



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SAMUEL GOMES DA SILVA

UM *FRAMEWORK* PARA A PRÉ-SELEÇÃO DE AÇÕES E MONTAGEM DE CARTEIRA
DE INVESTIMENTOS UTILIZANDO O MÉTODO MULTICRITÉRIO FITRADEOFF E
MODELO DE MARKOWITZ

ANGICOS / RN

2020

SAMUEL GOMES DA SILVA

**UM *FRAMEWORK* PARA A PRÉ-SELEÇÃO DE AÇÕES E MONTAGEM DE CARTEIRA
DE INVESTIMENTOS UTILIZANDO O MÉTODO MULTICRITÉRIO FITRADEOFF E
MODELO DE MARKOWITZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Centro Multidisciplinar de Angicos, como
parte dos requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro de Produção.

Orientador (a): Prof. Me. Rafael de Azevedo Palhares

ANGICOS / RN

2020

© 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 n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 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.

S586f Silva, Samuel Gomes da Silva.
UM FRAMEWORK PARA A PRÉ-SELEÇÃO DE AÇÕES E
MONTAGEM DE CARTEIRA DE INVESTIMENTOS UTILIZANDO
O MÉTODO MULTICRITÉRIO FITRADEOFF E MODELO DE
MARKOWITZ / Samuel Gomes da Silva Silva. - 2020.
76 f. : il.

Orientador: Rafael de Azevedo Palhares
Palhares.

Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2020.

1. Framework. 2. Carteira de Investimentos. 3.
Fitradeoff. 4. Modelo de Markowitz. I. Palhares,
Rafael de Azevedo Palhares, orient. II. Título.

SAMUEL GOMES DA SILVA

**UM *FRAMEWORK* PARA A PRÉ-SELEÇÃO DE AÇÕES E MONTAGEM DE CARTEIRA
DE INVESTIMENTOS UTILIZANDO O MÉTODO MULTICRITÉRIO FITRADEOFF E
MODELO DE MARKOWITZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Centro Multidisciplinar de Angicos, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Engenheiro de
Produção.

Defendido em: 10 / 12 / 2020

RAFAEL DE AZEVEDO
PALHARES:100231494
18

Assinado de forma digital por
RAFAEL DE AZEVEDO
PALHARES:10023149418
Dados: 2020.12.10 12:48:21 -03'00'

Prof. Me. Rafael de Azevedo Palhares, UFERSA/Campus

LUCIANA TORRES CORREIA
DE MELLO:05225946461

Assinado de forma digital por
LUCIANA TORRES CORREIA DE
MELLO:05225946461
Dados: 2020.12.10 13:28:55 -03'00'

Prof.^a Dr.^a Luciana Torres Correia de Mello, UFERSA/Campus Angicos

ANDRE LUIZ SENA DA
ROCHA:04986338455

Assinado de forma digital por
ANDRE LUIZ SENA DA
ROCHA:04986338455
Dados: 2020.12.14 16:58:52 -03'00'

Prof. Me. André Luiz Sena da Rocha, UFERSA/Campus Angicos

*Dedico este trabalho a Deus,
minha família e meus amigos.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me susteve quando todas as minhas forças e esperanças haviam sido desfeitas, e me mostrou que Ele tudo pode.

Aos meus pais, pela confiança depositada, que sempre lutou com toda força para me dar as melhores condições de estudo.

A eterna sala 23, onde tive o prazer de conhecer as melhores pessoas do curso de produção: Dandara, Loreнна, Rayane, Richardson, Sarah e Yara.

Ao meu orientador Prof. Rafael de Azevedo Palhares, por toda paciência, disponibilidade, apoio e sugestões, tornando possível a finalização deste trabalho. Como também, pelo companheirismo e contribuição na minha formação acadêmica e profissional.

A minha namorada/companheira Dandara Monteiro, por sempre está presente, me apoiando e ajudando no possível.

“Risco vem de você não saber o que está fazendo. ”

