principais métodos da escola francesa. ....     | 17 |
| Quadro 4: Métodos da família PROMETHEE. ....              | 19 |
| Quadro 5: Características dos trabalhos pesquisados. .... | 25 |

## LISTA DE EQUAÇÕES

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Equação 1: Formulação genérica de uma programação linear inteira. ....               | 21 |
| Equação 2: Cálculo do coeficiente de concordância.....                               | 30 |
| Equação 3: Grau de preferência de uma alternativa “a” sobre uma alternativa “b”. ... | 32 |
| Equação 4: Cálculo do fluxo positivo de uma alternativa. ....                        | 33 |
| Equação 5: Cálculo do fluxo negativo de uma alternativa. ....                        | 33 |
| Equação 6: Cálculo do fluxo líquido de uma alternativa.....                          | 34 |
| Equação 7: Transformação matemática dos fluxos líquidos.....                         | 35 |
| Equação 8: Função objetivo – PROMETHEE V. ....                                       | 35 |
| Equação 9: Restrições da programação linear inteira – PROMETHEE V.....               | 36 |
| Equação 10: Modelagem para alocação de capital. ....                                 | 52 |

## SUMÁRIO

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO                                         | 1  |
| 1.1. OBJETIVO GERAL                                   | 3  |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS                            | 3  |
| 1.3. JUSTIFICATIVA                                    | 3  |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO                                | 8  |
| 2.1. O MERCADO DE AÇÕES                               | 8  |
| 2.2. ANÁLISE FUNDAMENTALISTA                          | 10 |
| 2.3. RISCO                                            | 14 |
| 2.4. MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO         | 15 |
| 2.4.1. MÉTODO PROMETHEE                               | 17 |
| 2.5 – PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA                      | 20 |
| 2.6. MÉTODO DELPHI                                    | 22 |
| 2.7. REVISÃO DA LITERATURA                            | 23 |
| 3. METODOLOGIA                                        | 27 |
| 3.1. SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS POTENCIAIS              | 27 |
| 3.2 – DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E PESOS                 | 29 |
| 3.3. MEDIÇÃO DAS PERFORMANCES                         | 31 |
| 3.4. AGREGAÇÃO DOS RESULTADOS                         | 31 |
| 3.4.1. MÉTODO PROMETHEE V (PORTFÓLIO DE AÇÕES)        | 32 |
| 3.5. ALOCAÇÃO DE CAPITAL (PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA) | 37 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES                            | 38 |
| 4.1. SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS POTENCIAIS              | 38 |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 4.2. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E PESOS                  | 38 |
| 4.4. CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE PERFORMANCE              | 43 |
| 4.5. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE V                  | 45 |
| 4.6. ALOCAÇÃO DE CAPITAL (PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA) | 50 |
| 4.7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE                         | 53 |
| 4.8. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS PELOS INVESTIDORES      | 55 |
| 5. CONCLUSÃO                                          | 57 |
| 6. REFERÊNCIAS                                        | 61 |

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o início dos anos 2000, foi observado um crescimento do número de investidores na bolsa de valores de São Paulo - SP (B3) devido a vários fatores, dentre os quais a estabilização da economia e a queda na taxa de juros observada no período (VIDOTTO et al, 2009).

Esse movimento tem se intensificado ainda mais nos últimos anos, dado que entre junho de 2017 e maio de 2018 houve um crescimento de 18,76% (dezoito vírgula setenta e seis por cento) do número de investidores ativos na bolsa de valores B3 (GOMES, 2018).

A literatura classifica os investidores na bolsa em basicamente dois grandes tipos (TAVARES; SILVA, 2012):

- a) Investidor de curto prazo (*day trade/swing trade*): chamado de “*trader*”, que avalia ativos/ações com base na análise técnica;
- b) Investidor de longo prazo (filosofia *buy and hold*): chamado de “*holder*”, que avalia ativos/ações com base na análise fundamentalista.

O Investidor de longo prazo (*holder*) prioriza a manutenção das ações que possui em seu portfólio de ativos na bolsa, sendo remunerado com dividendos, juros sobre o capital e com a elevação do seu patrimônio a partir da elevação da cotação de suas ações. Assim, ele toma decisões baseadas nos fundamentos econômico-financeiros da empresa e em seu potencial de crescimento futuro. Por outro lado, investidores do tipo *day trade*, lucram com as oscilações de curto prazo na cotação das ações na bolsa, buscando vender seus ativos por um valor maior que o preço de aquisição (BOVESPA, 2019).

Chague e Giovanneti (2019) avaliaram a operação de investidores do tipo *day trade* em dois tipos de ativos (mini dólar e mini índice), com uma amostra de cerca de 20.000 *traders* no Brasil no período compreendido entre os anos de 2012 e 2017. A análise demonstrou que apenas 11,2% (onze vírgula dois por cento) das pessoas que iniciaram a operação nessa modalidade insistiram na atividade após 300 (trezentos) dias de operação.

Ainda segundo os mesmos autores, o lucro médio dos *traders* que insistiram na atividade após o período mencionado foi negativo (cerca de – R\$ 43,30, quarenta e três reais e trinta centavos negativos). Da amostra total inicial, apenas 29 pessoas obtiveram lucro médio diário superior a R\$ 300,00 (trezentos reais). O estudo demonstrou ainda que o desempenho dos *traders* não melhora em função de maior experiência.

Gomes (2018) realizou uma comparação entre as duas estratégias (denominadas A e B) mais utilizadas por investidores *day trade* e o desempenho de um portfólio de ações



baseado na análise fundamentalista. O estudo demonstrou que as estratégias A e B (*day trade*) apresentaram um retorno negativo de -5,34% (cinco vírgula trinta e quatro por cento) e -6,51% (seis vírgula cinquenta e um por cento), respectivamente, ao passo que a carteira baseada na análise fundamentalista obteve um retorno positivo de 18,33% (dezoito vírgula trinta e três por cento) no mesmo período.

Dessa forma, embora exista na bolsa de valores um maior número de pessoas, empresas e organizações que analisam dados e tomam decisões financeiras relativas ao mercado de ações diariamente, constata-se que este tipo de estratégia é arriscada, podendo levar investidores a desistirem da operação no mercado financeiro (LYRIO et al, 2015).

Em virtude dos desafios e limitações demonstradas por Chague e Giovanneti (2019) e Gomes (2018) quanto aos investimentos do tipo “*day trade*”, baseados na análise técnica, o presente estudo será conduzido sob a abordagem fundamentalista para avaliação de ações na bolsa de valores.

Entretanto, independentemente da estratégia utilizada, deve-se ressaltar que existe um risco inerente ao mercado de ações, sendo necessário o uso de ferramentas que auxiliem o investidor na tomada de decisão quanto aos ativos/ações nos quais deve alocar seu capital (VIDOTTO et al, 2009).

A abordagem multicritério pode ser uma abordagem interessante para tratar este tipo de problema, dado que eles subsidiam a tomada de decisão quando existem várias alternativas de escolha, as quais devem ser avaliadas segundo múltiplos critérios (CAVALCANTE; ALMEIDA, 2005).

Segundo Luquet (2007) muitas variáveis podem influenciar os movimentos da economia e o desempenho de ações no mercado financeiro, como por exemplo: resultado das empresas, preço das ações, taxas de juros, câmbio e inflação.

Daibert (2016) afirma que os critérios para escolha de ações são muito diversificados. Dessa forma, faz-se necessário um modelo que considere esses múltiplos fatores na análise de investimentos.

Assim, os modelos multicritério fornecem uma abordagem abrangente e mais adequada a situações reais, posto que a consideração de múltiplos critérios simultaneamente tende a resultar em decisões mais bem elaboradas e assertivas (WERNKE; BORNIA, 2001).

Dentre os diversos métodos multicritério de apoio à decisão disponíveis, destacamos os da família PROMETHEE, que é constituída por um conjunto de métodos que operam de forma similar, os quais além de robustos, possuem como principal característica a

simplicidade, clareza e estabilidade dos resultados (CARVALHO; CARVALHO; CURI, 2011).

O PROMETHEE utiliza uma metodologia não compensatória, o que significa que um bom desempenho em um critério não compensa uma performance negativa em outro critério, em função disso, o método favorece alternativas com desempenho médio mais balanceado em todos os critérios (MORAIS; ALMEIDA, 2002).

Dentre os métodos da família PROMETHEE, destacamos o PROMETHEE V, o qual permite a inclusão de restrições ao modelo multicritério para seleção de um conjunto de alternativas com o intuito de formar um portfólio (ABU-TALEB; MARESCHAL, 1995).

Assim surge a seguinte questão: é possível avaliar ações em investimentos de longo prazo aliando a análise fundamentalista ao uso de métodos multicritério de apoio à decisão?

### 1.1. OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem por objetivo propor um *framework* para subsidiar investidores na geração de um portfólio de investimento em empresas do setor financeiro considerando a análise fundamentalista de ativos.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos do presente trabalho citamos:

- A. Identificar as variáveis consideradas pelos investidores para seleção de portfólio;
- B. Desenvolver um modelo multicritério de apoio à decisão de portfólio de investimentos;
- C. Validar o modelo desenvolvido para um caso investimento em empresas do setor financeiro.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa se torna relevante face à escassez de ferramentas de análise de investimento que exponham de forma clara e direta ao investidor um método científico e exato que possa ser utilizado para gerar um portfólio (carteira) de ações.

Realizamos uma pesquisa entre as corretoras e agências de análise de investimento que disponibilizam gratuitamente uma carteira de ações recomendada. O intuito da pesquisa foi identificar as características em comum entre essas carteiras e as lacunas existentes nas recomendações fornecidas. As instituições analisadas são apresentadas no Quadro 1.

A pesquisa identificou que as instituições financeiras oferecem, em sua maioria, carteiras focadas para investimentos de longo prazo. Contudo, essas carteiras não segmentam o portfólio pelo setor de atuação da empresa (ação), o que pode indicar que a análise não considera as peculiaridades deste setor.

Verificamos também que a maior parte dos portfólios não estabelece um requisito mínimo a ser atingido para que a ação possa ser considerada na composição da carteira recomendada pelas instituições.

Ainda acerca das carteiras recomendadas, é possível verificar que as corretoras e agências de análise de investimento não informam o método utilizado para determinar as ações da carteira.

Igualmente, averiguamos que algumas instituições financeiras indicam qual o percentual de participação que cada empresa (ação) deve possuir na composição total da carteira, contudo não é indicado o método para determinação desse percentual de participação. O Quadro 1: **Características das carteiras recomendadas**, demonstra as principais características de cada carteira recomendada analisada.

Quadro 1: Características das carteiras recomendadas.

| Instituição           | Foco no longo prazo? | Divide por setor? | Filtro de desempenho mínimo? | Método formal? | Método aberto? | Tamanho da carteira | Indica % de alocação? | Método de alocação aberto? |
|-----------------------|----------------------|-------------------|------------------------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|
| XP Investimentos      | S                    | N                 | S                            | N.I            | N              | 5                   | N                     | N                          |
| Toro Radar            | N.I.                 | N                 | N.I                          | N.I            | N              | 5                   | S                     | N                          |
| Rico Investimentos    | S                    | N                 | N                            | N.I.           | N              | 12                  | S                     | N                          |
| BTG Pactual           | N.I.                 | N                 | N.I                          | N.I            | N              | 6                   | S                     | N                          |
| Elite Investimentos   | N.I.                 | N                 | N.I.                         | N.I.           | N              | 11                  | N                     | N                          |
| Terra Investimentos   | S                    | N                 | N                            | N.I            | N              | 7                   | N                     | N                          |
| Necton                | S                    | N                 | N                            | N.I.           | N              | 10                  | S                     | N                          |
| Genial Investimentos  | S                    | N                 | S                            | N.I.           | N              | 10                  | S                     | N                          |
| Nova Futura Corretora | N.I                  | N                 | N                            | N              | N              | 10                  | S                     | N                          |
| BB Investimentos      | N.I                  | N                 | N                            | N              | N              | 10                  | N                     | N                          |
| Planner Corretora     | S                    | N                 | N                            | N              | N              | 5                   | N                     | N                          |
| Coinvalores           | S                    | N                 | N                            | N.I.           | N              | 10                  | S                     | N                          |
| Ativa investimentos   | S                    | N                 | N                            | N              | N              | 10                  | N                     | N                          |
| Modal Mais            | N.I                  | N                 | S                            | N              | N              | 5                   | N                     | N                          |

Legenda:

S – SIM; N – NÃO; N.I – Não informado.

Fonte: Autoria própria, 2019.

Vale destacar que todas as carteiras realizam uma breve análise dos aspectos econômicos recentes que podem impactar os negócios de cada empresa indicada. Esses dados, embora relevantes para análise da empresa e do seu setor de atuação, não explicam

inteiramente o motivo de escolha de uma ação. As instituições não evidenciam de maneira clara os critérios para seleção da carteira recomendada.

Esses agentes de investimento afirmam que as carteiras são selecionadas com base em algumas diretrizes genéricas, contudo não é exposta a forma como as ações são escolhidas dentre todos os ativos que atendem à essas diretrizes. No intuito de exemplificar o generalismo mencionado, destacamos a seguir um trecho retirado do site da XP investimentos:

“As principais características que buscamos nos papéis que compõem a carteira são: a) A perspectiva de pagamento contínuo de dividendos e um yield atrativo, ou seja, que paguem um dividendo em % do preço da ação atrativo e recorrentemente; b) Empresas que tenham uma gestão de qualidade e operem um negócio sólido, pois isso é essencial para que o pagamento de dividendos seja sustentável; e c) Empresas de natureza mais defensiva, importante para o fluxo contínuo de dividendos, mas que se encontrem em um ponto de entrada interessante, buscando apreciação da carteira (LUKETIC, 2019).”

Dessa forma, o presente trabalho visa preencher essa lacuna identificada nas ferramentas de análise de investimento disponíveis atualmente. Buscamos implementar uma abordagem com metodologia exata para seleção de empresas do setor financeiro. O método estará disponível para consulta e análise pelos investidores.

Além disso, o método proposto neste trabalho garante um desempenho mínimo das ações selecionadas, utilizando para isso uma filtragem das alternativas potenciais. A abordagem indicará também um modelo para distribuição da alocação de capital no portfólio. Destacamos que, embora algumas instituições indiquem o percentual de alocação, nenhuma delas estabelece um modelo formal para essa distribuição de capital.

Conforme podemos observar no Quadro 1: **Características das carteiras recomendadas**, não existe no mercado uma ferramenta de análise de investimentos que corresponda à todas as características do *framework* proposto nesta pesquisa.

O trabalho se justifica ainda devido a inexistência de publicações que aliem o método PROMETHEE V à uma etapa posterior de programação linear inteira para determinação da quantidade de ações a comprar de cada ativo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir apresentaremos os principais conceitos teóricos relativos ao trabalho desenvolvido. Será apresentada uma abordagem geral sobre o mercado de ações, análise fundamentalista, risco no mercado de ações, métodos multicritério de apoio à decisão, método PROMETHEE e ainda acerca de trabalhos correlatos ao tema proposto no presente estudo.

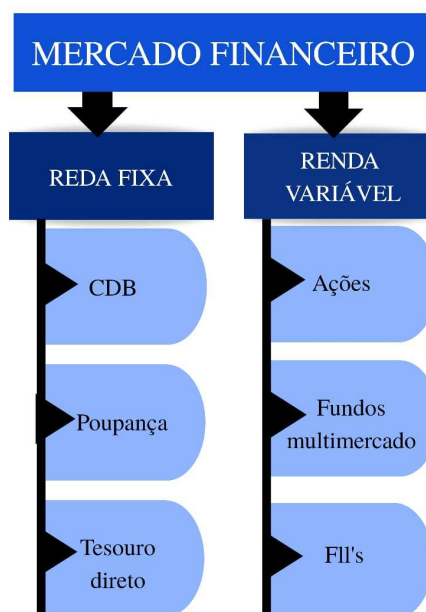
### 2.1. O MERCADO DE AÇÕES

O mercado de ações constitui parte do mercado financeiro. Dois grandes grupos de investimentos formam o amplo mercado financeiro (BOVESPA, 2019):

- a) Renda fixa: compreende aplicações cujo rendimento é previamente definido no momento da contratação/compra do ativo. Esse tipo de aplicação apresenta menor risco, oferecendo, contudo, menores rendimentos. Como exemplos desse tipo de investimento, citamos alguns títulos do tesouro nacional e aplicações em CDB - crédito direto ao banco (CERBASI, 2008);
- b) Renda variável: compreende aplicações cujo rendimento é volátil, oscilando em função das variações e tendências do mercado. Esse tipo de aplicação apresenta maior risco, oferecendo, contudo, maiores ganhos. Como exemplos desse tipo de investimento, citamos fundos de investimento, ações e fundos imobiliários (ANDREZO; LIMA, 1999).

A Figura 1 apresenta as grandes áreas do mercado financeiro e exemplifica algumas das opções presentes em cada segmento com o objetivo de facilitar a compreensão da segmentação do mercado financeiro.

Figura 1: Macro visão do mercado financeiro.



Fonte: Elaboração própria, 2019.

Cabe ainda mencionar que as opções de investimento descritas em cada segmento da Figura 1 são apenas exemplos e não constituem uma lista exaustiva das alternativas existentes nesses mercados, uma vez que existem ainda diversas outras possibilidades disponíveis nos referidos segmentos.

Assim, ações são ofertadas no mercado de renda variável. Uma ação é a menor fração do capital de uma empresa. Em geral, o motivo para empresas venderem parte de seu próprio negócio é a necessidade de financiamento a baixo custo para sustentar o crescimento do empreendimento (BOVESPA, 2019).

Para que uma empresa possa ofertar ações em uma bolsa de valores, ela deve cumprir uma série de exigências estabelecidas pela legislação do país na qual ela está inserida. No caso do Brasil, a organização precisa ser uma sociedade anônima e atender as regras da bolsa de valores e da Comissão de Valores Mobiliários - CVM. Após adquirir ações de uma empresa, os investidores tornam-se sócios dela. Posteriormente, as ações podem ser negociadas entre os investidores no ambiente de negociação da Bolsa (BOVESPA, 2019).