Warren Buffett

RESUMO

A difusão constante de informações acerca de investimentos rentáveis, impulsionado pelo *marketing*, trouxeram os holofotes para o mercado de ações nos últimos anos, mostrando expressivos aumentos nos números de pessoas físicas cadastradas na bolsa brasileira e máximas históricas no principal índice da bolsa brasileira (Ibovespa), sendo este último bastante afetado pela atual crise causada pelo COVID-19. A fim de apoiar as tomadas de decisão dos investidores do mercado financeiro, a presente pesquisa objetiva-se em propor um *framework* para a pré-seleção de ações de forma racional e eficiente montagem de carteira de investimentos. Para representar o mérito das proposições da pesquisa, aplicou-se o *framework* em um estudo de caso, onde utilizou-se das ações do índice Bovespa como exemplo numérico. As ações incorporadas como alternativas para processo decisório foram divididas de acordo com os seus respectivos setores de atuação específicos ou similares. A pré-seleção, foi fundamentada no uso de critérios quantitativos (P/L, P/VP, DY, ROE, Dívida Líquida/Patrimônio Líquido, Liquidez, Volatilidade) e qualitativos (Governança Corporativa) e apoiada pelo método de análise de decisão multicritério Fitradeoff. A montagem de carteira, fundamentou-se nos principais resultados da pré-seleção e no modelo de otimização de Markowitz. A pesquisa é classificada como aplicada, quantitativa e normativa. Os resultados apontam que as melhores classificações na pré-seleção são provenientes dos melhores *trade-offs* entre os critérios em consonância com as preferências de cada investidor. Na montagem da carteira, as alocações de capital variam de acordo com os objetivos do investidor, assim como a diversificação depende somente da conexão entre os ativos e não da quantidade. Destarte, a pesquisa apresenta uma sequência de passos estruturada a fim de promover a reprodutibilidade do *framework* proposto e apoiar a decisão de cada investidor, considerando as suas preferências e objetivos de forma eficiente.

Palavras-chave: *Framework*. Carteira de Investimentos. Fitradeoff. Modelo de Markowitz.

ABSTRACT

The constant dissemination of information about profitable investments, driven by marketing, has brought the spotlight to the stock market in recent years, showing significant increases in the numbers of individuals registered on the Brazilian stock exchange and historical maxima in the main index of the Brazilian stock exchange (Ibovespa), the latter being greatly affected by the current crisis caused by COVID-19. In order to support the decision-making of investors in the financial market, this research aims to propose a framework for the pre-selection of shares in a rational and efficient way to set up an investment portfolio. To represent the merit of the research proposals, the framework was applied in a case study, where the actions of the Bovespa index were used as a numerical example. The shares incorporated as alternatives for the decision-making process were divided according to their respective specific or similar operating sectors. Pre-selection was based on the use of quantitative (P / L , P / VP , DY , ROE , $Net\ Debt / Equity$, $Liquidity$, $Volatility$) and qualitative (Corporate Governance) criteria and supported by the multicriteria decision analysis method Fitradeoff. The portfolio assembly was based on the main results of the pre-selection and on the Markowitz optimization model. The research is classified as applied, quantitative and normative. The results show that the best ratings in the pre-selection come from the best trade-offs among the criteria in line with the preferences of each investor. When building the portfolio, capital allocations vary according to the investor's objectives, just as diversification depends only on the connection between the assets and not on the quantity. Thus, the research presents a structured sequence of steps in order to promote the reproducibility of the proposed framework and support the decision of each investor, considering their preferences and objectives efficiently.

Keywords: Framework. Investment portfolio. Fitradeoff. Markowitz model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Formação de uma Carteira Eficiente.....	16
Figura 2 – Distribuições de probabilidades dos Investimentos A e B.....	32
Figura 3 – Classificação metodológica da pesquisa	39
Figura 4 – Limites das constantes de escala após ordenação de critérios	49
Figura 5 – Comparações de consequências do setor de bens industriais.....	50
Figura 6 – Limites das constantes de escala do setor de bens industriais	51
Figura 7 – Utilização do MS Excel: Covariância	53
Figura 8 – Utilização do MS Excel: Solver	55
Figura 9 – Comparações de consequências do setor de consumo cíclico	66
Figura 10 – Limites das constantes de escala do setor de consumo cíclico	66
Figura 11 – Comparações de consequências do setor de consumo não cíclico.....	67
Figura 12 – Limites das constantes de escala do setor de consumo não cíclico.....	67
Figura 13 – Comparações de consequências do setor financeiro e outros	68
Figura 14 – Limites das constantes de escala do setor financeiro e outros	68
Figura 15 – Comparações de consequências do setor de materiais básicos	69
Figura 16 – Limites das constantes de escala do setor de materiais básicos	69
Figura 17 – Comparações de consequências do setor de petróleo e gás	70
Figura 18 – Limites das constantes de escala do setor de petróleo e gás	70
Figura 19 – Comparações de consequências do setor de saúde	71
Figura 20 – Limites das constantes de escala do setor de saúde	71
Figura 21 – Comparações de consequências do setor de utilidade pública.....	72
Figura 22 – Limites das constantes de escala do setor de utilidade pública.....	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantidade de pessoas físicas na B3.....	19
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Divisão de critérios em custos ou benefícios.....	43
Tabela 2 – Configurações de entrada	46
Tabela 3 – Matriz de consequências do setor de bens industriais	47
Tabela 4 – Ordem de importância dos critérios.....	48
Tabela 5 – Matriz de retornos médios dos ativos	52
Tabela 6 – Matriz de pesos das ações.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ações do Índice Bovespa na data 02/05/2020.....	40
Quadro 2 – Índices Ajustados.....	44
Quadro 3 – Número de níveis e níveis de escala para critérios discretos.....	47
Quadro 4 – Código e equação para função linear.....	47
Quadro 5 – Legenda dos critérios no Fittradeoff.....	50
Quadro 6 – <i>Ranking</i> do Fittradeoff aplicado a todos os setores	51
Quadro 7 – Variáveis utilizadas para otimização	54
Quadro 8 – Parâmetros utilizados no solver para cada tipo de abordagem.....	55
Quadro 9 – Resultados da otimização de todas as abordagens, respectivamente	56
Quadro 10 – Dados completos de todas as ações do Ibovespa.....	62
Quadro 11 – Dados atualizados para aplicação do Fittradeoff	64
Quadro 12 – Rentabilidade das ações.....	73
Quadro 13 – Matriz de covariância das ações	74
Quadro 14 – Formatação padrão Fittradeoff para planilhas do Excel	74

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

AMD – Apoio Multicritério à Decisão

B3 – Brasil, Bolsa, Balcão

CDB – Certificado de Depósito Bancário

COVID-19 – Coronavírus

DI – Depósito Interfinanceiro

DIV/PAT – Dívida líquida/Patrimônio líquido

DY – *Dividend Yield*

ELECTRE – *Elimination et Choix Traduisant la Réalité*

FITRADEOFF – *The Flexible and Interactive Tradeoff*

GOV.CORP – Governança Corporativa

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IS – Índice de Sharpe

MAUT – *Multi Attribute Utility Theory*

MAVT – Teoria do Valor Multiatributo

MIU – Modelo de Índice Único

ON – Ordinária

P/L – Preço/Lucro

P/VP – Preço/Valor Patrimonial

PN – Preferencial Nominativa

PROMETHEE – *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*

ROE – *Return on Common Equity*

SELIC – Sistema Especial de Liquidação e Custódia

TOPSIS – *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*

UNIT – Certificado de Depósito de Ações

VOLAT – Volatilidade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 PROBLEMA	18
1.3 JUSTIFICATIVA	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 APOIO MULTICRITÉRIO A DECISÃO.....	21
2.1.1 Método FITRADEOFF	22
2.2 AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS	24
2.2.1 Abordagens de Avaliação	24
2.2.2 Análise Fundamentalista	25
2.3 ÍNDICES/INDICADORES FINANCEIROS E GOVERNANÇA CORPORATIVA	25
2.3.1 Preço/Lucro (P/L).....	25
2.3.2 Preço/Valor patrimonial (P/VP)	26
2.3.3 Taxa de dividendos (<i>dividend yield</i>)	27
2.3.4 Retorno sobre patrimônio líquido (ROE)	28
2.3.5 Dívida líquida/Patrimônio líquido	28
2.3.6 Volume de negócios (Liquidez)	29
2.3.7 Volatilidade da ação	29
2.3.8 Nível de governança corporativa	30
2.4 CONCEITOS ESTATÍSTICOS APLICADOS A GESTÃO DE CARTEIRAS	31
2.4.1 Valor Esperado.....	31
2.4.2 Desvio Padrão e Variância	32
2.4.3 Covariância e Correlação	33
2.5 CONCEITOS TEÓRICOS APLICADOS A GESTÃO DE CARTEIRAS	34
2.5.1 Carteira de Investimentos	34
2.5.2 Retorno Esperado de Carteira de Investimentos	34
2.5.3 Risco de Carteira de Investimento.....	35
2.6 TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIOS	35
2.6.1 Índice de Sharpe.....	37
3. METODOLOGIA.....	38

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	38
3.2 ETAPAS DA PESQUISA	39
3.2.1 Dados de mercado	39
3.2.2 Pré-Seleção de Ações e Análise Fundamentalista.....	41
3.2.3 Modelo de Otimização de Carteiras	45
4. ETAPAS DE EXECUÇÃO.....	46
4.1 FITRADEOFF.....	46
4.2 MODELO DE MARKOWITZ.....	52
5. CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE A.....	62
APÊNDICE B.....	64
APÊNDICE C.....	66
APÊNDICE D.....	66
APÊNDICE E.....	67
APÊNDICE F	67
APÊNDICE G	68
APÊNDICE H	68
APÊNDICE I.....	69
APÊNDICE J	69
APÊNDICE K	70
APÊNDICE L.....	70
APÊNDICE M.....	71
APÊNDICE N.....	71
APÊNDICE O	72
APÊNDICE P	72
APÊNDICE Q	73
APÊNDICE R.....	74
ANEXO A.....	74