Cabe ressaltar que ao adquirir ações de uma empresa, o investidor passa a gozar de alguns direitos previstos em lei, tais como (BOVESPA, 2019):

- a) Participação nos resultados, proporcionalmente ao número de ações que detém;



- b) Bônus de subscrição, que representa o direito preferencial de aquisição de novas ações em caso de aumento de capital, sendo que esse direito é proporcional à quantidade de ações que o investidor detém;
- c) Bonificação, que consiste na distribuição gratuita de ações aos atuais acionistas, em função do aumento de capital por meio da incorporação de reservas e lucros. Essa distribuição é realizada de forma proporcional ao número de ações que cada investidor detém.

A bolsa de valores de São Paulo – SP (B3 – BOVESPA) é a organização encarregada de administrar o ambiente no qual ocorrem as negociações, onde é possível adquirir e vender ações das empresas que captaram recursos no mercado financeiro, oferecendo visibilidade e transparência ao processo (LUQUET; ROCCO, 2007).

Quanto ao retorno sobre o capital investido, existem duas principais maneiras de obtenção de resultados financeiros no mercado de ações (BOVESPA, 2019):

- a) Dividendos: parcela do lucro da empresa que é distribuída aos acionistas, proporcionalmente ao número de ações que cada investidor detém.
- b) Valorização do preço da ação: quando o a cotação da ação no mercado é maior que o preço pago pelo investidor na compra.

Cabe destacar que existe um risco inerente à operação com renda variável, sobretudo quando falamos do mercado de ações. Assim, no investimento em ações não há garantia de retorno positivo, podendo haver inclusive diminuição do patrimônio do investidor, uma vez que o pagamento de dividendos pode não ocorrer, posto que esse pagamento depende da disponibilidade de caixa; e ainda, a cotação de uma ação pode oscilar para níveis inferiores ao patamar de aquisição, dado que o preço da ação oscila em função de diversas variáveis de mercado (MARTINI, 2013).

Neste sentido, a escolha de um portfolio de ações que represente maior potencial de retorno é importante para a tomada de decisão do investidor.

## 2.2. ANÁLISE FUNDAMENTALISTA

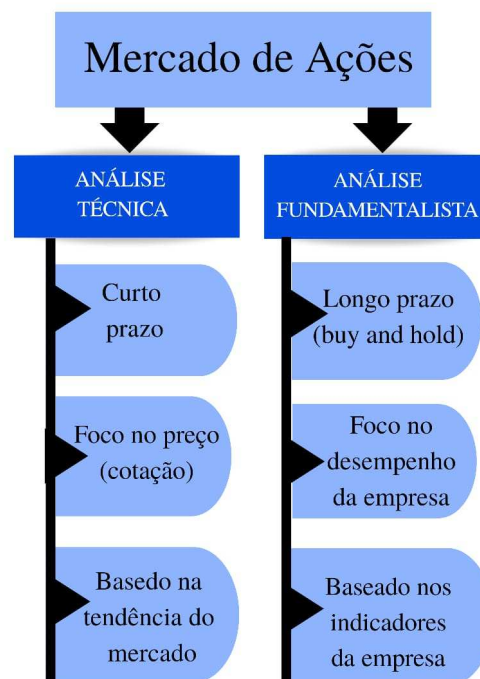
Conforme mencionamos, existem dois grandes tipos de investidores no mercado de ações:

- a. Investidores *day trade*, associados à análise técnica, os quais buscam principalmente ganho de capital com variações de curto prazo na cotação de

uma determinada ação. Esse tipo de investidor pode comprar uma ação e vendê-la no mesmo dia e;

- b. Investidores de longo prazo, baseados na análise fundamentalista, os quais buscam a manutenção do capital e seu crescimento gradual e consistente; suas escolhas são baseadas no que denominam “fundamentos” da empresa (indicadores financeiros/econômicos) e também no potencial de crescimento futuro do negócio (LYRIO, 2015). A Figura 2 ilustra a divisão apresentada neste parágrafo.

Figura 2: Mercado de ações.



Fonte: Autoria própria, 2019.

A avaliação de empresas baseada na análise fundamentalista é composta por quatro macro etapas: análise econômica, análise por múltiplos, determinação do preço justo e análise financeira. Essas avaliações fornecem ao investidor uma visão integrada e sistêmica da empresa, o que possibilita uma análise realista de fatores internos e externos que podem influenciar no sucesso da organização (BOVESPA, 2019). A Figura 3, ilustra as quatro componentes da análise fundamentalista.

Figura 3: Análise fundamentalista.



Fonte: Autoria própria, 2019.

A análise econômica investiga o contexto econômico no qual a empresa está inserida e o quanto cada fator econômico pode influenciar seus resultados, analisando, portanto, fatores externos à organização. São avaliados fatores como inflação, taxa de juros, câmbio e balança comercial (BOVESPA, 2019).

A análise financeira é uma análise de fatores internos da organização, verificando a qualidade da administração da empresa através do exame de indicadores financeiros associados à liquidez, rentabilidade e endividamento (LIMA *et al.*, 2009).

A seguir apresentamos alguns dos principais indicadores financeiros utilizados na análise fundamentalista (BOVESPA, 2019):

- a) **Liquidez Corrente** =  $\text{Ativo Circulante} / \text{Passivo Circulante}$ , indica se os recebíveis da empresa são maiores ou menores que suas dívidas no curto prazo;
- b) **Dívida Líquida**, representa tudo que a empresa deve (dívida bruta) subtraídas suas disponibilidades (dinheiro em caixa);
- c) **Lucro Líquido**, é a soma de todas as receitas da empresa subtraídas das despesas, custos e pagamento de impostos no período;
- d) **Margem Líquida** =  $\text{Lucro líquido} / \text{Receita líquida}$ , reflete o quanto sobra de lucro para a empresa em proporção à receita;

- e) Retorno sobre o patrimônio líquido – *Return on equity* (ROE) = Lucro líquido / Patrimônio líquido, apresenta o percentual e retorno anual, em lucro, que a empresa obtém em relação ao patrimônio líquido da organização;
- f) Retorno sobre o capital investido – *Return on invested capital* (ROIC), expressa percentualmente o retorno anual sobre o capital aplicado na empresa;
- g) *Dividend Yield* = dividendo pago por ação / cotação da ação, é o retorno anual em dividendos que a empresa paga aos acionistas.

A análise por múltiplos, ou análise relativa, avalia a relação entre um indicador de uma empresa ou sua cotação e outra variável do negócio, como por exemplo patrimônio ou lucro. A análise por múltiplos permite uma parametrização para comparação de desempenho entre duas empresas listadas na bolsa de valores (CHAVES; ROCHA, 2004).

A seguir apresentamos alguns dos principais indicadores de análise por múltiplos utilizados na análise fundamentalista:

- a) Preço/Lucro = (Cotação da ação x nº total de ações) / Lucro no período, esse número por ser interpretado como a quantidade de anos de lucro necessários para que o lucro acumulado se iguale à cotação da ação;
- b) Dívida/Patrimônio, indica a capacidade da empresa honrar suas dívidas com o seu patrimônio;
- c) Preço/Valor Patrimonial, analisa comparativamente o valor da empresa no mercado (cotação x nº de ações) e o valor contábil patrimonial;
- d) Lucro por ação (LPA) = Lucro líquido / Nº total de ações, representa o valor monetário de lucro no período proporcional a uma única ação.

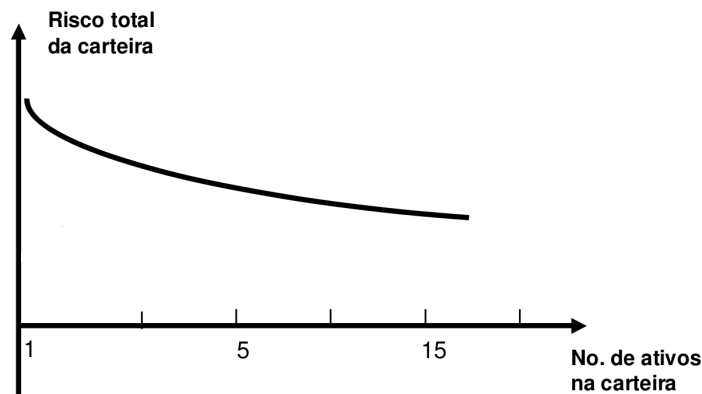
A avaliação de preço justo, também conhecida como *valuation*, busca determinar o valor de uma empresa com base na perspectiva de geração futura de resultados do negócio. Essa avaliação investiga se a cotação da empresa se encontra em um patamar adequado, inferior ou superior ao valor justo da ação; assim, com essa análise é possível identificar oportunidades em ações cotadas a valores inferiores ao seu preço justo. Nessa abordagem, o valor da empresa é o valor presente do somatório de todos os dividendos futuros esperados da ação (BODIE, KANE; MARCUS, 2002; GORDON, 2013).

### 2.3. RISCO

O risco está associado à incerteza quanto aos resultados de um empreendimento, no nosso caso, aos resultados de uma empresa (KOBORI, 2019).

O risco no mercado de capitais foi inicialmente estudado por Harry Markowitz, que analisou a variância do retorno individual de cada ativo em relação ao retorno médio esperado para a carteira de investimentos. Posteriormente, estudou os benefícios da diversificação, analisando a variação dos retornos em relação à uma média de mercado pré-definida (BELLI *et al.*, 2017). A Figura 4 exemplifica o benefício da redução de risco em função da diversificação de uma carteira de investimentos. Assim, constata-se que o risco total é reduzido à medida que novos ativos são inseridos na carteira.

Figura 4: Risco da carteira em função do total de ativos.



Fonte: Adaptado de Prates, 2016.

No mercado de ações brasileiro, o risco de uma empresa é avaliado com base na variância da cotação de sua ação em torno do índice Bovespa - Ibovespa, sendo tal risco expresso por “ $\beta$ ”, valor calculado e fornecido por sistemas de informações financeiras (KOBORI, 2019). Assim:

- a)  $\beta = 1$  significa que a cotação da ação acompanha exatamente o índice Bovespa;
- b)  $\beta < 1$  significa que a ação possui uma variabilidade menor que o índice Bovespa. Assim, se o beta da empresa é de 0,5, uma variação no Ibovespa de 10% resultará em uma variação e apenas 5% na cotação da empresa;
- c)  $\beta > 1$  significa que a ação possui uma variabilidade maior que o índice Bovespa. Assim, se o beta da empresa é de 1,8, uma variação no Ibovespa de 10% resultará em uma variação de 18% na cotação da empresa.

## 2.4. MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

Os métodos multicritério de apoio à decisão (*multicriteria decision aid* - MCDA) são ferramentas que auxiliam no processo de decisão em problemas que envolvem múltiplos critérios considerados na análise. Os problemas abordados pela abordagem MCDA são caracterizados pela existência de um conjunto de alternativas potenciais que devem ser avaliadas cada uma em mais de um critério, onde a probabilidade de uma alternativa apresentar a melhor performance em todos os critérios é reduzida (ALMEIDA, 2011).

Assim, os métodos MCDA são úteis para solucionar problemas que apresentem as seguintes características: a) indicadores multidimensionais (os indicadores não são expressos na mesma unidade); e b) objetivos conflitantes (não se pode maximizar o desempenho da alternativa em todos os indicadores ao mesmo tempo). Vale ainda ressaltar que a abordagem MCDA é baseada em múltiplos objetivos e no julgamento de valor dos decisores (ROY, 2005).

Destacamos que os métodos multicritério não eliminam a necessidade de um decisor humano, como também não vinculam obrigatoriamente a escolha do decisor ao resultado do modelo. Esses métodos são apresentados como uma ferramenta que oferece um embasamento exato e científico que pode conduzir o decisor à melhor escolha (DA COSTA; BELDERRAIN, 2009).

Segundo Gomes e Gomes (2007), é importante lembrar que os métodos multicritério se constituem em um apoio à decisão e que o auxílio à decisão é diferente da tomada de decisão. Dessa forma, os modelos visam auxiliar os decisores na compreensão de suas preferências em relação aos critérios adotados e alternativas disponíveis.

De acordo com Roy (1996), os métodos multicritério podem ser utilizados para solucionar quatro tipos básicos de problemas:

- a) Problema do tipo alfa ( $\alpha$ ): procura classificar as alternativas potenciais em dois grupos – aceitável e não-aceitável;
- b) Problema do tipo beta ( $\beta$ ): procura agrupar as alternativas em classes (categorias);
- c) Problema do tipo gama ( $\gamma$ ): procura ordenar as alternativas avaliadas;
- d) Problema do tipo sigma ( $\sigma$ ): procura descrever o problema abordado com o intuito de obter uma melhor compreensão dele.

Além do tipo de problema abordado, a literatura classifica também os tipos de método multicritério. No presente trabalho adotaremos a classificação proposta por Roy (1996), na

qual os métodos multicritério são divididos em três classes: escola americana; escola francesa e métodos interativos.

A escola americana, caracterizada pela abordagem do critério único de síntese, agrega os resultados de diferentes critérios em uma única função de síntese, utilizando na maior parte dos casos uma soma ponderada para realizar esse cálculo (ALMEIDA, 2005). Dentre os métodos da escola americana destacamos os métodos SMART, TOPSIS e AHP. As principais características desses métodos são apresentadas no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2: Principais métodos da escola americana.

| MÉTODO                                                                 | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Simple Multicriteria Attribute Rating Tecnique (SMART)                 | Julga a avaliação das alternativas considerando o pior e melhor estímulos, utiliza aproximações lineares das funções utilidade multidimensional. A agregação das preferências nas alternativas e critérios é aditiva, ou seja, considera <i>trade-offs</i> entre critérios. É um método de ordenação de alternativas. Derivação: SMARTS, com swing de pesos.                                                                                                                                                                      |
| Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution (TOPSIS) | Avalia o desempenho das alternativas através da similaridade desta com a solução ideal, assim a melhor alternativa seria aquela que é a mais próxima da solução ideal positiva e a mais distante da solução ideal negativa. A solução ideal positiva sendo aquela que maximiza os critérios de benefício e minimiza os critérios de custo; já a solução ideal negativa maximiza os critérios de custo e minimiza os critérios de benefício. É um método de ordenação de alternativas e permite <i>trade-offs</i> entre critérios. |
| Analytic Hierarchy Process (AHP)                                       | Decompõe o problema em diversos em fatores, com relações entre si, por meio da construção de uma hierarquia. Possibilita ao decisor definir prioridades e realizar o julgamento de preferências entre alternativas, comparando-as em pares para cada critério por meio de matrizes e baseados na escala numérica de Saaty. É um método de ordenação das alternativas e considera <i>trade-offs</i> entre critérios.                                                                                                               |

Fonte: Adaptado de Guarnieri, 2015.

Cumpre ainda destacar que o método de análise hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* - AHP) foi um dos primeiros modelos multicritério a surgir, proposto por Thomas Saaty em 1980 (OLIVEIRA; BELDERRAIN, 2008).

A escola francesa aborda problemas multicritério através da construção de relações de superação que representem as preferências do decisor. Essas relações entre as alternativas são exploradas de forma classificar ou ordenar as alternativas (BELTON; STEWART, 2002). Dentre os métodos da escola francesa, destacamos os métodos das famílias ELECTRE e

PROMETHEE. As principais características desses métodos são apresentadas no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3: Principais métodos da escola francesa.

| MÉTODO                                                          | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elimination and Choice Translating Algorithm (ELECTRE)          | Compreende dois procedimentos principais: I) construção de uma ou várias relações de superação; e, II) exploração desta (s) relação (s). A construção de uma relação ou mais relações de superação tem como objetivo comparar cada par de alternativas. O método não permite <i>trade-offs</i> entre critérios. Derivações: ELECTRE I e IS (escolha e ordenação); ELECTRE II, III e IV (ordenação); ELECTRE TRI (classificação). |
| Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) | Consiste em realizar a comparação das alternativas em pares e construir uma relação de superação de valores, destacando-se por buscar envolver conceitos e parâmetros que tem interpretação física ou econômica. Não permite <i>trade-offs</i> entre critérios. Derivações: PROMETHEE II (ordenação); PROMETHEE III e IV (ordenação); PROMETHEE V (ordenação); PROMETHEE VI (ordenação); PROMSORT (classificação).               |

Fonte: Adaptado de Guarnieri, 2015.

Além das escolas americana e francesa, Roy (1996) também menciona em sua classificação os métodos iterativos, os quais utilizam técnicas computacionais baseados na lógica de tentativa e erro.

#### 2.4.1. MÉTODO PROMETHEE

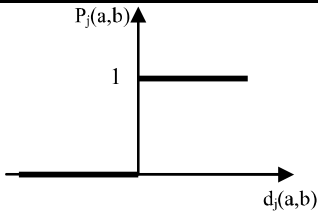
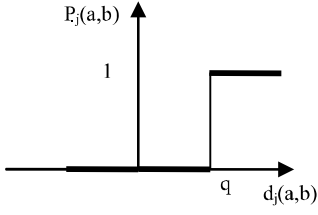
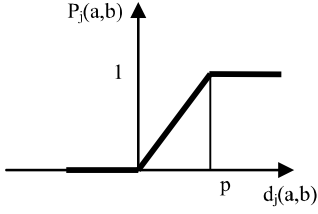
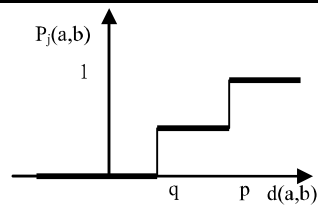
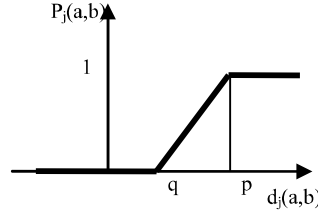
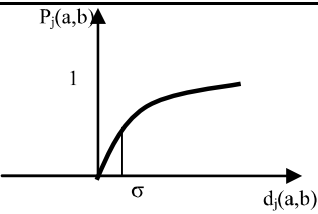
Segundo Lopes, Muñoz e Urbistondo (2018), o método PROMETHEE tem sido aplicado para apoio à decisão na resolução de problemas de diversas áreas, tais como: administração, logística e finanças.

O método PROMETHEE baseia-se na comparação binária de alternativas em todos os critérios, considerando os limiares de discriminação de indiferença e preferência. Os resultados agregados são a base para estabelecer a superação de uma alternativa em detrimento de outra.

Este método propõe um conjunto de funções de preferência, apresentadas na Figura 5, para modelar os sistemas de preferência dos tomadores de decisão (BRANS; MARESCHAL, 2005; MARINONI, 2005; LE TÉNO; MARESCHAL, 1998; GOUMAS; LYGEROU, 2000; HYDE *et al.*, 2003).



Figura 5: Funções de preferência.

| Tipo de Critério                                              | Representação                                                                       |                                                                                                                                                                   | Parâmetros |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| (I)<br>Critério Usual                                         |    | $P_j(a,b) = \begin{cases} 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \\ 1 & \text{se } d_j(a,b) > 0 \end{cases}$                                                              | -          |
| (II)<br>Quase-Critério                                        |    | $P_j(a,b) = \begin{cases} 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \\ 1 & \text{se } d_j(a,b) > q \end{cases}$                                                              | q          |
| (III)<br>Critério de preferência linear                       |   | $P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ d_j(a,b)/p & \text{se } 0 < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \end{cases}$               | p          |
| (IV)<br>Critério de nível                                     |  | $P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ 1/2 & \text{se } q < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \end{cases}$                      | q, p       |
| (V)<br>Critério de preferência linear com zona de indiferença |  | $P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ [d_j(a,b) - q] / (p - q) & \text{se } q < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \end{cases}$ | q, p       |
| (VI)<br>Critério gaussiano                                    |  | $P_j(a,b) = \{1 - \exp\{-[d_j(a,b)]^2 / 2\sigma^2\}\}$                                                                                                            | σ          |

Fonte: Adaptado de De Souza, 2018.

O referido método possui caráter não compensatório (ARAÚJO; ALMEIDA, 2009). Assim, um desempenho acima da média em um único critério não compensa um desempenho

insatisfatório em outro critério, o que contribui para que a alternativa escolhida possua um desempenho uniformemente satisfatório em todos os critérios e não apenas um desempenho excelente em um dos critérios e performances insuficientes nos demais.

A literatura descreve sete diferentes métodos da família PROMETHEE. O Quadro 4 apresenta as principais características de cada um deles.

Quadro 4: Métodos da família PROMETHEE.

| MÉTODO         | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROMETHEE I    | Pré-ordem parcial das alternativas, destinada à problemática de ordenação.                                                                                                                                                                  |
| PROMETHEE II   | Estabelece uma pré-ordem completa entre as alternativas, destinada à problemática de ordenação.                                                                                                                                             |
| PROMETHEE III  | Ampliação da noção de indiferença, tratamento probabilístico dos fluxos (preferência intervalar).                                                                                                                                           |
| PROMETHEE IV   | Pré-ordem completa ou parcial, destinada à problemática de escolha e ordenação em situações onde o conjunto de soluções viáveis é contínuo.                                                                                                 |
| PROMETHEE V    | Nessa implementação, após estabelecer uma ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II), são introduzidas restrições, identificadas no problema, para as alternativas selecionadas; incorpora-se uma filosofia de otimização inteira. |
| PROMETHEE VI   | Pré-ordem completa ou parcial. Problemática de escolha e ordenamento. Destinado às situações em que o decisor não consegue estabelecer um valor fixo de peso para cada critério                                                             |
| PROMETHEE GAIA | Extensão dos resultados do PROMETHEE, através de um procedimento visual e interativo.                                                                                                                                                       |

Fonte: Adaptado de De Sousa Silva; Schramm; De Carvalho, 2014

O presente trabalho utilizará o método PROMETHEE V para definição de um portfólio de ações. Em virtude disso, a seguir são apresentados detalhes sobre a implementação do método PROMETHEE II, que constitui a primeira etapa do PROMETHEE V, e sobre a programação linear inteira que constitui a segunda etapa do PROMETHEE V.

O método PROMETHEE II utiliza fluxos de superação para indicar a força ou fragilidade que cada alternativa tem em uma comparação global única com todas as outras alternativas. Esses fluxos possibilitam estabelecer um ranking das alternativas potenciais (BRANS; MARESCHAL, 2005). Assim:

a) Fluxo positivo ( $\Phi+$ ): Indica a força da superação da alternativa, ou seja, o quanto aquela alternativa vence as demais globalmente em todos os critérios;

b) Fluxo negativo ( $\Phi-$ ): Indica a fraqueza da superação da alternativa, ou seja, o quanto aquela alternativa perde para as demais globalmente em todos os critérios;

c) Fluxo líquido, ou balanço de fluxo ( $\Phi$ ): Indica o resultado geral da alternativa, sendo calculado pela subtração do fluxo negativo do fluxo positivo, indicando o quanto a alternativa supera as demais e ao mesmo tempo não é superada.

O método PROMETHEE V visa selecionar um conjunto de alternativas, obedecendo à algumas restrições impostas pelo decisor/investidor, de modo a compor um portfólio de alternativas (ALMEIDA; VETSCHERA, 2012). As restrições podem estar relacionadas aos recursos de orçamento, de desempenho, ou outras variáveis significativas ao decisor.

A abordagem matemática do método PROMETHEE V para determinação de um portfólio de alternativas consiste na execução de duas etapas, conforme apresentado a seguir (BRANS; MARESCHAL, 1992):

- 1ª Etapa: Geração do ranking das alternativas de acordo com seu fluxo líquido, utilizando o método PROMETHEE II;
- 2ª Etapa: Execução de uma programação linear inteira para determinação de um portfólio de um número 'n' de alternativas, estando a programação sujeita a restrições determinadas pelos decisores.

Destaca-se que a função objetivo da programação linear (2ª etapa) visa maximizar a escolha de alternativas com maior fluxo líquido possível (ALMEIDA; ALMEIDA; SILVA, 2015).

A seguir apresentaremos uma breve explanação sobre programação linear inteira, uma vez que esse tipo de programação será utilizado no segundo passo do método PROMETHEE V e também em uma etapa posterior à aplicação desse método.

## 2.5 – PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA

A programação linear inteira tem auxiliado a resolução de problemas de diversos segmentos econômicos, tais como: indústria, agronegócio, comércio e setor de serviços. Como exemplo de produtos da programação linear inteira, citamos o roteamento de entregas, localização de instalações, dimensionamento de itens e sequenciamento de atividades (CAVALI; RANGEL, 2004; VERA *et al.*, 2003).

Em problemas de programação linear inteira, temos uma função objetivo do tipo linear e uma série de restrições que devem ser obedecidas na resolução do problema. Tanto a função objetivo quanto as restrições estão relacionadas às variáveis de decisão da programação (TOLENTINO, 2007).

A solução de uma programação linear inteira exige que uma ou mais variáveis de decisão assumam valores inteiros. Assim, os valores dessas variáveis são atribuídos de modo a maximizar (ou minimizar, conforme o caso) o valor da função objetivo sem que as restrições impostas sejam violadas (LACHTERMACHER, 2004).

De acordo com Tolentino (2007), a forma de apresentação de um problema de programação linear inteira é apresentada na Equação 1.

Equação 1: Formulação genérica de uma programação linear inteira.

*Maximizar (ou minimizar):*

$$z = \sum_{j \in N} c_j \cdot x_j$$

Sujeito a:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} \cdot x_j \approx B_i$$

$$x_j \geq 0, j \in N$$

$$x_j \text{ inteiro}$$

Onde:

$C_j$ ,  $a_{ij}$  e  $B_i$ : constantes conhecidas para todo “i” e “j”;

\* O parâmetro representado por “ $\approx$ ” pode assumir os valores “=” (igual); “ $\geq$ ” (maior ou igual) ou ainda “ $\leq$ ” (menor ou igual), de acordo com o tipo de restrição.

Fonte: Adaptado de Barboza (2005).

Existem vários métodos de solução de programação utilizados para resolver problemas de programação linear inteira, dentre os quais destacamos: geração de colunas, algoritmo de Gomory e o método *Branch-and-Bound*, sendo este último o método mais utilizado atualmente no que se refere à programação linear inteira (FLORENTINO, 2005).

No tópico seguinte é apresentado o método Delphi, que foi utilizado neste trabalho para definir os critérios e pesos do modelo multicritério por meio de questionários aplicados à investidores especialistas em análise fundamentalista.

## 2.6. MÉTODO DELPHI

O método Delphi é uma técnica de previsão criada na *Rand Corporation* (Santa Mônica, Califórnia, EUA), no ano de 1966. O objetivo da técnica é conhecer antecipadamente a probabilidade de ocorrência de determinado evento futuro. Para isso, a técnica realiza entrevistas sistematizadas com diferentes especialistas na área abordada, sendo realizadas várias rodadas de entrevistas com o intuito de obter consenso por parte dos especialistas quanto ao tema questionado (OLIVEIRA, 2008).

O método Delphi possui quatro pilares básicos (SÁFADI, 2001), descritos a seguir:

- a) Anonimato: nenhum dos especialistas consultados deve conhecer a identidade dos demais especialistas. Essa condição busca garantir a igualdade de expressão das ideias, evitando que, em função de sua posição ou capacidade de oratória, um especialista influencie as respostas dos demais;
- b) Uso de especialistas: as pessoas consultadas devem possuir conhecimento aprofundado sobre o assunto em análise e deve ainda ser garantida a liberdade de expressão de opinião de cada especialista, requisito cujo atendimento é auxiliado pela característica de anonimato do método;
- c) Rodadas interativas: os participantes devem tomar conhecimento das opiniões expressas pelos demais especialistas (sem saber quem a emitiu), o que auxilia a análise de suas posições e possíveis revisões de opiniões expressas em rodadas anteriores;
- d) Consenso: ao fim da aplicação do método, os especialistas devem concordar e obter um nível mínimo de consenso quanto ao tema.

Citamos ainda como vantagens do método Delphi, além das características dos quatro pilares citados, o uso do “feedback controlado”, em que os especialistas recebem um resumo de todas as considerações realizadas por todos os especialistas ao fim de cada rodada de entrevistas (OLIVEIRA, 2008).

## 2.7. REVISÃO DA LITERATURA

Realizamos uma revisão da literatura relacionada à investimentos na bolsa de valores, sobretudo quanto à análise fundamentalista. Buscamos também trabalhos relacionados à aplicação do método PROMETHEE V e programação linear inteira como auxílio à decisão no mercado de ações. O objetivo dessa investigação foi localizar estudos correlatos ao presente trabalho.

Gomes (2018) avaliou as principais estratégias utilizadas por investidores *day trade* em operações de curto prazo na bolsa de valores de São Paulo. O estudo apresentou ao leitor a metodologia utilizada por *traders* para compra e venda de ações e avaliou a eficácia destas estratégias para geração de retorno aos investidores.

Daibert (2016) identificou os principais critérios utilizados por investidores qualificados para compra e venda de ações na bolsa de valores. Vale ressaltar que o trabalho de Daibert (2016) indicou os critérios utilizados, contudo não estabeleceu um método de seleção das ações. Destacamos ainda que o estudo do autor, por ser voltado para investidores qualificados, não considerou as preferências de pequenos investidores do tipo pessoa física.

Malta e De Camargos (2016) realizaram um estudo com o intuito de constatar as variáveis fundamentalistas determinantes do retorno acionário de empresas brasileiras. Os autores concluíram que os indicadores que possuem maior influência no desempenho gerado aos acionistas são o retorno sobre patrimônio líquido (ROA), o percentual de participação de capitais de terceiros na organização (PCT) e o Lucro por ação (LPA). Esse trabalho também não determinou um modelo para seleção de ações.

Lima *et al.* (2006) utilizaram a metodologia multicritério de apoio a decisão (MCDA) para construir modelos para avaliar empresas de pequeno porte no Brasil. Este estudo se baseou nas percepções e juízos de valor do investidor. O modelo proposto pelos autores define o valor de cada empresa individualmente com base nas variáveis consideradas relevantes pelo decisor, contudo não realiza a ordenação ou classificação de empresas.

Da Costa e Júnior (2013) propuseram uma metodologia para pré-seleção de ativos financeiros utilizando o método TOPSIS. O estudo resultou na ordenação das alternativas de investimentos com base em critérios quantitativos e qualitativos.

Sant'Anna, Nogueira e Rabelo (2012) utilizaram a combinação dos métodos TOPSIS e CPP para avaliar a qualidade de ativos de renda variável. O desempenho dos ativos foi avaliado em critérios qualitativos como IGC, ITAG e ISE e também em critérios quantitativos como a volatilidade, beta da ação e percentual de participação do ativo no Ibovespa. Ressaltamos que o estudo dos autores não considerou a preferência de investidores do tipo

pessoa física, posto que o trabalho investigou apenas as preferências de investidores institucionais.

Paixão (2013) utilizou o método multicritério AHP para ordenação de ações listadas na Bovespa, baseado na análise fundamentalista. Silva (2018) propõe uma alteração no método TOPSIS para análise de debêntures, o método proposto foi denominado PDTOPSIS-Sort.

Em seu trabalho, Lyrio *et al.* (2015) analisaram a interface entre finanças e pesquisa operacional, buscando integrar duas abordagens diferentes na análise de investimentos – técnica e fundamentalista. O estudo utilizou como instrumento de intervenção a Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA) e obteve resultados que auxiliaram o investidor a gerar uma rentabilidade acumulada de 25,14% (vinte e cinco vírgula quatorze por cento) no período estudado, contra uma rentabilidade negativa de -13.41% (treze vírgula quarenta e um por cento negativo) do IBOVESPA no mesmo período.

Destacamos ainda o trabalho de Vezmelai, Lashgari e Keyghobadi (2015) que utilizaram o método ELECTRE III para estabelecer um ranking de ações das 50 (cinquenta) maiores empresas listadas na bolsa de valores de Teerã. O trabalho tomou como base os critérios dos investidores.

Xidonas, Mavrotas e Psarras (2009) utilizaram uma abordagem multicritério, através do método ELECTRE Tri *outranking*, para seleção de ações atrativas em bolsa de valores, com base na análise financeira, considerando o desempenho corporativo geral das firmas correspondentes.

Finalmente, Mehlawat (2016) utilizou um modelo híbrido composto pelo método AHP e a lógica fuzzy para composição de uma carteira de ações. O estudo foi realizado em ativos selecionados aleatoriamente na bolsa de valores de Mumbai, Índia. O Quadro 5 apresenta um resumo das principais características dos trabalhos pesquisados.

Quadro 5: Características dos trabalhos pesquisados.

| Referência                             | Foco no longo prazo? | Específica para um setor? | Filtro de desempenho mínimo? | Gera ranking ? | Gera portfólio ? | Método utilizado      | Indica % de alocação? |
|----------------------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gomes (2018)                           | N                    | N                         | N                            | N              | N                | Análise Técnica       | N                     |
| Daibert (2016)                         | N                    | N                         | N                            | N              | N                | Entrevista            | N                     |
| Malta e De Camargos (2016)             | S                    | N                         | N                            | N              | N                | Modelo de efeito fixo | N                     |
| Lima et al. (2006)                     | N                    | N                         | N                            | N              | N                | SMARTER               | N                     |
| Da Costa e Júnior (2013)               | N                    | N                         | N                            | S              | N                | TOPSIS                | N                     |
| Sant'Anna, Nogueira e Rabelo (2012)    | N                    | N                         | N                            | S              | S                | TOPSIS e CPP          | N                     |
| Paixão (2013)                          | S                    | N                         | N                            | S              | N                | AHP                   | N                     |
| Silva (2018)                           | N                    | N                         | N                            | N              | N                | TOPSIS                | N                     |
| Lyrio et al. (2015)                    | S                    | N                         | S                            | N              | S                | SMARTER               | N                     |
| Vezmelai, Lashgari e Keyghobadi (2015) | N                    | N                         | N                            | S              | N                | ELECTRE III           | N                     |
| Xidonas, Mavrotas e Psarras (2009)     | N                    | N                         | N                            | N              | S                | ELECTRE               | N                     |
| Mehlawat (2016)                        | N                    | N                         | N                            | N              | S                | AHP                   | N                     |

Legenda: S – SIM; N – NÃO; N.I – Não informado.

Fonte: Autoria própria, 2019.

Conforme observado no Quadro 5, não identificamos estudos na área de investimento em ações que utilizem o método PROMETHEE V associado a uma etapa posterior de programação linear inteira a fim de determinar a quantidade de capital que deverá ser alocado em cada empresa selecionada no portfólio. Por fim, destacamos ainda que os trabalhos pesquisados não indicam uma carteira específica para o setor financeiro.

Observamos também que poucos trabalhos possuem o foco em investimentos de longo prazo (análise fundamentalista), e aqueles que possuem esse enfoque ou não utilizam métodos

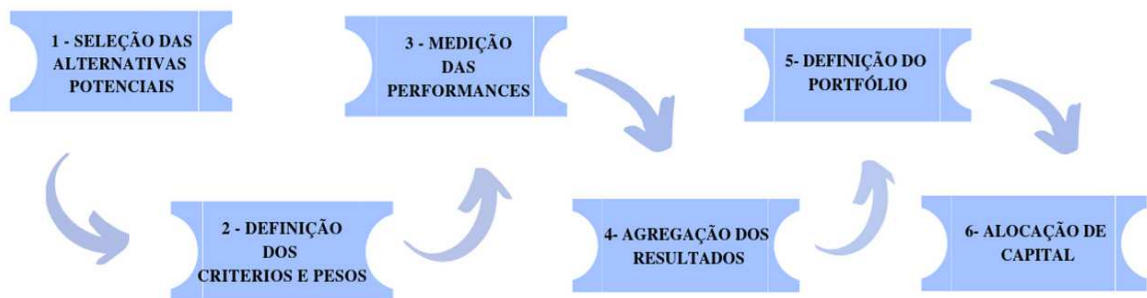


multicritério ou utilizam métodos compensatórios, os quais podem distorcer os resultados, uma vez que, nesse tipo de método, desempenhos muito elevados em um critério podem compensar desempenhos insatisfatórios nos demais critérios.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada no presente estudo seguiu as etapas propostas por Shärlig (1985) para condução da modelagem multicritério de apoio à decisão: a) definir a lista de alternativas potenciais; b) Escolha dos critérios para mensuração das performances, c) medir a performance das alternativas em cada critério, d) realizar a agregação dos resultados, e) definir o portfólio que represente a melhor performance possível de acordo com os critérios, pesos e limiares de preferência definidos. Por fim, propusemos a adição da etapa “f”, para a definir a quantidade de ações a comprar de cada alternativa do portfólio. Assim, a Figura 6 ilustra as etapas e atividades previstas no desenvolvimento da abordagem proposta nesta pesquisa.