1. INTRODUÇÃO

O mercado de ações nacional e mundial vem sofrendo fortemente com a crise causada pela propagação do coronavírus (COVID-19). Neste sentido, constatou-se nos últimos meses (janeiro a março) um expressivo contraste no índice Bovespa, considerado o principal índice da bolsa de valores brasileira, o Brasil, Bolsa e Balcão (B3). No mês de janeiro de 2020, pôde-se perceber que o índice Ibovespa atingiu recordes extraordinários de alta, com a máxima histórica de 119.527,63 pontos. Entretanto, dois meses seguintes pôde-se observar o seu declínio em aproximadamente 50%, chegando a 63.569,62 pontos, isto é, uma variação de 46,82% (INFOMONEY, 2020). Diante deste cenário, o autor Oliveira (2020) considera que em tempos de crise os mercados ficam muito mais voláteis (alta variabilidade nos preços) e especulativos, elevando-se os riscos e influenciando a busca por investimentos mais conservadores, como os de renda fixa – investimentos corrigidos por juros, emitidos por governos de economias desenvolvidas – ou ouro, que pode ser utilizado como reserva de valor.

Segundo Rassier (2019), é na crise que surgem diversas oportunidades no mercado de ações, pois os mercados ficam desnorteados e pouco dos fundamentos econômicos são considerados, fazendo com que empresas sólidas sofram quedas significativas nos preços de suas ações. Logo, com uma visão de longo prazo tem-se a chance de investir em empresas com bons fundamentos a preços baixos.

Vale ressaltar que encontrar ações bem fundamentadas é imprescindível, independentemente da situação do mercado financeiro. Entretanto, um dos principais desafios consiste na grande quantidade de ações disponíveis como alternativas de investimentos, tornando uma análise aprofundada inviável em detrimento do elevado custo e tempo gasto no processo. Desta forma, é importante a realização de uma pré-seleção utilizando-se de técnicas de otimização com critérios facilmente calculáveis, permitindo uma diminuição do universo de ações sem necessidade de uma análise profunda dos ativos.

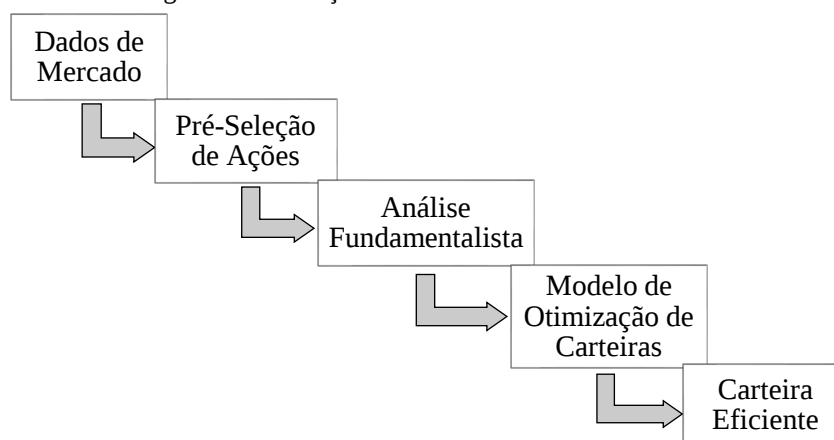
Segundo Jordão e Pereira (2006) um problema de decisão do tipo multicritério envolve a escolha dentro de um número finito de alternativas e baseadas num conjunto de critérios selecionados. Portanto, o processo de seleção de ativos para composição de carteira de investimentos trata-se de um problema de decisão multicritério, visto as inúmeras alternativas e a multiplicidade de critérios existentes para avaliação. Para auxiliar nessas situações existem os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD), onde são construídos os modelos de decisão para representar o problema e encontrar a solução de melhor desempenho entre o conjunto de alternativas. Dentre os inúmeros métodos AMD, o *The Flexible and Interactive*

Tradeoff (FITRADEOFF) vem ganhando destaque nos últimos anos pelo processo flexível e interativo com o tomador de decisão na elicitação de constantes de escala (pesos), utilizando-se de informações parciais e evitando um processo de elicitação tedioso e demorado. Autores como Da Silva (2017) e Lima (2018) trazem aplicações desse método para análises de investimentos.

Além de selecionar ativos, o investidor tem o desafio de decidir como irá ser feita a alocação de recursos. Para isso existem os modelos de otimização de carteiras, onde definem matematicamente como alocar os recursos de forma a encontrar a melhor relação risco/retorno possível, com destaque para o pioneiro modelo de Markowitz, criado por Harry Markowitz em 1952 e utilizado com efetividade até os dias atuais, como trazem as aplicações de Alves (2020) e Neiss (2018).