Figura 6: Etapas da pesquisa.



Fonte: Autoria própria, 2019.

A seguir detalhamos a forma de execução de cada uma das etapas da pesquisa. As etapas se referem a um modelo para seleção de um portfólio de ações na bolsa de valores. O presente trabalho definiu parâmetros para empresas do setor financeiro.

#### 3.1. SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS POTENCIAIS

A primeira etapa proposta neste estudo consiste na seleção das alternativas que serão avaliadas pelo *framework* proposto, sendo definido o conjunto de alternativas potenciais, composto por ações listadas na bolsa de valores que são passíveis de serem escolhidas.

Para tanto, foram estabelecidos filtros a serem aplicados a todas as empresas listadas na bolsa de valores de São Paulo-SP, B3, com o intuito de delimitar a quantidade de alternativas que integrarão o grupo de opções a serem analisadas. Assim, as empresas que integram o conjunto de alternativas potenciais atendem a uma série de requisitos mínimos para serem considerados integrantes do conjunto de alternativas.

Em consulta realizada em 18/06/2019 ao site “*fundamentus*” ([www.fundamentus.com.br](http://www.fundamentus.com.br)), constata-se a existência de 409 (quatrocentas e nove) opções de ações listadas na bolsa de valores de São Paulo-SP, B3.

O presente trabalho aborda investimentos em empresas do setor financeiro (bancos, sociedades de crédito e financiamento, entre outros), dado que os decisores informaram previamente que os critérios e pesos podem mudar de acordo com o setor de atuação da empresa analisada. No caso utilizado neste estudo, os especialistas possuem maior afinidade e experiência na análise de empresas do setor financeiro. Dessa forma, após a devida segmentação das ações na bolsa de valores, localizamos 48 (quarenta e oito) opções de ações de empresas do setor financeiro na B3.

A definição dos filtros utilizados foi realizada com base na aplicação de um questionário a um conjunto de quatro investidores. O Apêndice I apresenta o questionário que foi utilizado para definição dos filtros, no qual indagamos aos investidores quais seriam os critérios adequados para a filtragem inicial das alternativas e qual o desempenho mínimo aceitável em cada um desses critérios.

Os investidores consultados possuíam entre 28 e 39 anos, todos com experiência de operação em bolsa superior a três anos e com ênfase na análise fundamentalista para investimentos de longo prazo. Vale mencionar que, a fim de garantir o correto entendimento dos indicadores mencionados no questionário, foi também enviado aos investidores um glossário contendo as definições dos indicadores (Apêndice II).

Cumprе esclarecer que, quanto à estratégia de investimento, o presente trabalho utiliza a abordagem fundamentalista (foco em investimentos a longo prazo analisando o desempenho geral da empresa). Essa abordagem é dividida em quatro análises: econômica, financeira, por múltiplos e de preço justo.

Contudo, em função do resultado espontâneo oriundo das respostas dos investidores para definição dos critérios e pesos, este trabalho utilizará apenas indicadores da análise financeira e da análise por múltiplos, posto que os investidores citaram somente indicadores relativos à essas duas análises em suas respostas.

### 3.2 – DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E PESOS

Na segunda etapa, foram definidos os critérios e pesos que serão utilizados no método. Na presente pesquisa aplicamos o método Delphi ao conjunto de 04 (quatro) investidores anteriormente descritos, a fim de obtermos os critérios e pesos adequados para investimento em ações utilizando análise fundamentalista.

Foram necessárias três rodadas do método Delphi para definição dos critérios e pesos. O questionário utilizado na primeira rodada é apresentado no Apêndice III deste trabalho. O questionário auxilia o investidor a definir quais suas preferências, propensão ou aversão a risco, culminando na definição dos critérios considerados no processo de geração do ranking das alternativas no método PROMETHEE.

A figura 7 apresenta as etapas seguidas para definição dos critérios e pesos utilizando o método Delphi junto à um conjunto de quatro investidores. A forma de realização de cada uma das etapas será detalhada a seguir.

Figura 7: Etapas para definição de critérios e pesos.



Ressaltamos que, na primeira rodada, os investidores atribuíram pontos a cada critério que mencionaram no questionário para indicar a relevância do critério. Assim, cada critério recebia um valor entre 0 e 100 pontos (0 menos relevante, 100 mais relevante). Contudo, o somatório de todos os pontos atribuídos pelo investidor a todos os critérios deveria ser igual a 100 (cem) pontos.

Os resultados da primeira rodada Delphi não convergiram para um consenso, por isso foi realizada uma segunda rodada. Nela, todos os critérios mencionados e os pesos globais foram apresentados aos investidores através do questionário contido no Apêndice IV e indagou-se se eles concordavam: a) com a utilização do critério, e b) com o peso global atribuído ao critério.

Conforme proposto por Santos (2001), calculamos o coeficiente de concordância entre as repostas dos investidores ao questionário apresentado na rodada 2 de aplicação do método Delphi. O coeficiente foi calculado separadamente para a concordância quanto à utilização do critério e quanto ao peso atribuído ao critério. A Equação 2 apresenta o método de cálculo do coeficiente de concordância:

Equação 2: Cálculo do coeficiente de concordância.

$$Cc = (1 - Vn/Vt) * 100$$

Onde:

Cc: Coeficiente de concordância, expresso em porcentagem;

Vn: Quantidade de especialistas em desacordo com o critério ou peso, conforme o caso;

Vt: Quantidade total de especialistas.

Fonte: Adaptado de Santos (2001).

Os critérios que não obtiveram uma concordância maior que 60% (sessenta por cento) foram eliminados do método, adotando a sugestão de Santos (2001), e seus pesos foram redistribuídos entre os critérios restantes que não obtiveram a concordância mínima quanto ao peso atribuído.

A rodada 3 do método Delphi teve como objetivo averiguar a concordância dos investidores quanto aos pesos ajustados dos critérios que, embora aceitos pelos investidores, não obtiveram a concordância mínima quanto ao peso atribuído na rodada 2 do método Delphi. Nessa rodada, foram apresentados os pesos ajustados através do questionário presente no Apêndice V, onde os investidores foram indagados da seguinte forma: “Caso fossem utilizados os seguintes critérios, você concordaria os seguintes pesos atribuídos a eles?”.

Dessa forma, foram necessárias três rodadas do método Delphi junto aos investidores para definição dos pesos e critérios a serem utilizados no modelo.

### 3.3. MEDIÇÃO DAS PERFORMANCES

Na terceira etapa foi construída a matriz de desempenho das empresas selecionadas como alternativas potenciais para o método, apresentando as performances de cada uma das ações nos critérios escolhidos para o método. Os dados para construção da matriz de performance foram consultados em sites direcionados a investidores (“[www.fundamentus.com.br](http://www.fundamentus.com.br)” e “[br.investing.com](http://br.investing.com)”) e nos relatórios/balanços trimestrais apresentados pelas empresas aos investidores.

Cabe ressaltar que esses dados podem ser consultados no site de qualquer empresa listada na bolsa, através da área de RI (relacionamento com investidores).

### 3.4. AGREGAÇÃO DOS RESULTADOS

Para agregação das performances (etapa quatro) foi escolhido o método PROMETHEE V. O uso do método PROMETHEE V é justificado por possibilitar a geração de um portfólio de alternativas, atendendo ao objetivo desse trabalho. O método também evita que grandes vantagens de uma alternativa em um único critério compensem ilimitadamente resultados não satisfatórios nos demais critérios (ALENCAR; ALMEIDA, 2010). Essa característica é importante para o presente trabalho, uma vez que é necessária a garantia de que as ações possuam um bom desempenho global nos critérios, dado que os investidores indicaram um grupo de critérios que, em conjunto, permitem identificar as melhores ações de empresas do setor financeiro na B3.

Além disso, trata-se de um método robusto, desenvolvido com base na construção de relações de superação de alternativas, permitindo a adoção de critérios quantitativos e qualitativos simultaneamente (ALMEIDA; COSTA, 2002).

A possibilidade de adoção dos dois tipos de critérios (quantitativo e qualitativo) é benéfica ao estudo, posto que uma futura pesquisa, que inclua análise econômica, poderá adotar critérios qualitativos quanto ao ambiente macroeconômico e, nesse caso, o modelo apresentado neste trabalho continuará válido e permitirá a expansão para inclusão dos demais critérios necessários.

### 3.4.1. MÉTODO PROMETHEE V (PORTFÓLIO DE AÇÕES)

Neste tópico apresentaremos de forma sucinta as etapas numéricas utilizadas para implementação do método PROMETHEE V. A primeira etapa do método PROMETHEE V consiste em estabelecer um ranking das alternativas”. Para isso, calculamos primeiramente o grau de preferência ( $\pi$ ) de uma alternativa “a” sobre uma alternativa “b”, de acordo com a Equação 3.

Equação 3: Grau de preferência de uma alternativa “a” sobre uma alternativa “b”.

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

Onde,

$\pi(a, b)$ : Grau de preferência de “a” sobre “b”;

J: conjunto de critérios

$W_j$ : Peso adotado para representar a importância do critério j;

$P_j(a, b)$ : Preferência de a sobre b de acordo com as funções de preferência F e limiares definidos no problema.

Fonte: Adaptado de Gomes; Rangel; Rezende, 2015.

Destacamos que, para o cálculo da preferência de “a” sobre “b” ( $P_j(a,b)$ ), utilizamos a função de preferência usual do PROMETHEE, a qual foi apresentada no referencial teórico deste trabalho.

Ressaltamos também que foi realizada uma tentativa de definição das funções de preferência pelos investidores. Numa primeira etapa apresentamos as funções de preferência aos investidores através de texto explicativo de elaboração própria, Apêndice VI. Em seguida foi solicitado aos investidores que respondessem ao questionário exibido no Apêndice VII.

Contudo, mesmo após a leitura do texto explicativo e o acompanhamento de uma breve explanação sobre o tema, alguns investidores ainda não se sentiram aptos a definir as funções de preferência adequadas aos critérios. Em função disso, foi adotado a função de preferência usual para todos os critérios.

O próximo passo para estabelecimento do ranking consistiu em calcular os fluxos positivo, negativo e líquido para cada alternativa. O fluxo positivo denota o quanto uma alternativa “a” se sobrepõe às demais alternativas nas comparações par a par do método. A Equação 4 foi utilizada para cálculo dos fluxos positivos.

Equação 4: Cálculo do fluxo positivo de uma alternativa.

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

Fonte: Adaptado de GUL *et al.*, 2018.

O fluxo negativo denota o quanto uma alternativa “a” é superada pelas demais alternativas nas comparações par a par do método. A Equação 5 indica como foi realizado o cálculo dos fluxos negativos.

Equação 5: Cálculo do fluxo negativo de uma alternativa.

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

Fonte: Adaptado de GUL *et al.*, 2018.

Por fim, foi calculado o fluxo líquido, indicando o quanto cada alternativa supera as demais e simultaneamente não é superada. Dessa forma, valores de fluxo líquido negativos



indicam que a alternativa é superada mais do que supera as demais alternativas. A Equação 6 demonstra o método utilizado para cálculo do fluxo líquido.

Equação 6: Cálculo do fluxo líquido de uma alternativa.

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

Fonte: Adaptado de Gomes; Rangel; Rezende, 2015.

As alternativas foram ordenadas de acordo com seu fluxo líquido, do maior para o menor, estabelecendo um ranking das alternativas consideradas no método, cumprindo assim o objetivo da primeira etapa do método PROMETHEE V.

A primeira etapa do método classificou as alternativas em um ranking, através do fluxo líquido calculado para cada alternativa. Contudo, o objetivo do presente trabalho está relacionado ao estabelecimento de um portfólio de ações, utilizando para isso um método de programação linear inteira (segunda etapa do método PROMETHEE V).

Ressaltamos que alternativas com fluxos líquidos menores ou iguais a zero não contribuem para o crescimento da função objetivo da programação linear inteira e por isso seriam desfavorecidas no estabelecimento do portfólio.

Em virtude disso, utilizamos o método proposto por Almeida e Vetschera (2012) para realizar uma transformação matemática nos valores dos fluxos líquidos, a fim de corrigir esse problema e tornar todos os fluxos positivos, utilizando a Equação 7.

Equação 7: Transformação matemática dos fluxos líquidos.

$$\phi_{ai} = \phi_i - |\phi_{\min}| - \alpha$$

Onde:

$\phi_{ai}$ : Fluxo líquido adaptado da alternativa “i”;

$\phi_i$ : Fluxo líquido original da alternativa “i”;

$\phi_{\min}$ : Menor fluxo líquido dentre todas as alternativas “i”;

$\alpha$  = Constante de pequeno valor.

Fonte: Adaptado de Almeida e Vetschera (2012).

Assim, utilizamos os fluxos líquidos adaptados para, através da programação linear inteira proposta pelo PROMETHEE V, determinar um portfólio ótimo de alternativas. A modelagem matemática utilizada para a função objetivo da programação é expressa na Equação 8.

Equação 8: Função objetivo – PROMETHEE V.

$$Max \sum_{i=1}^n \phi_i \cdot x_i$$

Onde:

$\phi_i$ : Fluxo líquido da alternativa “i”;

$x_i$ : Variável associada que está associada à alternativa “i” e assume o valor 1 (um) caso a alternativa seja escolhida e o valor 0 (zero), em caso contrário;

n: Número total de alternativas.

Fonte: Adaptado de Almeida; Almeida e Silva (2015).

Utilizamos duas restrições na programação, a primeira relativa ao retorno médio das alternativas (*dividend yield*) e a segunda relacionada ao risco associado a cada alternativa (*beta*). A escolha dos filtros e dos valores de desempenho mínimo foi realizada pelos quatro investidores que participaram desse trabalho através de reposta ao questionário presente no Apêndice I.

Destacamos que, a fim de avaliar a clareza e a qualidade deste questionário, antes do envio do formulário diretamente aos investidores, foi realizado um pré-teste com duas pessoas que não faziam parte do grupo de investidores. Os participantes do pré-teste demonstraram uma correta compreensão do que era solicitado no questionário. Contudo, mencionaram que seria interessante enviar a definição de “*dividend yield*” junto com o formulário. A sugestão foi acatada, sendo incluído no formulário o glossário presente no Apêndice II. A programação das restrições é expressa matematicamente na Equação 9.

Equação 9: Restrições da programação linear inteira – PROMETHEE V.

$$\sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i \approx B_r$$

Onde:

$C_i$ : Contribuição da alternativa “i” em relação à restrição “r”;

$x_i$ : Variável associada que está associada à alternativa “i” e assume o valor 1 (um) caso a alternativa seja escolhida e o valor 0 (zero), em caso contrário;

$B_r$  = Valor constante referente à restrição “r”

n: Número total de alternativas.

\* O parâmetro representado por “ $\approx$ ” pode assumir os valores “=” (igual); “ $\geq$ ” (maior ou igual) ou ainda “ $\leq$ ” (menor ou igual), de acordo com o tipo de restrição.

Fonte: Adaptado de López e Almeida (2014).

Cabe destacar o uso dos softwares Visual PROMETHEE, versão 1.4, e Microsoft Excel, através do recurso “Solver”, para auxílio na resolução matemática do método PROMETHEE V. O Visual PROMETHEE permite a inserção das alternativas, critérios,

restrições e escolha das funções de preferência, calcula os fluxos líquidos e gera o portfólio, seguindo a metodologia descrita neste trabalho. Ao passo que o “solver” do Excel trabalha com recursos para programação linear inteira, devendo ser realizada a modelagem diretamente no software.

### 3.5. ALOCAÇÃO DE CAPITAL (PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA)

O método PROMETHEE V indica quais ações deverão compor o portfólio. Contudo, é importante para o investidor saber quanto alocar de seu capital em cada ativo. Dessa forma, após a definição das ações que irão compor o portfólio, este *framework* estabelece uma etapa posterior com o intuito de definir a quantidade de capital que deve ser alocada em cada ação do portfólio de acordo com os recursos orçamentários disponíveis.

Após o estabelecimento do portfólio de ações, buscamos, de acordo com o orçamento disponível, determinar a quantidade de recursos orçamentários que devem ser alocados em cada ação do portfólio. Para tanto, foi utilizada também um modelo de programação linear inteira e determinado um orçamento hipotético de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) para exemplificar a aplicação.

O método de cálculo da programação linear inteira referente à alocação do orçamento é similar à metodologia utilizada para definição do portfólio (parte II do PROMETHEE V). A função objetivo visa a maximização do somatório dos fluxos líquidos adaptados de cada alternativa “i” multiplicado por uma variável “ $X_i$ ”, a qual indica a quantidade de ações a comprar da alternativa “i”.

Além da restrição orçamentária foi determinada uma restrição que impõe um percentual de participação mínima de cada ação no portfólio, visando a diversificação de investimento e redução de riscos. Os percentuais de participação mínima foram determinados através da aplicação de questionário (Apêndice I) aos investidores.

A formulação matemática das restrições é similar ao método apresentado para as restrições do PROMETHEE V. Os softwares LINDO, versão 6.1, e Microsoft Excel, através do recurso “Solver”, foram utilizados para auxílio da resolução da programação linear inteira.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS POTENCIAIS

Embora existam 409 (quatrocentas e nove) opções de ações na bolsa de valores B3, apenas 48 são do setor financeiro, segmento em estudo neste trabalho. Assim, no intuito de eliminar da análise empresas que não apresentam uma saúde financeira minimamente estável, foram aplicados dois filtros às 48 (quarenta e oito) ações de empresas do setor financeiro listadas na B3. Os filtros utilizados foram os seguintes:

- a) Preço/Lucro: O indicador P/L da ação deve possuir valor menor ou igual a 15 (quinze);
- b) Retorno sobre o patrimônio líquido – *Return on equity*: O indicador ROE da ação deve possuir valor igual ou maior que 10,5% a.a. (dez vírgula cinco por cento ao ano).

Após a aplicação dos filtros verificamos que 28 (vinte e oito) empresas não atendiam aos requisitos mínimos estabelecidos pelos investidores. Assim, o universo de alternativas potenciais ficou restrito a 20 ações, as quais nomearemos A1, A2, ..., A20.

Cumpré destacar que os serviços de consultor e analista de valores mobiliários são regulados pela lei Nº 6.385/76 e os requisitos para autorização da prestação desse tipo de serviço estão definidos na instrução Nº 598 da comissão de valores mobiliários. Por esse motivo, as alternativas potenciais deste trabalho não terão seus nomes revelados.

### 4.2. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS E PESOS

Para a definição dos critérios e pesos foi utilizado o método Delphi, identificando junto aos investidores participantes do método os critérios relevantes para escolha de ações de empresas do setor financeiro na B3.

Na rodada 1 do método Delphi, os investidores, aqui denominados I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> e I<sub>4</sub>, indicaram livremente, por meio do questionário disponibilizado no Apêndice III, os critérios que utilizam em suas análises de ações e atribuíram pontos aos critérios que mencionaram, de forma a indicar o grau de importância de cada critério. A lista completa de critérios foi

reduzida, eliminando indicadores repetidos ou similares. A Tabela 1 apresenta uma matriz com os critérios e pontos atribuídos por cada investidor.

Tabela 1: Matriz de pontuação de critérios.

| Critério (i)              | Peso I <sub>1</sub> | Peso I <sub>2</sub> | Peso I <sub>3</sub> | Peso I <sub>4</sub> | A - Somatório do Critério | B - Peso Global do Critério (B = A/400) |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| <i>Dividend Yield</i>     | 30                  | -                   | -                   | 22                  | 52                        | 13%                                     |
| Lucro Líquido             | 37                  | 22                  | 36                  | -                   | 95                        | 24%                                     |
| ROE                       | 33                  | -                   | 14                  | 20                  | 68                        | 17%                                     |
| Dívida Líquida            | -                   | 25                  | 29                  | -                   | 54                        | 13%                                     |
| Preço/Lucro               | -                   | 28                  | -                   | -                   | 28                        | 7%                                      |
| Liquidez Corrente         | -                   | 25                  | -                   | -                   | 25                        | 6%                                      |
| ROIC                      | -                   | -                   | 21                  | -                   | 21                        | 5%                                      |
| Dívida / Patrimônio       | -                   | -                   | -                   | 20                  | 20                        | 5%                                      |
| Margem Líquida            | -                   | -                   | -                   | 20                  | 20                        | 5%                                      |
| Preço / Valor Patrimonial | -                   | -                   | -                   | 18                  | 18                        | 4%                                      |
| <b>Soma</b>               | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>100</b>          | <b>400</b>                | <b>100%</b>                             |

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Para consolidação das respostas obtidas na primeira rodada, realizamos a soma de todos os pontos atribuídos a cada critério “i” e dividimos esse valor pelo somatório total de pontos que os investidores atribuíram aos critérios (400 pontos).

Na segunda rodada Delphi, foram apresentados aos investidores o resultado obtido na primeira rodada com o objetivo de buscar um consenso quanto aos critérios e pesos. Uma versão reduzida da Tabela 1, contendo apenas os critérios mencionados e os pesos globais, foi apresentada aos investidores através do questionário presente no Apêndice IV e indagou-se se eles concordavam: a) com a utilização do critério, e b) com o peso global atribuído ao critério. O resultado dessa segunda rodada do método Delphi é expresso na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Concordância dos investidores (critérios e pesos).

| Critério                  | Concorda com a utilização do critério? |                |                |                | Concorda com o peso adotado? |                |                |                |
|---------------------------|----------------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                           | I <sub>1</sub>                         | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> | I <sub>4</sub> | I <sub>1</sub>               | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> | I <sub>4</sub> |
| <i>Dividend Yield</i>     | SIM                                    | SIM            | NÃO            | SIM            | SIM                          | SIM            | NÃO            | SIM            |
| Lucro Líquido             | SIM                                    | SIM            | NÃO            | SIM            | SIM                          | SIM            | NÃO            | SIM            |
| ROE                       | SIM                                    | SIM            | SIM            | SIM            | SIM                          | SIM            | SIM            | SIM            |
| Dívida Líquida            | SIM                                    | SIM            | SIM            | SIM            | SIM                          | SIM            | SIM            | SIM            |
| Preço/Lucro               | SIM                                    | SIM            | SIM            | SIM            | NÃO                          | SIM            | NÃO            | NÃO            |
| Liquidez Corrente         | SIM                                    | NÃO            | SIM            | SIM            | NÃO                          | SIM            | SIM            | NÃO            |
| ROIC                      | NÃO                                    | SIM            | SIM            | SIM            | NÃO                          | NÃO            | NÃO            | NÃO            |
| Dívida / Patrimônio       | SIM                                    | NÃO            | SIM            | NÃO            | NÃO                          | SIM            | NÃO            | SIM            |
| Margem Líquida            | SIM                                    | SIM            | SIM            | SIM            | NÃO                          | NÃO            | NÃO            | NÃO            |
| Preço / Valor Patrimonial | SIM                                    | NÃO            | NÃO            | NÃO            | NÃO                          | SIM            | NÃO            | SIM            |

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Após consolidação das respostas obtidas na rodada 2 do Delphi, calculamos os coeficientes de concordância dos investidores em relação aos critérios e pesos. Na Tabela 3, apresentamos os níveis de concordância apurados.

Tabela 3: Coeficientes de concordância.

| Critério                  | Coeficiente de concordância com o critério | Coeficiente de concordância com o peso |
|---------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Dividend Yield</i>     | 75%                                        | 75%                                    |
| Lucro Líquido             | 75%                                        | 75%                                    |
| ROE                       | 100%                                       | 100%                                   |
| Dívida Líquida            | 100%                                       | 100%                                   |
| Preço/Lucro               | 100%                                       | 25%                                    |
| Liquidez Corrente         | 75%                                        | 50%                                    |
| ROIC                      | 75%                                        | 0%                                     |
| Dívida / Patrimônio       | 50%                                        | 50%                                    |
| Margem Líquida            | 100%                                       | 0%                                     |
| Preço / Valor Patrimonial | 25%                                        | 50%                                    |

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Santos (2001) estabelece que  $CC > 60\%$  é a concordância mínima aceitável. Assim, o tratamento do resultado da segunda rodada do método Delphi foi realizado em dois procedimentos:

- 1) Verificação da concordância quanto aos critérios: observamos que houve concordância inferior ao limite mínimo estabelecido (60%) na anuência para utilização dos critérios “dívida/patrimônio” (50%) e “preço/valor patrimonial” (25%), por esse motivo esses critérios foram eliminados do método;
- 2) Verificação da concordância quanto aos pesos dos critérios não eliminados no procedimento 1: Observamos que houve baixo nível de concordância quanto ao peso adotado para os critérios: “Preço/Lucro” (25%); “Liquidez Corrente” (50%); “ROIC” (0%) e “Margem Líquida” (0%).

Uma vez que houve concordância quanto à utilização dos critérios “Preço/Lucro”; “Liquidez Corrente”; “ROIC” e “Margem Líquida”, realizamos uma nova rodada Delphi para definição dos pesos desses critérios. Assim os pesos dos critérios eliminados no procedimento 1 (da rodada 2 do Delphi) foram distribuídos igualmente entre os critérios “Preço/Lucro”;



“Liquidez Corrente”; “ROIC” e “Margem Líquida”. O resultado dessa operação, apresentando os pesos ajustados, é exibido na Tabela 4.

Tabela 4: Coeficientes de concordância – Pesos ajustados.

| Critério          | Coeficiente de concordância com o critério | Coeficiente de concordância com o peso. | Peso (redistribuído) |
|-------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|
| Preço/Lucro       | 100%                                       | 25%                                     | 9,25%                |
| Liquidez Corrente | 75%                                        | 50%                                     | 8,25%                |
| ROIC              | 75%                                        | 0%                                      | 7,25%                |
| Margem Líquida    | 100%                                       | 0%                                      | 6,25%                |

Fonte: Elaboração própria, 2019.

No intuito de averiguar a concordância dos investidores quanto aos pesos ajustados expressos na Tabela 4 realizamos uma terceira rodada Delphi. Nessa rodada foram apresentados aos investidores, através do questionário presente no Apêndice V, os pesos ajustados dos critérios mencionados na Tabela 4. Os investidores foram indagados se concordavam com o novo peso atribuído.

Após a realização da terceira rodada, constatamos que todos os critérios e pesos adotados nessa rodada obtiveram coeficiente de concordância superior a 60% (sessenta por cento). Assim, a Tabela 5 apresenta todos os critérios e pesos finais atribuídos pelos investidores. Esses serão os critérios e pesos adotados no modelo proposto em nossa pesquisa.

Tabela 5: Matriz de critérios e pesos.

| Critério          | Código | Definição                                                                                                                                                                                                             | Peso  | Lógica de análise |
|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|
| Dividend Yield    | C1     | Dividendo pago por ação dividido pela cotação da ação, é o retorno anual em dividendos que a empresa paga aos acionistas.                                                                                             | 13%   | Maximização       |
| Lucro Líquido     | C2     | Soma de todas as receitas da empresa subtraídas das despesas, custos e pagamento de impostos no período (anual).                                                                                                      | 24%   | Maximização       |
| ROE               | C3     | Retorno sobre o patrimônio líquido calculado dividindo o Lucro líquido pelo Patrimônio líquido, apresenta o percentual e retorno anual, em lucro, que a empresa gera em relação ao patrimônio líquido da organização. | 17%   | Maximização       |
| Dívida Líquida    | C4     | Representa todos os passivos da empresa (dívida bruta) subtraídas suas disponibilidades (dinheiro em caixa).                                                                                                          | 13%   | Minimização       |
| Preço/Lucro       | C5     | Cálculo: (Cotação da ação x nº total de ações) / Lucro no período. Esse número por ser interpretado como a quantidade de anos de lucro necessários para que o lucro acumulado se iguale à cotação da ação.            | 9,25% | Minimização       |
| Liquidez Corrente | C6     | Ativo Circulante / Passivo Circulante, indica se os recebíveis da empresa são maiores ou menores que suas dívidas no curto prazo.                                                                                     | 8,25% | Maximização       |
| ROIC              | C7     | Retorno sobre o capital investido, expressa percentualmente o retorno anual sobre o capital aplicado na empresa.                                                                                                      | 7,25% | Maximização       |
| Margem Líquida    | C8     | Cálculo: Lucro líquido / receita líquida. Reflete o quanto sobra de lucro para a empresa em proporção à receita.                                                                                                      | 6,25% | Maximização       |

Fonte: Elaboração própria, 2019.

Dessa forma, foram necessárias três rodadas do método Delphi para definição dos critérios e pesos a serem utilizados no modelo. Vale destacar que foi utilizada a função de preferência do tipo usual para todos os critérios.

#### 4.4. CONSTRUÇÃO DA MATRIZ DE PERFORMANCE

Os dados de performance das alternativas em cada um dos critérios foram obtidos por meio de três fontes diferentes: a) website para investidores “*fundamentus*”

(“www.fundamentus.com.br”); b) website para investidores “*Investing*” (“br.investing.com”); e c) websites das empresas selecionadas, através da área de relacionamento com investidores - RI. As performances das ações selecionadas foram mensuradas e estão exibidas na matriz de performance (Tabela 6).

Tabela 6: Matriz de performance das ações selecionadas.

| Critério/<br>Alternativa | <i>Dividend<br/>Yield</i> | Lucro Líquido<br>(R\$) | ROE    | Dívida<br>Líquida (R\$)<br>- Milhões | P/L   | Liquidez<br>Corrente | ROIC   | Margem<br>Líquida |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|--------|--------------------------------------|-------|----------------------|--------|-------------------|
| A1                       | 7,07%                     | 30.484.000             | 12,74% | 241,13                               | 4,13  | 1,95                 | 10,29% | 18,29%            |
| A2                       | 4,83%                     | 917.678.000            | 20,40% | 54.446,94                            | 4,24  | 1,07                 | 2,83%  | 21,04%            |
| A3                       | 5,64%                     | 221.060.000            | 14,51% | 26436,27                             | 7,96  | 1,05                 | 2,46%  | 16,29%            |
| A4                       | 5,62%                     | 221.060.000            | 14,51% | 26436,27                             | 7,99  | 1,05                 | 2,46%  | 16,29%            |
| A5                       | 2,08%                     | 63.274.000             | 14,89% | 5070,67                              | 8,04  | 1,08                 | 3,08%  | 10,96%            |
| A6                       | 9,65%                     | 1.124.620.000          | 15,27% | 70152,81                             | 8,07  | 1,1                  | 2,35%  | 15,45%            |
| A7                       | 9,59%                     | 1.124.620.000          | 15,27% | 70152,81                             | 8,13  | 1,1                  | 2,35%  | 15,45%            |
| A8                       | 2,12%                     | 63.274.000             | 14,89% | 5070,67                              | 8,7   | 1,08                 | 3,08%  | 10,96%            |
| A9                       | 8,69%                     | 1.124.620.000          | 15,27% | 70152,81                             | 9,12  | 1,1                  | 2,35%  | 15,45%            |
| A10                      | 5,56%                     | 429.092.000            | 11,22% | 29063,26                             | 9,37  | 1,12                 | 1,86%  | 52,24%            |
| A11                      | 4,42%                     | 13.839.400.000         | 14,64% | 1317159,5                            | 10,45 | 1,07                 | 1,62%  | 16,79%            |
| A12                      | 8,82%                     | 9.522.000.000          | 18,89% | 11063                                | 10,57 | 5,98                 | 0,48%  | 188,87%           |
| A13                      | 7,84%                     | 9.522.000.000          | 18,89% | 11063                                | 11,9  | 5,98                 | 0,48%  | 188,87%           |
| A14                      | 2,76%                     | 20.438.700.000         | 16,13% | 1166171,24                           | 12,55 | 1,1                  | 1,87%  | 10,07%            |
| A15                      | 4,58%                     | 12.746.200.000         | 18,70% | 612762,97                            | 12,57 | 1,14                 | 1,82%  | 20,05%            |
| A16                      | 8,38%                     | 22.906.600.000         | 19,11% | 1416015                              | 12,59 | 1,09                 | 13,18% | 20,83%            |
| A17                      | 4,34%                     | 12.746.200.000         | 18,70% | 612762,97                            | 12,67 | 1,14                 | 1,82%  | 20,05%            |
| A18                      | 4,04%                     | 12.746.200.000         | 18,70% | 612762,97                            | 12,97 | 1,14                 | 1,82%  | 20,05%            |
| A19                      | 2,68%                     | 20.438.700.000         | 16,13% | 1166171,24                           | 14,22 | 1,1                  | 1,87%  | 10,07%            |
| A20                      | 7,26%                     | 22.906.600.000         | 19,11% | 1416015                              | 14,53 | 1,09                 | 13,18% | 20,83%            |

Fonte: Autoria própria, 2019.

Dessa forma, a Tabela 6 apresenta o perfil das alternativas potenciais com o desempenho de cada ação nos critérios definidos pelos investidores. A partir dos dados disponibilizados através dessa matriz, a próxima etapa apresenta a aplicação do método PROMETHEE V.

#### 4.5. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE V

O primeiro passo para aplicação matemática do método PROMETHEE V é a definição do tipo de função de preferência a ser usada em cada critério. Conforme mencionamos, foi utilizada a função usual para todos os critérios, devido a dificuldades no entendimento das funções de preferência pelos investidores.

Assim, utilizando os dados da matriz de performance e a função usual para todos os critérios foram calculados os graus de preferência na comparação par a par dos desempenhos das alternativas em cada critério e os fluxos positivo, negativo e líquido de cada alternativa. A matriz de fluxos é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7: Matriz de fluxos.

| Fluxos/<br>Alternativas | $\Phi^+$ | $\Phi^-$ | $\Phi$  | Fluxos/<br>Alternativas | $\Phi^+$ | $\Phi^-$ | $\Phi$  |
|-------------------------|----------|----------|---------|-------------------------|----------|----------|---------|
| A1                      | 0,4950   | 0,5050   | -0,0099 | A11                     | 0,3773   | 0,6183   | -0,2410 |
| A2                      | 0,5900   | 0,4056   | 0,1843  | A12                     | 0,6692   | 0,2901   | 0,3790  |
| A3                      | 0,3792   | 0,5802   | -0,2010 | A13                     | 0,6433   | 0,3161   | 0,3272  |
| A4                      | 0,3672   | 0,5921   | -0,2249 | A14                     | 0,4319   | 0,5141   | -0,0822 |
| A5                      | 0,3346   | 0,6247   | -0,2901 | A15                     | 0,4913   | 0,4421   | 0,0491  |
| A6                      | 0,4961   | 0,4137   | 0,0824  | A16                     | 0,6555   | 0,3038   | 0,3516  |
| A7                      | 0,4842   | 0,4256   | 0,0585  | A17                     | 0,4596   | 0,4699   | -0,0103 |
| A8                      | 0,3267   | 0,6327   | -0,3060 | A18                     | 0,4616   | 0,4749   | -0,0133 |
| A9                      | 0,4603   | 0,4495   | 0,0107  | A19                     | 0,4001   | 0,5459   | -0,1458 |
| A10                     | 0,3988   | 0,6012   | -0,2025 | A20                     | 0,6216   | 0,3377   | 0,2840  |

Fonte: Autoria própria, 2019.

Baseado nos dados da Tabela 7, foi estabelecido o ranking das alternativas, classificando as alternativas da primeira à vigésima colocada. A Tabela 8 demonstra em ordem de classificação das cinco alternativas mais bem colocadas no ranking.

Tabela 8: Ranking das alternativas.

| Alternativas | Posição | Fluxo Líquido |
|--------------|---------|---------------|
| A12          | 1ª      | 0,3790        |
| A16          | 2ª      | 0,3516        |
| A13          | 3ª      | 0,3272        |
| A20          | 4ª      | 0,2840        |
| A2           | 5ª      | 0,1843        |

Fonte: Autoria própria, 2019.