É nesse ambiente de busca da melhor relação risco/retorno que surgem as chamadas carteiras eficientes. O autor Gazzaneo (2008) apresenta uma estrutura para montagem de carteira eficiente conforme a Figura 1.

Figura 1 – Formação de uma Carteira Eficiente



Fonte: Adaptado de Gazzaneo (2008)

Entretanto, a pesquisa do referido autor limita-se apenas até a etapa de pré-seleção de ações, aplicando o método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para esta finalidade. Isto é, o autor apenas faz uma pré-seleção de ações, não aplicando um modelo de otimização para a montagem de uma carteira eficiente. Visando estender o trabalho do Gazzaneo (2008), esta pesquisa apresenta um novo método para a pré-seleção de ações, bem como aplica o modelo de otimização para a montagem de uma carteira eficiente. Na fase de Pré-Seleção de ações, aplicou-se o método multicritério Fittradeoff com o intuito de apoiar essa tomada de decisão de forma racional. Para a definição dos critérios de decisão, foram

introduzidos os conceitos da análise fundamentalista como critérios de decisão. Por fim, tendo a pré-seleção de ações realizada, aplicou-se o modelo de otimização de carteiras denominado por modelo de Markowitz, na qual foi possível realizar as alocações de recursos baseados na relação risco/retorno e nos perfis de investidores. Com isto, o *framework* proposto tem o intuito de apresentar uma carteira de investimentos eficiente.

O trabalho está dividido em 5 seções. A primeira abrange a introdução, o problema, os objetivos, e a justificativa. A segunda seção contém o referencial teórico, onde aborda-se sobre o Apoio Multicritério a Decisão (AMD), com ênfase no método multicritério Fitradeoff. Explana sobre alguns índices/indicadores financeiros, governança corporativa e sobre avaliação de investimentos. Finaliza com a apresentação de conceitos básicos para se entender o modelo de Markowitz e com uma breve explanação da Teoria Moderna de Portfólios. Na terceira seção, é apresentada a metodologia utilizada, onde discorre sobre a classificação e as etapas da pesquisa. A quarta seção engloba as etapas de execução do método multicritério Fitradeoff e do modelo de Markowitz. A última seção abrange as conclusões, limitações e sugestões referentes à pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

Neste tópico serão apresentados os objetivos geral e específicos do presente trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

Propor um *framework* para a pré-seleção de ações e montagem de carteira de investimentos de modo racional, a fim de apoiar as tomadas de decisão dos investidores do mercado financeiro.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Coletar dados financeiros das empresas presentes no Índice Bovespa;
- Definir os critérios de pré-seleção baseado nos conceitos da análise fundamentalista;
- Aplicar o método multicritério Fitradeoff para a pré-seleção de ações;
- Aplicar a teoria de otimização de portfólio de investimentos de Markowitz para alocação de capital;
- Apresentar formulações de carteiras baseadas em diferentes abordagens de investimentos.

1.2 PROBLEMA

No mercado acionário, também denominado por mercado de renda variável, não há garantias sobre rentabilidade, uma vez que os retornos dependem do desempenho das empresas escolhidas para compor a carteira de investimentos. Desta forma, em muitos casos, uma decisão equivocada quanto a escolha dos ativos, pode acabar levando o investidor a perdas significativas de capital, bem como, em casos mais extremos, até a falência.

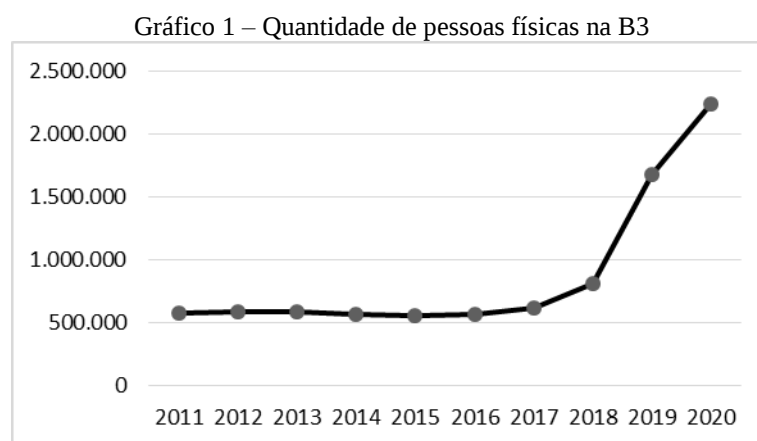
Historicamente, o papel do gestor de carteiras é considerado bastante complexo. São inúmeros dados financeiros, econômicos e de mercado que precisam ser analisados, além da necessidade de conhecimento para compreendê-los e tomar uma decisão assertiva na seleção de ativos. O custo dessa análise torna-se alto ao considerar que atualmente estão listadas 358 empresas na bolsa de valores brasileira. É importante salientar que existe uma espécie de *trade-off* entre a abrangência de ativos e profundidade dos estudos, logo, é imprescindível uma otimização da pré-seleção de ações para a construção de uma carteira eficiente (PRIMO, 2013). Outro problema recorrente entre os investidores está na alocação de capital para cada ativo que compõe a carteira, sendo feito na maioria das vezes sem levar em consideração a relação risco/retorno entre as ações. Como forma de controle dessa relação, existe o modelo de Markowitz para a otimização de carteira e definir percentuais baseado tanto nas metas de retornos quanto ao perfil de cada investidor (propenso ou avesso ao risco).