Decidimos apresentar apenas as cinco alternativas mais bem colocadas no ranking porque o tamanho da carteira sugerida será de cinco ações, contudo o ranking completo pode ser obtido a partir da Tabela 7.

Assim, a alternativa denominada “A12”, com fluxo líquido de 0,3790, obteve o primeiro lugar no ranking resultante do método PROMETHEE. Cabe ressaltar que as alternativas A12 e A13, primeiro e terceiro lugar do ranking respectivamente, possuem o melhor desempenho entre as alternativas potenciais quanto aos critérios “Liquidez corrente” e “Margem líquida”, contudo, a soma dos pesos desses dois critérios corresponde a apenas 14% do peso total dos critérios.

As alternativas “A16” e “A20”, segunda e quarta colocadas respectivamente, possuem o melhor desempenho nos critérios “Lucro líquido” e “ROIC”. A soma dos pesos desses dois critérios corresponde a 31% do peso total dos critérios. Por fim, a alternativa “A2”, quinto lugar, apresenta o melhor desempenho no critério “ROE”, onde o peso desse critério corresponde a 17% do peso total dos critérios.

De maneira geral, podemos verificar que as alternativas mais bem classificadas no método possuíam o melhor desempenho dentre todas as alternativas em ao menos um critério

e desempenho superior ou próximo ao desempenho médio das alternativas potenciais em todos os demais critérios. Isso reforça a natureza não compensatória do método PROMETHEE, que favorece alternativas com bom desempenho em todos os critérios, característica essa fundamental para o tipo de problema abordado nesta pesquisa.

A etapa II da aplicação do método PROMETHEE V consistiu no estabelecimento de um portfólio (carteira) de ações do setor financeiro, obedecendo aos parâmetros que os investidores determinaram para as restrições de risco máximo e retorno mínimo através do questionário descrito no Apêndice I. De acordo com as repostas dos investidores ao questionário do Apêndice I, definiu-se uma quantidade fixa de 5 ações diferentes na carteira.

A composição do portfólio foi realizada a partir dos fluxos líquidos das alternativas, por meio do método PROMETHEE V, que prioriza a participação das empresas mais bem colocadas no ranking expresso na tabela 11, o qual foi estabelecido considerando os critérios e pesos atribuídos pelos investidores.

Assim, além do tamanho do portfólio (quantidade de ações para compor a carteira), os investidores decidiram também as restrições a serem obedecidas na constituição do portfólio, as quais são: a) *Dividend Yield* médio da carteira maior ou igual a 7,375% ao ano; b) Risco (*beta*) médio da carteira igual ou menor que 1,025. O fluxo líquido, *dividend yield* e o risco (*beta*) associados a cada alternativa são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Fluxo líquido, *dividend yield* e risco (*beta*) de cada alternativa.

| Alternativa | Fluxo líquido | <i>Dividend yield</i> | Risco ( <i>beta</i> ) | Alternativa | Fluxo líquido | <i>Dividend yield</i> | Risco ( <i>beta</i> ) |
|-------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| A1          | -0,0099       | 7,07%                 | 1,00                  | A11         | -0,2410       | 4,42%                 | 2,04                  |
| A2          | 0,1843        | 4,83%                 | 0,26                  | A12         | 0,3790        | 8,82%                 | 1,22                  |
| A3          | -0,2010       | 5,64%                 | 0,56                  | A13         | 0,3272        | 7,84%                 | 1,22                  |
| A4          | -0,2249       | 5,62%                 | 0,56                  | A14         | -0,0822       | 2,76%                 | 1,45                  |
| A5          | -0,2901       | 2,08%                 | 1,00                  | A15         | 0,0491        | 4,58%                 | 1,08                  |
| A6          | 0,0824        | 9,65%                 | 1,85                  | A16         | 0,3516        | 8,38%                 | 1,27                  |
| A7          | 0,0585        | 9,59%                 | 1,85                  | A17         | -0,0103       | 4,34%                 | 1,08                  |
| A8          | -0,3060       | 2,12%                 | 1,00                  | A18         | -0,0133       | 4,04%                 | 1,08                  |
| A9          | 0,0107        | 8,69%                 | 1,85                  | A19         | -0,1458       | 2,68%                 | 1,45                  |
| A10         | -0,2025       | 5,56%                 | 1,22                  | A20         | 0,2840        | 7,26%                 | 1,27                  |

Fonte: Autoria própria, 2019.

Após a implementação da programação linear inteira preconizada no método PROMETHEE V, obedecendo as restrições quanto ao desempenho médio da carteira em relação ao retorno (*dividend yield* mínimo de 7,375% a.a.) e ao risco (*beta* máximo de 1,025) foi gerado o portfólio contendo 5 ações de empresas do setor financeiro. A Tabela 10 apresenta o portfólio gerado pelo método.

Tabela 10: Portfólio de ações do setor financeiro - PROMETHEE V.

| Alternativa | Posição no ranking | <i>Didividend yield</i> | Risco ( <i>beta</i> ) |
|-------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| A1          | 10º                | 7,07%                   | 1,00                  |
| A2          | 5º                 | 4,83%                   | 0,26                  |
| A12         | 1º                 | 8,82%                   | 1,22                  |
| A13         | 3º                 | 7,84%                   | 1,22                  |
| A16         | 2º                 | 8,38%                   | 1,27                  |
|             | A – SOMA           | 36,94%                  | 4,97                  |
|             | B = (A/5) – MÉDIA  | 7,388%                  | 0,994                 |

Fonte: Autoria própria, 2019.

Conforme podemos observar na Tabela 10, verifica-se que as alternativas selecionadas para compor o portfólio não correspondem exatamente às 5 (cinco) primeiras alternativas mais bem classificadas no ranking gerado na etapa I do PROMETHEE V.

A alternativa que ocupa o quarto lugar do ranking (A20) não foi selecionada para compor o portfólio, sendo selecionada em seu lugar a alternativa A1 (décima posição do ranking). Isso decorre do fato que, caso incluída a alternativa A20 no lugar da A1 no portfólio, a restrição relativa ao risco (*beta*) não seria atendida, uma vez que essa inclusão resultaria em um risco médio de 1,048 da carteira, valor superior ao risco médio máximo indicado pelos investidores (1,025). Vale salientar que o valor beta associado à alternativa A20 é 27% (vinte e sete por cento) maior que o beta da alternativa A1.

Assim, cabe destacar ainda que a alternativa “A1” apresenta o melhor desempenho dentre todas as alternativas potenciais nos critérios “Dívida líquida” e “Preço/Lucro”, e que demonstrou desempenho superior à média das demais alternativas na maioria dos critérios avaliados.

Como podemos observar, o *dividend yield* médio do portfólio (7,388% a.a) apresenta desempenho apenas 0,1763% superior ao desempenho mínimo estabelecido na restrição (7,375% a.a). De maneira semelhante, o risco *beta* do portfólio (0,994) é apenas 3,03% inferior ao risco máximo aceitável estabelecido na restrição (1,025).



Assim percebemos que a performance da carteira se encontra muito próxima ao limiar de desempenho mínimo estabelecido pelos investidores. É importante destacar que uma alteração mínima no desempenho de uma das alternativas quanto ao *dividend yield* ou ao risco poderia restringir fortemente o universo de soluções possíveis da programação linear de forma a, em casos extremos, não existirem soluções viáveis ao problema. Neste caso, uma tolerância maior aos limites pode ser estabelecida em função da tolerância ao risco do investidor.

#### 4.6. ALOCAÇÃO DE CAPITAL (PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA)

Após o estabelecimento do portfólio de ações de empresas do setor financeiro utilizando o método multicritério PROMETHEE V, realizamos uma etapa posterior de programação linear inteira com o intuito de definir, com base em restrições determinadas especificamente para a etapa de alocação de capital, a quantidade de capital a ser alocada em cada ação do portfólio indicado pelo PROMETHEE V.

A função objetivo foi constituída pelo fluxo líquido adaptado de cada alternativa multiplicado por uma variável  $X_i$ , definida como a quantidade de ações da alternativa  $A_i$  a ser comprada, sendo uma variável do tipo inteiro. A Tabela 11 mostra os fluxos líquidos gerados para o ranking de alternativas e os fluxos líquidos adaptados, os quais foram utilizados nas funções objetivo do modelo proposto neste trabalho.

Tabela 11: Fluxos líquidos adaptados.

| Alternativa | Posição | Fluxo Líquido | Fluxo Líquido Adaptado |
|-------------|---------|---------------|------------------------|
| A12         | 1ª      | 0,3790        | 0,3940                 |
| A16         | 2ª      | 0,3516        | 0,3666                 |
| A13         | 3ª      | 0,3272        | 0,3422                 |
| A1          | 10ª     | -0,0099       | 0,0051                 |
| A2          | 5ª      | 0,1843        | 0,1992                 |

Fonte: Autoria própria, 2019.

O modelo foi constituído por 06 (seis) restrições. A primeira determina um orçamento máximo de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais). A modelagem da restrição é feita realizando o

somatório da multiplicação do valor da cotação (preço em R\$) de cada ação pela variável  $X_i$ , que denota a quantidade de ações a comprar da alternativa  $A_i$ , sendo determinado que esse somatório não pode ser superior ao orçamento máximo. A Tabela 12 apresenta a cotação de cada ação do portfólio em 18/06/2019.

Tabela 12: Cotação da ação de cada alternativa.

| Alternativa | Cotação (R\$) |
|-------------|---------------|
| A12         | 11,97         |
| A16         | 29,42         |
| A13         | 13,47         |
| A1          | 6,99          |
| A2          | 45,00         |

Fonte: Autoria própria, 2019.

As demais restrições se referiam à participação mínima de cada ação no orçamento máximo. Assim, buscando a diversificação e redução de riscos, foi estabelecido que cada alternativa deveria participar com no mínimo 10,5% (dez e meio por cento) do capital total disponível (orçamento).

A modelagem dessas restrições é realizada por meio da multiplicação do valor da cotação (preço em R\$) de cada ação pela variável  $X_i$ , que denota a quantidade de ações a comprar da alternativa  $A_i$ , sendo determinado que esse resultado deve ser igual ou superior a R\$ 525,00 (quinhentos e vinte e cinco reais), que corresponde a 10,5% (dez e meio por cento) do orçamento. A Equação 10 apresenta a modelagem completa da programação linear inteira para alocação de capital.

Equação 10: Modelagem para alocação de capital.

Maximizar

$$0,0051X_1 + 0,1992X_2 + 0,394X_{12} + 0,3422X_{13} + 0,3666X_{16}$$

Sujeito a:

$$6,99X_1 + 45X_2 + 11,97X_{12} + 13,47X_{13} + 29,42X_{16} \leq 5000$$

$$6,99X_1 \geq 525$$

$$45X_2 \geq 525$$

$$11,97X_{12} \geq 525$$

$$13,47X_{13} \geq 525$$

$$29,42X_{16} \geq 525$$

$X_1, X_2, X_{12}, X_{13}, X_{16}$  inteiros.

Fonte: Autoria própria, 2019.

A seguir apresentamos a Tabela 13, que exhibe o resultado da programação, indicando a quantidade a ser comprada de cada ação. Podemos observar que foram respeitadas todas as restrições e foram utilizados R\$ 4.998,93 (quatro mil, novecentos e noventa e oito reais e noventa e três centavos) do orçamento total de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais).

Tabela 13: Cotação da ação de cada alternativa.

| Alternativa | Cotação (R\$) | Quantidade a comprar | Custo com a ação (R\$) | % do Total |
|-------------|---------------|----------------------|------------------------|------------|
| A12         | 11,97         | 240                  | R\$ 2872,80            | 57,46%     |
| A16         | 29,42         | 18                   | R\$ 529,56             | 10,59%     |
| A13         | 13,47         | 39                   | R\$ 525,33             | 10,51%     |
| A1          | 6,99          | 76                   | R\$ 531,24             | 10,62%     |
| A2          | 45,00         | 12                   | R\$ 540,00             | 10,80%     |

Fonte: Autoria própria, 2019.

#### 4.7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

No intuito de avaliar a estabilidade da solução apresentada pelo modelo, foi realizada uma análise de sensibilidade dos pesos adotados para todos os critérios. Para análise de sensibilidade realizamos a elevação e, em seguida, a redução do peso de cada um dos critérios em 15% (quinze por cento) do valor original, sendo alterado o peso de um único critério por vez. A diferença do valor do peso elevado/reduzido é compensada proporcionalmente nos pesos dos demais critérios, de maneira a manter o somatório dos pesos sempre 100%.

Assim, geramos 16 (dezesesseis) novos resultados, 8 (oito) deles apresentando o peso dos critérios elevados em 15% (quinze por cento), um de cada vez e 8 (oito) outros mostrando o peso dos critérios reduzidos em 15% (quinze por cento), um por vez. Como resultado da análise de sensibilidade do ranking, a Tabela 14 mostra as posições ocupadas por cada alternativa considerando todos os 16 (dezesesseis) cenários.

Tabela 14: Análise de sensibilidade do ranking de alternativas.

|    |  | Intervalo de posições ocupadas no ranking |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|--|-------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    |  | A1                                        | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 | A12 | A13 | A14 | A15 | A16 | A17 | A18 | A19 | A20 |
| 1  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 2  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 3  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 7  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 9  |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 11 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 13 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 14 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 15 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 17 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 19 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 20 |  |                                           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Fonte: Autoria própria, 2019.

Observamos que, em média, as alternativas ocuparam cada uma cerca de 2 (duas) posições diferentes ao longo dos 16 (dezesseis) cenários elaborados. A alternativa A11 possui o intervalo com maior amplitude, variando da posição 16 (dezesseis) até a posição 20 (vinte). Ao passo que as alternativas A2 e A6 possuem o intervalo com menor amplitude, permanecendo em uma única posição em todos os cenários avaliados.

Vale ressaltar que as mesmas alternativas figuraram entre as seis primeiras posições em todos os cenários estudados, fato que confirma a estabilidade do modelo. Dessa forma, elevando e reduzindo o peso dos critérios em 15% houve a confirmação das seis melhores alternativas do modelo original em todos casos.

É importante destacar que, embora o modelo tenha demonstrado estabilidade em todos os cenários, ficou demonstrado que o peso atribuído a cada critério possui influência direta no resultado do modelo, por isso, o investidor deve estabelecer os pesos com cautela.

Além disso, ressaltamos que o critério C2 possui maior peso no modelo, 25% (vinte e cinco por cento). Assim, em virtude disso, a elevação e a redução do peso de C2 foram os cenários que provocaram maiores alterações nos resultados.

Cumprе mencionar que a maior amplitude da diferença entre os pesos dos critérios ocorre entre os critérios C2 e C8, uma vez que C2 apresenta um peso 216,66% maior que o critério C8.

Diante disso, no intuito de elevar a estabilidade do modelo, é possível estabelecer uma regra de amplitude máxima aceitável entre os pesos de dois critérios “ $C_i$ ”, de forma a tornar a distribuição dos pesos mais uniforme entre os critérios.

Realizamos também uma análise de sensibilidade quanto à possíveis mudanças no portfólio gerado pelo PROMETHEE V em função da elevação e redução dos pesos dos critérios em 15% (quinze por cento). A alteração dos pesos se deu de forma semelhante à metodologia utilizada para a análise de sensibilidade do ranking de alternativas.

Na análise de sensibilidade do portfólio, foi constatado que a carteira de ações gerada pelo PROMETHEE V foi confirmada em todos os cenários analisados, validando assim a robustez e estabilidade do modelo proposto nesse estudo.

#### 4.8. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS PELOS INVESTIDORES

O resultado do ranking gerado na primeira etapa do método PROMETHEE V e do portfólio gerado na segunda etapa, assim como os resultados estabelecidos por qualquer modelo multicritério de apoio à decisão, informam ao decisor o resultado de um modelo baseado em suas preferências, sendo este resultado, na maioria dos casos, apenas uma das

fontes de informação que o decisor utiliza em sua tomada de decisão. Por esse motivo, o modelo é constituído como um método de apoio à decisão.

Ressaltamos que essa característica é ainda mais forte no presente trabalho, posto que o estudo utilizou dados de análise por múltiplos e análise financeira, contudo a análise completa dos fundamentos de uma empresa também inclui o ambiente econômico e a determinação do preço justo da ação.

Dito isso, com base nos resultados do método e nas demais fontes de informações que utilizam, os investidores foram convidados a avaliar os resultados gerados pelo método PROMETHEE V.

Os investidores avaliaram positivamente o resultado gerado pelo método. Durante a apresentação dos resultados, constatou-se que cada uma das cinco ações indicadas no portfólio já possuía participação na carteira de pelo menos um dos investidores que participaram da construção do modelo.

Cumpramos ainda destacar que os investidores julgaram relevante o desenvolvimento de um modelo com base científica e exata para apoio à decisão na seleção de uma carteira de ações na bolsa de valores.

Os investidores afirmaram que recebem relatórios pagos de algumas agências de investimento, sendo que esses relatórios indicam uma carteira recomendada e comentam alguns tópicos importantes sobre os ativos recomendados. Entretanto, não é explorada abertamente a metodologia de seleção do portfólio, o que, na avaliação dos investidores, é um ponto forte do método proposto no presente trabalho.

Salientamos ainda que os investidores mencionaram que seria relevante a construção de um modelo semelhante ao desenvolvido nesse estudo que analise também empresas de outros segmentos econômicos, dado que o presente trabalho está restrito às empresas do setor financeiro.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi alcançado por meio do uso dos conhecimentos relacionados a modelos multicritério de apoio à decisão e programação linear inteira, permitindo propor um *framework* de apoio à decisão de investidores com base na análise fundamentalista, utilizando para isso especialmente o método multicritério de apoio à decisão PROMETHEE V e um modelo de programação inteira para alocação de capital.

A aplicação destas ferramentas respondeu satisfatoriamente ao questionamento da pesquisa: é possível avaliar ações em investimentos de longo prazo aliando a análise fundamentalista ao uso de métodos multicritério de apoio à decisão? Caso os investidores optem pela utilização do método proposto, é possível construir um portfólio de ações com base no desempenho dos indicadores fundamentalistas de empresas do setor financeiro listadas na B3. É importante destacar, entretanto, que o método reflete as preferências explicitadas pelos investidores, não sendo este resultado ótimo para todos os investidores que investem no setor financeiro.