De forma simples, o investidor avesso ao risco busca menores exposições ao risco, desejando maiores garantias de rentabilidade mesmo que signifique baixos rendimentos. Já o investidor propenso ao risco aceita maior exposição ao risco, logo, busca investimentos com maiores rentabilidades.

Diante do que foi exposto, o presente trabalho pretende responder ao seguinte questionamento: “De que forma é possível apoiar os investidores do mercado financeiro na pré-seleção de ações e montagem de carteira de investimentos de forma racional? ”

1.3 JUSTIFICATIVA

No âmbito nacional, pode-se perceber nos últimos anos que as informações acerca do mercado de ações vêm se difundindo cada vez mais no cotidiano das pessoas, tornando-se cada vez mais simples e rápido investir na bolsa de valores. Esse grande movimento de *marketing* vem trazendo números bastantes expressivos de pessoas físicas na B3, como mostra o Gráfico 1.



Fonte: Brasil, Bolsa, Balcão (2020a)

Do fim de 2018 para o fim do mês de março de 2020, os números praticamente triplicaram, saindo de 813.291 para 2.243.362 pessoas físicas na B3, ou seja, uma variação de 275,84%, o que determina a importância de disseminar conhecimento nessa área, principalmente com metodologias que tornem os investimentos mais simples, racionais e eficientes.

De acordo com revista Exame (2020), com a sequência de cortes dos últimos meses da taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC), atualmente em 2,00% ao ano, os investimentos em renda fixa – apresenta baixos riscos e a remuneração que o investidor recebe é determinada no momento da aplicação, sendo este considerado o mais baixo entre os mercados (POLIDORIO et al., 2018) – como poupança, Certificado de Depósito Bancário (CDBs) com taxas pós-fixadas, fundos de renda fixa referenciados DI (Fundos DI) e títulos do tesouro Selic irão ter menores rentabilidades, uma vez que seus rendimentos são atrelados à taxa Selic ou taxa de Depósitos Interfinanceiros (DI), muito próxima da taxa básica de juro. Conforme os resultados divulgados na Carta de Conjuntura número 48 do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), a estimativa de inflação para o ano de 2020 é de 2,3%, baseada no Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Ao relacionar com a atual taxa Selic, nota-se a probabilidade de os investimentos citados anteriormente fechar o ano com uma

rentabilidade negativa, reduzindo-se o poder de compra. Portanto, cresce a atratividade por investimentos de renda variável – ao contrário da renda fixa, não há taxas pré-fixadas, o investimento tende a sofrer oscilações de acordo com o mercado, logo, apresentam maiores riscos e podem alcançar maiores retornos (POLIDORIO et al., 2018) –, como o mercado acionário.

Segundo Costa e Assunção (2005), os riscos de um investimento podem ser minimizados a partir do princípio de diversificação, onde busca-se por ativos economicamente distintos, que se correlacionem de forma inversa para mitigar os riscos individuais de cada ação. Com isso, no mercado financeiro tem-se as chamadas carteiras de investimentos, tendo como função exatamente reduzir os riscos por meio da diversificação de ativos. Para Markowitz (1959), uma carteira torna-se eficiente quando os ativos selecionados resultam na melhor relação risco/retorno possível, ou seja, no maior retorno possível dado um nível de risco. Destarte, nota-se a necessidade não somente de montar uma carteira, mas de atribuir ativos de forma a torna-la eficiente.

No processo de pré-seleção foi utilizado o método multicritério Fitradeoff, em função dos seguintes motivos: 1) Facilidade no seu desenvolvimento, tornando-se pratico a busca por soluções em problemas decisórios; 2) Programação realizada totalmente por um *software* gratuito e de fácil acesso, disponível para *download* no site Fitradeoff.org; 3) O tomador de decisão participa diretamente do processo através de interações com o *software* sobre preferências situacionais entre os critérios, logo, os pesos atribuídos aos critérios não são fixos, uma vez que são gerados a partir dessas interações.