A realização do estudo confirmou a aplicabilidade de métodos multicritério no apoio às decisões financeiras no mercado de ações. Os investidores julgaram relevante o desenvolvimento do modelo e concordaram que o resultado gerado pelo método constituiu uma carteira de ações com bons fundamentos financeiros, as quais possuem alto potencial de geração de renda futura e perene através de dividendos.

Além disso, o método proposto é passível de customização, de acordo com as preferências e critérios adotados por cada investidor, o que não ocorre na maioria das ferramentas de análise de investimento disponíveis no mercado.

Na condição de dificuldades para realização da presente pesquisa, citamos a restrita disponibilidade dos investidores, posto que, apesar de dispostos a colaborar com o método, os investidores que participaram do desenvolvimento do modelo atrasaram alguns dos prazos pré-estabelecidos de entrega das respostas aos questionários, o que resultou na necessidade de retrabalho com novas solicitações de resposta aos investidores.

Contudo, fez-se necessário o uso da cautela nas cobranças de respostas aos questionários, uma vez que se trata de uma participação voluntária e por muitas vezes foi possível perceber que os atrasos ocorriam em virtude da rotina de trabalho dos investidores.



Cabe ainda mencionar que, inicialmente, o método contaria com a participação de cinco investidores, contudo, devido a constantes e longos atrasos na entrega das respostas por parte de um investidor em particular, fato que estava prejudicando o andamento da pesquisa, decidimos trabalhar com apenas quatro investidores, os quais se mostraram mais participativos e dispostos a colaborar com o estudo.

Ainda como dificuldade da pesquisa, destacamos a necessidade de cálculo manual dos indicadores “ROIC” e “Liquidez Corrente” para as vinte alternativas potenciais, uma vez que os valores desses indicadores não estavam disponíveis diretamente nos mecanismos de consulta utilizados neste estudo.

Dentre as limitações da pesquisa destaca-se a utilização de uma única função de preferência para cálculo do grau de preferência na comparação par a par das alternativas. Utilizamos unicamente a função usual, a qual pode não refletir de forma fiel o comportamento da preferência em alguns critérios.

Citamos como exemplo o caso do critério “Dívida Líquida”, cuja lógica do critério é de minimização (quanto menor melhor). Utilizando a função usual para esse critério, uma ação “a” que apresente dívida líquida apenas R\$ 0,01 (um centavo) menor que uma ação “b”, será preferida estritamente em relação à “b”. Esse será o mesmo patamar de preferência de empresas com dívidas líquidas inferiores em milhões de reais.

Percebemos ainda que a programação linear inteira referente à alocação de capital (etapa pós PROMETHEE V), embora respeitando às restrições de participação mínima de 10,5% (dez e meio por cento) de cada empresa no capital total da carteira, atribuiu 57,46% (cinquenta e sete vírgula quarenta e seis por cento) do capital disponível para a ação com maior fluxo líquido do portfólio, A12.

Isso pode representar uma elevação de risco para a carteira, pois grande parte de seu capital está associado à um único ativo. Assim, trabalhos futuros podem elevar o percentual mínimo de participação de cada empresa na carteira ou ainda investigar a possibilidade de inserção de novas restrições quanto à alocação de capital que resultem numa distribuição mais uniforme dos recursos

A utilização da média dos riscos na restrição relativa ao beta médio da carteira (PROMETHEE V – Parte II) possui limitações, dado que pode haver correlação entre os

riscos de duas empresas presentes no portfólio. Diante disso, sugerimos que trabalhos futuros investiguem a possibilidade de utilização da teoria de Markowitz (1952) na restrição relativa ao risco da carteira.

Outra limitação da pesquisa está relacionada ao fato do modelo abordar apenas as análises financeira e por múltiplos, não sendo realizada a análise econômica e a avaliação do preço justo da empresa.

Dessa maneira, como possíveis trabalhos futuros, sugere-se que estudos contemplem também a análise econômica e a avaliação do preço justo da empresa. Para o *valuation* da empresa, sugerimos a metodologia proposta por Correia Neto e Brandão (2018), os quais utilizam a simulação de Monte Carlo para determinação do preço justo de uma empresa.

Quanto à análise econômica, sugerimos estudar o uso dos resultados do modelo das cinco forças de Porter e da matriz SWOT como dados de entrada de um método multicritério para realizar a avaliação dos aspectos econômicos ligados às empresas em análise.

Ressaltamos ainda que os parâmetros indicados pelos decisores para aplicação neste trabalho são restritos para empresas do setor financeiro. Contudo, o modelo proposto pode ser utilizado para análise de outros setores, desde que na definição dos parâmetros sejam consultados especialistas do segmento analisado do modelo.

Cabe destacar que, além da análise de empresas de outros segmentos de atuação, há espaço para estudos que definam modelos relativos a fundos de investimento (ETR/FIA), fundos de investimentos imobiliários (FII's) e investimentos em renda fixa.

No presente trabalho, os investidores definiram que o portfólio de ações do setor financeiro deveria ser composto por cinco ações diferentes. Sugerimos que trabalhos futuros estudem a quantidade ideal de ativos diferentes para composição de um portfólio de investimentos.

Por fim, o desenvolvimento de um modelo que determine o percentual de participação de renda fixa, renda variável e fundos na carteira total de investimentos de acordo com as preferências do investidor é algo que ainda precisa ser estudado.

Esse modelo poderá ainda implementar um método de acompanhamento e aporte mensal na carteira, analisando o percentual de cada ativo na carteira e comparando sua cotação atual com o preço médio do ativo na carteira, de forma a identificar a melhor oportunidade de aporte no mês.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABU-TALEB, Maher F.; MARESCHAL, Bertrand. Water resources planning in the Middle East: application of the PROMETHEE V multicriteria method. *European journal of operational research*, v. 81, n. 3, p. 500-511, 1995.
- ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A. T. A model for selecting project team members using multicriteria group decision making, *Pesquisa Operacional*, 30(1), p. 221-236. 2010.
- ALMEIDA, AT de; COSTA, A. P. C. S. Modelo de decisão multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE. *Gestão & Produção*, v. 9, n. 2, p. 201-214, 2002.
- ALMEIDA, Adiel Teixeira de; ALMEIDA, Jonatas Araújo de; SILVA, Lucas Borges Leal da. Uso do conceito c-optimal para seleção de portfólio de projetos na construção civil com base no método multicritério PROMETHEE V. In: XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Porto de Galinhas-PE, 2015.
- ALMEIDA, Adiel Teixeira de; VETSCHERA, R. A note on scale transformations in the PROMETHEE V method. *European Journal of Operational Research*, v. 219, p. 198-200. 2012.
- ALMEIDA, Adiel Teixeira de. O conhecimento e o uso de métodos multicritérios de apoio à decisão. 2 ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2011.
- ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Modelagem Multicritério para Seleção de Intervalos de Manutenção Preventiva Baseada na Teoria da Utilidade Multiatributo. *Pesquisa Operacional*, 25(1), 69-81. 2005.
- ANDREZO, A. F., LIMA, I. S. Mercado Financeiro: Aspectos Históricos e Conceituais. 1. Ed. São Paulo: Pioneira, 1999.
- ARAÚJO, Afrânio Galdino de; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. 2009.
- BARBOZA, Angela Olandoski. Simulação e técnicas da computação evolucionária aplicadas a problemas de programação linear inteira mista. 2005.
- BELTON, V; STEWART, J. Multiple Criteria Decision Analysis – an Integrated Approach. Kluwer Academic Publishers, London. 2002.

- BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. Investments 5. ed. Boston: McGraw-Hill/Irwin, c2002.
- BOVESPA - B3 Bolsa Brasil Balcão. Por dentro da B3: Guia prático de uma das maiores bolsas de valores e derivativos do mundo. B3 Educação. Disponível em: <https://educacional.bmfbovespa.com.br/documentos/ApostilaPQO.pdf>. Acesso em 15/04/2019.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. PROMETHEE methods. In Figueira J, Greco S and Ehrgott M (ed) Multiple Criteria Decision Analysis: State of Art, Surveys. Springer, Boston, pp 133-161. 2005.
- BRANS, J.P.; MARESCHAL, B. PROMETHEE V: MCDM Problems with Segmentation Constraint. INFOR Journal: Information Systems and Operational Research, v.30, n.2, p.85-96. 1992.
- BRANS, J. P.; VINCKE, P. A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making). Management Science, v. 31, p. 647-656, 1985. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.31.6.647>.
- BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. European Journal of Operational Research, v. 24, p. 228-238, 1986. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90044-5](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(86)90044-5)
- BELLI, M. M.; GAIO, L. E.; MILANI FILHO, M. A. F.; ETULAIN, C. R. Estudo sobre o risco sistemático das empresas de tecnologia no Brasil. Enfoque, 36(3), 89. 2017.
- CARVALHO, José Ribamar Marques de; CARVALHO, Enyedja Kerlly Martins de Araújo; CURI, Wilson Fadlo. Avaliação da sustentabilidade ambiental de municípios paraibanos: Uma aplicação utilizando o método PROMETHEE II. Gestão & Regionalidade, v. 27, n. 80, 2011.
- CAVALCANTE, Cristiano Alexandre Virgínio; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. Pesquisa Operacional, v. 25, n. 2, p. 279-296, 2005.
- CAVALI, R., RANGEL, S. Production Planning: A Cutting Stock Problem In The Furniture Industry. In: XII Congreso Latino-Iberoamericano de Investigación de Operaciones y Sistemas - CLAIO. Anais do XII CLAIO. Havana, 2004. v. único. p. T137. Havana, 2004.
- CERBASI, Gustavo. Investimentos Inteligentes. 1 ed. Rio de Janeiro: Thomas Nelson Brasil.

2008.

CHAGUE, Fernando; GIOVANNETTI, Bruno. É possível viver de day-trading? Fundação Getúlio Vargas. EESP - Escola de economia de São Paulo. São Paulo-SP, 2019. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1Q-Kq\\_XPzp9PpkCeccu\\_f3YMxJPaO0OFW/view?fbclid=IwAR1PexcUv\\_gG3SbCcvZcD1bQ2o99bGZKD2-1gLNdxRU\\_ruRFO4f5aPLimC8](https://drive.google.com/file/d/1Q-Kq_XPzp9PpkCeccu_f3YMxJPaO0OFW/view?fbclid=IwAR1PexcUv_gG3SbCcvZcD1bQ2o99bGZKD2-1gLNdxRU_ruRFO4f5aPLimC8) . Acesso em 25/04/2019.

CHAVES, Daniel Augusto Tucci; ROCHA, Keyler C. Análise técnica e fundamentalista: divergências, similaridades e complementariedades. São Paulo, 2004.

CORREIA NETO, Jocildo Figueiredo; BRANDÃO, José Wellington. Valuation Empresarial: Avaliação de Empresas Considerando o Risco. 1ª Ed, São Paulo: Atlas Book. 2018.

DA COSTA, Thiago Cardoso; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão. Anais do 15º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA, 2009.

DA COSTA, Leandro Santos; JUNIOR, Antonio Marcos Duarte. Uma metodologia para a pré-seleção de ações utilizando o método multicritério TOPSIS. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 518-529, 2013

DAIBERT, Kelly Frizero Neto. Priorização de critérios de decisão utilizados por investidores qualificados e especialistas para a compra e venda de ações. 2016.

DE SOUZA, Bruno Oliveira Lima. Emprego de Análise Multicritério como Auxílio na Tomada de Decisão no Descomissionamento de Dutos Submarinos. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DE SOUSA SILVA, Vanessa Batista; SCHRAMM, Fernando; DE CARVALHO, Hugo Riccely Cunha. O uso do método PROMETHEE para seleção de candidatos à bolsa-formação do Pronatec. Production, v. 24, n. 3, p. 548-558, 2014.

FLORENTINO, H.O. Programação linear inteira em problemas de aproveitamento da biomassa residual de colheita da cana-de-açúcar. 2005, 64 p. Tese (Livre Docência) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP, 2005.

GOMES, Igor de Oliveira. Estratégias para operações de day trade na B3. 2018. Tese de Doutorado. 2018.

- GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; RANGEL, Luis Alberto Duncan; RESENDE, Ricardo de Castro. Prioritization of Telecommunication Projects: Decision Analysis Using the Prométhée V Method. *Revista Economia & Gestão*, v. 15, n. 41, p. 311-332, 2015.
- GOMES, Carlos Francisco Simões; GOMES, L. F. A. M. A função de decisão multicritério. Parte I: Dos conceitos básicos à modelagem multicritério. *Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial*, v. 2, n. 3, 2007.
- GORDON, Myron Jules. *The Investment, Financing, and Valuation of the Corporation*. Martino Fine Books. 2013.
- GOUMAS M and Lygerou V (2000) An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: ranking of alternative energy exploitation projects. *Eur. J. Oper. Res.* 123:606613. Doi: 10.1016/S0377-2217(99)00093-4
- GUARNIERI, Patricia. Síntese dos principais critérios, métodos e subproblemas da seleção de fornecedores multicritério. *Revista de administração contemporânea*, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2015.
- GUL, M., CELIK, E., GUMUS, A. T.; GUNERI, A. F. A fuzzy logic based PROMETHEE method for material selection problems. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 68-79, 2018.
- HYDE K, Maier H R and Colby C (2003) Incorporating uncertainty in PROMETHEE MCDA method. *J. Multi-Crit. Decis. Anal.* 12:245-259. doi: 10.1002/mcda.361
- KOBORI, Valter Jose. *Análise Fundamentalista: Como obter uma performance superior e consistente no mercado de ações*. 2ª Ed, São Paulo: Atlas Book. 2019.
- LACHTERMACHER, G. *Pesquisa operacional na tomada de decisão: Modelagem em Excel*. 2º ed.- 1º ed.- Rio de Janeiro: Elsevier, 321p, 2004.
- LE TÉNO J F and Mareschal B (1998) An interval version of PROMETHEE for the comparison of building products' design with ill-defined data on environmental quality. *Eur. J. Oper. Res.* 109: 522-529. doi: 10.1016/S0377-2217(98)00074-5
- LIMA, MVA de et al. Avaliação de empresas de pequeno porte no Brasil através da Metodologia Construtivista de Apoio à Decisão MCDA-C. *Anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração*, v. 30, 2006.
- LIMA, V. S.; ILHA, H. F.; SCALZER, R. S.; GALDI, F. C. Análise fundamentalista sob a perspectiva do analista de mercado: um estudo de caso na AES TIETÊ comparando os modelos de fluxo de caixa descontado e AEG Ohlson (1995). *Congresso USP de iniciação científica*, 6. 2009.

- LYRIO, Maurício Vasconcellos Leão et al. Análise da implementação de uma estratégia de investimento em ações baseada em um instrumento de apoio à decisão. *Contaduría y Administración*, v. 60, n. 1, p. 113-143, 2015.
- LOPES, Ana Paula F; MUÑOZ, María M; URBISTONDO, Alarcón Pilar. Regional tourism competitiveness using the PROMETHEE approach. *Annals of Tourism Research*, Volume 73, 2018, Pages 1-13. ISSN 0160-7383, <https://doi.org/10.1016/j.annals.2018.07.003>.
- LÓPEZ, Hipólito Marcelo Losada; ALMEIDA, AT de. Utilizando PROMETHEE V para seleção de portfólio de projetos de uma empresa de energia elétrica. *Production*, v. 24, n. 3, p. 559-571, 2014.
- LUQUET, Mara; ROCCO, Nelson. Guia valor econômico de investimentos em ações. Globo Livros, 2007.
- LUQUET, Mara. Guia Valor Econômico de finanças pessoais. 2a edição. Globo Livros, Rio de Janeiro-RJ, 2007.
- LUKETIC, Karel. XP Investimentos. Análise Fundamentalista, Carteira recomendada. Disponível em: <https://analises.xpi.com.br/fundamentalista/carteiras/dividendos-julho-2019-2/>. Acesso em 08/07/2019.
- MALTA, Tanira Lessa; DE CAMARGOS, Marcos Antônio. Variáveis da análise fundamentalista e dinâmica e o retorno acionário de empresas brasileiras entre 2007 e 2014. *REGE-Revista de Gestão*, v. 23, n. 1, p. 52-62, 2016.
- MARINONI O (2005) A stochastic special decision support system based on PROMETHEE. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(1): 51-68. doi: 10.1080/13658810412331280176
- MARKOWITZ; H. Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. 1952.
- MARTINI, Marcos Felipe Gomes; DE CAPITAIS, MBA Mercado. Renda fixa versus renda variável: uma análise descritiva entre as rentabilidades dos investimentos. *Revista On-Line - IPOG, Goiânia*, v. 1, n. 5, p. 1, 2013.
- MEHLAWAT, Mukesh Kumar. Behavioral optimization models for multicriteria portfolio selection. *Yugoslav Journal of Operations Research*, v. 23, n. 2, 2016.
- MORAIS, Danielle C.; ALMEIDA, Adiel T. de. Avaliação multicritério para adequação de sistemas de redução de perdas de água. In: XXII encontro nacional de engenharia de produção – Enegep. Anais...Curitiba: Abepro/PUC-PR, 2002.
- OLIVEIRA, C.A; BELDERRAIN, M.C.N. Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridades no AHP. *Anales - Encuentro de Docentes de Investigación Operativa Primera Reunión Regional Brasil Argentina, Posadas, Argentina* 21-23 de maio de 2008.



OLIVEIRA, Joelma de Oliveira et al. Introdução ao Método Dephi. Mundo Material. Curitiba, 2008.

PAIXÃO, Giovanna Pate da. Modelo de seleção de portfólio de ações – Uma aplicação do método Analytic Hierarchy Process. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2013.

PRATES, Wladimir Ribeiro. Teoria de Markowitz (teoria da carteira) e a fronteira eficiente. Disponível em: <https://www.wrprates.com/teoria-de-markowitz-teoria-da-carteira-e-a-fronteira-eficiente>. Acesso em: 29/06/2019.