Alguns estudos comparativos dos modelos de otimização de carteiras, como o de Zanini e Figueiredo (2005), que compara o modelo de Markowitz e o Modelo de Índice Único (MIU) e o de Júdice, Ribeiro e Santos (2003), que compara o modelo de Markowitz e o modelo de Konno relatam a inexistência de superioridade completa entre os modelos apresentados. Partindo dessa premissa, o modelo de Markowitz foi utilizado em função dos seguintes motivos: 1) Modelo clássico, propulsor base de muitos outros métodos existentes, logo é bastante disseminado no âmbito acadêmico e financeiro, fato este que auxilia na aceitação do *framework* proposto; 2) Modelagem matemática simples; 3) Programação pode ser realizada totalmente em planilhas eletrônicas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão abordados todos os conceitos necessários para a fundamentação do *framework* de pré-seleção de ações e montagem de carteira de investimentos a partir do método multicritério Fitradeoff e modelo de Markowitz. Portanto, é composto dos seguintes tópicos: Apoio Multicritério à Decisão; Avaliação de Investimentos; Índices/Indicadores Financeiros e Governança Corporativa; Conceitos Estatísticos Aplicados a Gestão de Carteiras; Conceitos Teóricos Aplicados a Gestão de Carteiras e Teoria Moderna de Portfólios.

2.1 APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

De acordo com Primo (2013), historicamente utilizavam-se somente da esperança matemática como auxílio na tomada de decisão em condições aleatórias, uma vez que era o único método conhecido até a primeira metade do século XX. Somente em meados da década de 70, começaram a surgir os primeiros métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD), consistentes de diversas técnicas como forma de facilitar a tomada de decisão em ambientes com objetivos conflitantes.

A tomada de decisão é algo inevitável na carreira profissional, pois trata-se de uma tarefa básica nos diversos níveis de gestão, seja estratégico, gerencial (tático) ou operacional, devendo ser entendido que tomar uma decisão significa fazer uma opção entre um conjunto alternativas viáveis de solução a de uma determinada situação. A medida que a carreira deste profissional vai ascendendo, os problemas e as decisões vão se tornando mais complexas e de maior responsabilidade (MARTINS, 2011).

Segundo Vasconcelos et al. (2013), um problema de decisão multicritério consiste em situações que existam pelos menos duas alternativas para escolher e esta escolha é conduzida para atender múltiplos objetivos que em sua maioria conflitam-se entre si. Portanto, para construir o modelo de decisão que representará o problema a ser tratado, utiliza-se da vasta gama de métodos multicritérios existentes.

Roy (1996), desenvolveu uma metodologia constituída por quatro níveis que descreve o processo de tomada de decisão, compatível com a aplicação de todos os métodos existentes. No primeiro nível é estabelecido o conjunto de soluções possíveis para o problema (alternativas) e é definido o objetivo da decisão. O segundo nível envolve a identificação de todos os fatores relacionados à decisão, sendo apresentados na forma de critérios com objetivo de medir o desempenho das alternativas. O terceiro nível é a especificação do modelo de

agregação dos critérios, visando atender aos requisitos do objetivo/natureza do problema. Por fim, o quarto nível compõe os resultados apresentados pelo modelo a fim de recomendar uma solução.

Primo (2013), ressalta que em uma análise com múltiplos critérios em avaliação é de se imaginar que alguns deles são considerados mais importantes que outros na visão do gestor. Portanto, faz-se necessário a utilização de pesos para fazer uma comparação de importância, devendo ser identificada, conforme uma escala de valor, a distância em relevância que afasta um critério de outro, atribuindo-se o devido peso de cada um.

De acordo com De Almeida (2011), os métodos multicritérios se classificam em dois grupos: compensatórios e não-compensatórios. Nos métodos compensatórios existe a ideia de compensar um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por um melhor desempenho em outro critério. Neste grupo, destaca-se os métodos *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) e *The Flexible and Interactive Tradeoff* (FITRADEOFF). Com relação aos não-compensatórios, não existe a interação dos critérios, logo não há compensação, favorecendo alternativas com critérios mais balanceados. Neste grupo, destaca-se os métodos das famílias *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) e *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE).

2.1.1 Método FITRADEOFF

De acordo com De Almeida et al. (2016), o método Fittradeoff é um novo procedimento flexível e interativo para elicitação de constantes de escala (pesos) em modelos aditivos multicritério. Foi desenvolvido originalmente para resolver problemas de escolha no contexto da Teoria do Valor Multiatributo (MAVT) por meio de um processo de elicitação estruturado e fundamentado no procedimento de *tradeoff* tradicional dos autores Keeney e Raiffa (1976). O procedimento de *tradeoff* tradicional requer que o tomador de decisão realize comparações entre duas consequências provenientes de critérios preestabelecidos (KEENEY; RAIFFA, 1976).