TAVARES, Adilson de Lima; SILVA, César Augusto Tibúrcio. A análise financeira fundamentalista na previsão de melhores e piores alternativas de investimento. Revista Universo Contábil, v. 8, n. 1, p. 37-52, 2012.

TOLENTINO, Gilmar. Programação linear inteira aplicada ao aproveitamento do palhiço da cana-de-açúcar. 2007.

VERA, J.R., WEINTRAUB, A. A., KOENIG, M., BRAVO, G., GUIGNARD, M., BARAHONA, F. A lagrangean relaxation approach for a machinery location problem in Forest harvesting. Pesquisa Operacional, v.23, p. 111-128, 2003.

VEZMELAI, A.; LASHGARI, Z.; KEYGHOBADI, A. Portfolio selection using ELECTRE III: evidence from Tehran Stock Exchange. Decision Science Letters, v. 4, n. 2, p. 227-236, 2015.

VIDOTTO, Rodrigo Silva et al. O Moving Average Convergence-Divergence como ferramenta para a decisão de investimentos no mercado de ações. Revista de Administração Contemporânea, 2009.

ROY, B. Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 1996.

ROY, B. Paradigms and Challenges. In Figueira J, Greco S and Ehrgott M (ed) Multiple Criteria Decision Analysis: State of Art, Surveys. Springer, Boston, pp 4-24. 2005.

SANT'ANNA, Annibal Parracho; RABELO, Lúcia Mathias; NOGUEIRA, Helio Darwich. Comparação entre métodos multicritério em um modelo para avaliação da qualidade de ativos de renda variável. Revista de Finanças Aplicadas, v. 1, p. 1-21, 2012.

SANTOS, Armando Cuesta. O uso do método delphi na criação de um modelo de competências. Revista de Administração, São Paulo v.36, n.2, p.25-32, abril/junho 2001.

SÁFADI, C.M.Q. Delphi : um estudo sobre sua aceitação. In: V SEMEAD , 2001. São Paulo: Anais... SEMEAD FEA-USP. 2001.

SHARLIG A (1985) Décider sur plusieurs critères: panorama de l'aide à la décision multicritère. Presses polytechniqueset universitaires romandes, Lausanne, Suisse.

XIDONAS, Panagiotis; MAVROTAS, George; PSARRAS, John. A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis. Computers & Operations Research, v. 36, n. 12, p. 3187-3203, 2009.

WERNKE, Rodney; BORNIA, Antonio Cezar. A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais. Revista Contabilidade & Finanças, v. 12, n. 25, p. 60-71, 2001.

## APÊNDICE I

### QUESTIONÁRIO PARA DEFINIÇÃO DE DESEMPENHO MÍNIMO (FILTROS E RESTRIÇÕES) – ETAPA PRÉ PROMETHEE

#### DETERMINAÇÃO DE DESEMPENHO MÍNIMO PARA AÇÕES E CARTEIRAS DE INVESTIMENTO

O presente questionário refere-se à análise financeira/múltiplos de empresas do setor financeiro (bancos, sociedades de crédito e financiamento, *holdings* financeiras, entre outros) listadas na bolsa de valores, Bovespa – B3, com o intuito de investimento a longo prazo (análise fundamentalista / buy and hold).

1 – Antes da análise individual de cada empresa, será realizada uma filtragem do universo total de empresas do setor financeiro (bancos, sociedades de crédito e financiamento, *holdings* financeiras, entre outros) listadas na B3. Essa filtragem visa garantir um desempenho mínimo da empresa em alguns critérios. Assim, para que uma empresa seja considerada como uma possível alternativa de investimento, qual seria o desempenho mínimo necessário em cada um dos critérios abaixo?

| Critério          | Unidade | Lógica do critério | Concorda com filtro de desempenho mínimo para este critério? | Desempenho mínimo esperado |
|-------------------|---------|--------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Dividend Yield    | %       | Maximização        |                                                              |                            |
| Lucro Líquido     | R\$     | Maximização        |                                                              |                            |
| ROE               | %       | Maximização        |                                                              |                            |
| Dívida Líquida    | R\$     | Minimização        |                                                              |                            |
| Preço/Lucro       | -       | Minimização        |                                                              |                            |
| Liquidez Corrente | -       | Maximização        |                                                              |                            |

|                |   |             |  |  |
|----------------|---|-------------|--|--|
| ROIC           | % | Maximização |  |  |
| Margem Líquida | % | Maximização |  |  |

2 – Considerando que será construída uma carteira de ações do setor financeiro. Visando a diversificação de investimentos e a redução de riscos, qual seria a quantidade ideal de empresas diferentes para uma carteira de ações do setor financeiro? Qual a participação percentual mínima de cada empresa na carteira?

3 – Considerando que será construída uma carteira de ações do setor financeiro e que essa diversificação poderá gerar um ganho adicional (em comparação com o investimento em uma única ação) qual seria o retorno esperado médio (*dividend yield* médio) ideal para essa carteira?

4 – Considerando que será construída uma carteira de ações do setor financeiro e que essa diversificação poderá gerar uma redução de risco (em comparação com o investimento em uma única ação) qual seria o risco médio (beta médio) aceitável para essa carteira?

(Caso necessário, segue breve explanação sobre o risco beta associado à um ativo)

Obs - Explicação sobre o beta:

“O risco está associado à incerteza quanto aos resultados de um empreendimento, no nosso caso, aos resultados de uma empresa. No mercado de ações, o risco diz respeito à variância dos resultados de uma empresa em torno do índice Bovespa, sendo tal risco expresso por “ $\beta$ ”, valor calculado e fornecido por sistemas de informações financeiras (KOBORI, 2019). Segue breve explicação dos valores de beta:

- d)  $\beta = 1$ , significa que a cotação da ação acompanha exatamente o índice Bovespa;
- e)  $\beta < 1$ , significa que a ação possui uma variabilidade menor que o índice Bovespa, assim se o beta da empresa é de 0,5 uma variação no Ibovespa de 10% resultará em uma variação e apenas 5% na cotação da empresa;

- f)  $\beta > 1$ , significa que a ação possui uma variabilidade maior que o índice Bovespa, assim se o beta da empresa é de 1,8 uma variação no Ibovespa de 10% resultará em uma variação de 18% na cotação da empresa.”

## APÊNDICE II

### CONCEITUAÇÃO SOBRE OS CRITÉRIOS UTILIZADOS

#### GLOSSÁRIO – CRITÉRIOS PARA ANÁLISE FINANCEIRA

- Dívida/Patrimônio: indica a capacidade da empresa honrar suas dívidas com o seu patrimônio.
- Dívida Líquida: representa tudo que a empresa deve (dívida bruta) subtraídas suas disponibilidades (dinheiro em caixa).
- *Dividend Yield*: dividendo pago por ação / cotação da ação, é o retorno anual em dividendos que a empresa paga aos acionistas.
- Lucro Líquido: soma de todas as receitas da empresa subtraídas das despesas, custos e pagamento de impostos no período.
- Liquidez Corrente: Ativo Circulante / Passivo Circulante, indica se os recebíveis da empresa são maiores ou menores que suas dívidas no curto prazo.
- Lucro por ação (LPA): Lucro líquido / N° total de ações, representa o valor monetário de lucro no período proporcional a uma única ação.
- Margem Líquida: Lucro líquido / receita líquida, reflete o quanto sobra de lucro para a empresa em proporção à receita.
- Preço/Lucro: (Cotação da ação x n° total de ações) / Lucro no período, esse número por ser interpretado como a quantidade de anos de lucro necessários para que o lucro acumulado se iguale à cotação da ação.
- Preço/Valor Patrimonial: analisa comparativamente o valor da empresa no mercado (cotação x n° de ações) e o valor contábil patrimonial.

- Retorno sobre o capital investido – *Return on invested capital* (ROIC): expressa percentualmente o retorno anual sobre o capital aplicado na empresa.
- Retorno sobre o patrimônio líquido – *Return on equity* (ROE):  $\text{Lucro líquido} / \text{Patrimônio líquido}$ , apresenta o percentual e retorno anual, em lucro, que a empresa obtêm em relação ao patrimônio líquido da organização.

## APÊNDICE III

## QUESTIONÁRIO DELPHI DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS E PESOS – RODADA I

## DETERMINAÇÃO DE CRITÉRIOS E PESOS PARA ANÁLISE FINANCEIRA/MÚLTIPLOS - MÉTODO DELPHI (RODADA 1)

O presente questionário refere-se à análise financeira/múltiplos de empresas do setor financeiro (bancos, sociedades de crédito e financiamento, *holdings* financeiras, entre outros) listadas na bolsa de valores, Bovespa – B3, com o intuito de investimento a longo prazo (análise fundamentalista / buy and hold).

1 – Considerando o cenário de investimentos na bolsa de valores a longo prazo, no que se refere aos fundamentos financeiros das empresas, quais indicadores devem ser considerados pelos investidores?

2 – Supondo que você possui um total de 100 (cem) pontos para distribuir entre os critérios mencionados na pergunta anterior; caso fosse necessário indicar um peso (grau de importância) entre 0 e 100 (sendo 0, sem nenhuma importância e 100, máxima importância) para cada indicador, qual seria o peso atribuído a cada um deles? Indicar as respostas na tabela a seguir.

[illegible]



## APÊNDICE IV

### QUESTIONÁRIO DELPHI DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS E PESOS – RODADA II

#### DETERMINAÇÃO DE CRITÉRIOS E PESOS PARA ANÁLISE FINANCEIRA/MÚLTIPLOS - MÉTODO DELPHI (RODADA 2)

O presente questionário refere-se à análise financeira/múltiplos de empresas do setor financeiro (bancos, sociedades de crédito e financiamento, *holdings* financeiras, entre outros) listadas na bolsa de valores, Bovespa – B3, com o intuito de investimento a longo prazo (análise fundamentalista / buy and hold).

1 – Após análise e consolidação dos dados da primeira rodada do método Delphi, obtivemos o resultado exibido a seguir quanto aos critérios e pesos para análise financeira de empresas na bolsa de valores sob o enfoque fundamentalista. Você concorda com a utilização desses critérios e com os pesos atribuídos a eles?

| Critério                  | Peso | Concorda com a utilização do critério? | Concorda com o peso adotado? |
|---------------------------|------|----------------------------------------|------------------------------|
| Dividend Yield            | 13%  |                                        |                              |
| Lucro Líquido             | 24%  |                                        |                              |
| ROE                       | 17%  |                                        |                              |
| Dívida Líquida            | 13%  |                                        |                              |
| Preço/Lucro               | 7%   |                                        |                              |
| Liquidez Corrente         | 6%   |                                        |                              |
| ROIC                      | 5%   |                                        |                              |
| Dívida / Patrimônio       | 5%   |                                        |                              |
| Margem Líquida            | 5%   |                                        |                              |
| Preço / Valor Patrimonial | 4%   |                                        |                              |

## APÊNDICE V

### QUESTIONÁRIO DELPHI DEFINIÇÃO CRITÉRIOS E PESOS – RODADA III

#### DETERMINAÇÃO DE CRITÉRIOS E PESOS PARA ANÁLISE FINANCEIRA/MÚLTIPLOS - MÉTODO DELPHI (RODADA 3)

O presente questionário refere-se à análise financeira/múltiplos de empresas do setor financeiro (bancos, sociedades de crédito e financiamento, *holdings* financeiras, entre outros) listadas na bolsa de valores, Bovespa – B3, com o intuito de investimento a longo prazo (análise fundamentalista / buy and hold).

1 – A análise dos dados da segunda rodada resultou na alteração dos pesos dos critérios abaixo mencionados. Assim, caso fossem utilizados esses critérios, você concordaria os seguintes pesos atribuídos a eles?

| Critério          | Peso<br>(redistribuído) | Concorda com o<br>novo peso<br>atribuído? |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------------------|
| Preço/Lucro       | 9,25%                   |                                           |
| Liquidez Corrente | 8,25%                   |                                           |
| ROIC              | 7,25%                   |                                           |
| Margem Líquida    | 6,25%                   |                                           |

## APÊNDICE VI

### TEXTO EXPLICATIVO DAS FUNÇÕES DE PREFERÊNCIA

#### O QUE SÃO FUNÇÕES DE PREFERÊNCIA?

Em muitas situações na vida precisamos comparar a diferença entre o desempenho de duas alternativas de escolha para uma decisão. Por exemplo, imagine que você deseja comprar um sapato e você possui duas alternativas, conforme abaixo:

| ALTERNATIVA | PREÇO      |
|-------------|------------|
| SAPATO “A”  | R\$ 250,00 |
| SAPATO “B”  | R\$ 180,00 |

Na sua avaliação, há uma diferença significativa no desempenho dos sapatos A e B quanto ao critério preço? Provavelmente, você respondeu sim, pois o sapato “A” custa R\$ 70,00 a mais que seu concorrente “B”, o que significa uma diferença de aproximadamente 40%.

Podemos denominar essa diferença entre “A” e “B” da seguinte maneira:

$$D(a,b) = B - A = R\$ 250,00 - R\$ 180,00 = \mathbf{R\$ 70,00}$$

Agora imagine que você deseja adquirir um automóvel. Nesse caso, uma diferença de R\$ 70,00 no preço de dois veículos provavelmente não fará diferença para você. Contudo, se um automóvel custar R\$ 5.000, 00 a mais o valor já se torna significativo? E se custar R\$ 1.000,00 a mais faz diferença?

Assim, é importante saber a partir de qual valor a diferença é significativa. Digamos que a partir de R\$ 2.000,00 a diferença já é importante para você, vamos chamar esse valor de  $q = R\$ 2.000,00$ .

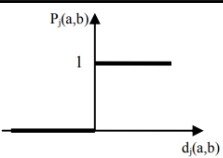
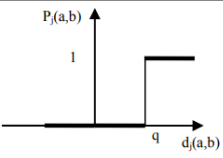
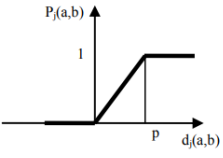
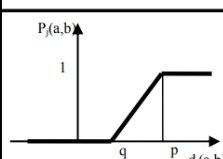
Cabe aqui outra pergunta: para diferenças a partir de R\$ 2.000,00 sua preferência pelo veículo de menor custo, no que se refere a preço, seria total? Ou sua preferência só seria total a partir de uma determinada diferença, por exemplo,  $p = R\$ 5.000,00$ ?

Os modelos multicritério de apoio a decisão utilizam funções de preferência pré-definidas. Por exemplo, se a função de preferência do caso dos veículos fosse do tipo **Usual**, isso significaria que qualquer diferença, até mesmo de centavos entre os preços dos carros, faria com que você preferisse estritamente o automóvel de menor custo.

Contudo, se a função fosse do tipo **quase critério**, isso indicaria que até  $q = \text{R\$ } 2.000,00$ , a diferença de preço não importaria para você, mas a partir desse valor sua preferência já seria total pelo veículo de menor custo.

No critério **Linear** não existiria zona de indiferença, assim, qualquer diferença no preço iria importar para você, contudo sua preferência pelo veículo de menor custo cresceria linearmente até se tornar total preferência para diferenças de  $p = \text{R\$ } 5.000,00$ , por exemplo.

Por fim, caso você decidisse utilizar o **critério linear com zona de indiferença**, significaria que até  $q = \text{R\$ } 2.000,00$  a diferença de preço dos veículos não seria importante para você, contudo a partir dessa diferença sua preferência cresceria linearmente até se tornar estrita no valor  $p = \text{R\$ } 5.000,00$ . A figura abaixo ilustra as funções de preferência:

| Tipo de Critério                                              | Representação                                                                       |                                                                                                                                                                   | Parâmetros |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| (I)<br>Critério Usual                                         |  | $P_j(a,b) = \begin{cases} 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \\ 1 & \text{se } d_j(a,b) > 0 \end{cases}$                                                              | -          |
| (II)<br>Quase-Critério                                        |  | $P_j(a,b) = \begin{cases} 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \\ 1 & \text{se } d_j(a,b) > q \end{cases}$                                                              | q          |
| (III)<br>Critério de preferência linear                       |  | $P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ d_j(a,b)/p & \text{se } 0 < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq 0 \end{cases}$               | p          |
| (V)<br>Critério de preferência linear com zona de indiferença |  | $P_j(a,b) = \begin{cases} 1 & \text{se } d_j(a,b) > p \\ [d_j(a,b) - q] / (p - q) & \text{se } q < d_j(a,b) \leq p \\ 0 & \text{se } d_j(a,b) \leq q \end{cases}$ | q, p       |

Fonte: Adaptado de De Souza, 2018.

Vale lembrar, que nas funções de preferência são consideradas as diferenças entre os desempenhos das alternativas.

## APÊNDICE VII

### QUESTIONÁRIO DEFINIÇÃO DAS FUNÇÕES DE PREFERÊNCIA E LIMIARES DE PREFERÊNCIA

#### DETERMINAÇÃO DAS FUNÇÕES DE PREFERÊNCIA E LIMIARES DE PREFERÊNCIA

O presente questionário refere-se à análise financeira/múltiplos de empresas do setor financeiro (bancos, sociedades de crédito e financiamento, *holdings* financeiras, entre outros) listadas na bolsa de valores, Bovespa – B3, com o intuito de investimento a longo prazo (análise fundamentalista / buy and hold).

1 – Dadas as funções de preferência disponíveis, conforme anteriormente explanado, pedimos seu auxílio na definição das funções de preferência e, quando for o caso, dos limiares de preferência para os critérios a seguir, considerando a avaliação de empresas do setor financeiro?

| Critério                  | Unidade | Função de preferência | q | P |
|---------------------------|---------|-----------------------|---|---|
| Dividend Yield            | %       |                       |   |   |
| Lucro Líquido             | R\$     |                       |   |   |
| ROE                       | %       |                       |   |   |
| Dívida Líquida            | R\$     |                       |   |   |
| Preço/Lucro               | -       |                       |   |   |
| Liquidez Corrente         | -       |                       |   |   |
| ROIC                      | %       |                       |   |   |
| Dívida / Patrimônio       | %       |                       |   |   |
| Margem Líquida            | %       |                       |   |   |
| Preço / Valor Patrimonial | -       |                       |   |   |