A vantagem com relação ao modelo clássico provém da utilização de informações parciais fornecidas pelo tomador de decisão dentro de um processo de elicitação estruturado, evitando assim um processo de elicitação tedioso e demorado, além de exaurir a necessidade de fazer ajustes de indiferença entre duas consequências, considerado um aspecto crítico do modelo tradicional.

Segundo De Almeida et al (2016) a maior preocupação dos modelos aditivos é extrair um peso do critério (k_i) de forma a potencializar a função de valor $v_i(x_i)$ sobre as consequências x_i , para todos os critérios $i(i=1,...,n)$, este modelo de forma genérica é representado como:

$$v(x) = \sum_{i=1}^n k_i v_i(x_i) \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1 \text{ e } k_i \geq 0 \quad (2)$$

Onde:

$v_i(x_i)$ representa a função de valor;

x_i representa as consequências;

k_i representa as constantes de escala (pesos);

$i(i = 1, \dots, n)$ representa os critérios.

De acordo com o desempenho das alternativas no espaço de pesos contidas na programação linear do modelo, as mesmas podem ser classificadas em três situações diferentes: potencialmente ótima, dominada ou ótima. Potencialmente ótima descreve alternativas cujo valor representado em (1), é maior ou igual ao valor de qualquer outra alternativa de todo o conjunto de alternativas, para pelo menos um vetor de pesos no espaço de peso total. Uma alternativa dominada tem o valor, conforme (1), menor que o valor de pelo menos uma das alternativas do subconjunto de alternativas potencialmente ótimas, qualquer que seja o vetor de pesos no peso total. A alternativa ótima terá um valor, representado em (1), maior do que o valor de qualquer outra alternativa de todo o conjunto de alternativas, qualquer que seja o vetor de pesos em todo o espaço de pesos (DE ALMEIDA et al, 2016).

Uma nova versão deste modelo foi apresentada por Frej, De Almeida e Costa (2019) para resolver problemas de ordenação, onde é possível gerar um *ranking* das alternativas ao invés de uma solução única, sendo esta versão que será utilizada no presente trabalho. A principal diferença entre os modelos encontra-se na modelagem da programação linear. Enquanto no modelo de escolha a programação busca a melhor solução dentro do atual espaço de pesos, o modelo de ordenação verifica as relações de dominância par a par entre as alternativas, de forma que seja possível identificar a preferência entre elas, e assim construir uma ordem parcial a cada interação (FREJ; DE ALMEIDA; COSTA, 2019).

Para compreender melhor o funcionamento deste processo, durante o processo de elicitação, ao estabelecer que a constante de escala do critério X é maior do que a constante de

escala do critério Y, o decisor deverá eleger se escolhe uma consequência com o melhor valor do critério 1 ou uma consequência com um valor intermediário do critério 2. Baseado nas respostas fornecidas pelo decisor, o espaço atual de pesos vai reduzindo, levando novos valores para os limites das constantes de escala (FREJ; DE ALMEIDA; COSTA, 2019)

2.2 AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS

Segundo Assaf Neto (2012) as empresas mudaram a forma estratégica de atuação dentro do mercado, extinguindo o modelo convencional da busca pelo lucro e rentabilidade e focando preferencialmente na riqueza dos acionistas. Brealey; Myers e Allen (2013) corrobora com esse pensamento, afirmando que o segredo para o sucesso da gestão financeira se dá pela criação de valor, ou seja, aumentando o valor da empresa e o preço corrente de suas ações.

Damodaran (2012) defende que um bom investimento é pagar nada mais do que o valor justo de um ativo. Uma consequência disso é pelo menos tentar avaliar antecipadamente o que se deseja comprar. O preço de uma ação não se justifica apenas por existir pessoas que acreditam que o investimento vale aquela quantia, mas sim na expectativa de fluxos de caixa a serem recebidos por aquela empresa no futuro.

2.2.1 Abordagens de Avaliação

Damodaran (2012) relata que existem diversos modelos de avaliação de investimentos, mas em uma perspectiva geral, resume-se em duas abordagens: intrínseca e relativa. A abordagem intrínseca determina o valor do ativo baseado nos fluxos de caixa esperados durante toda a vida útil do bem e pelo grau de incerteza associado a estes valores, ou seja, ativos estáveis e com altos fluxos de caixa devem valer mais que ativos com fluxos de caixa baixos e voláteis. Um exemplo prático é a alocação de imóveis, onde imóveis com aluguéis mais altos e locatários mais estáveis e duradouros geram maiores fluxos de caixas com baixo grau de incerteza. Analogamente, imóveis mais especulativos, com aluguéis mais baixos e taxas de vacância variáveis geram fluxos de caixa menores e com alto grau de incerteza.

Na abordagem relativa o preço de um ativo é obtido através da comparação do preço de mercado de ativos semelhantes. Uma forma comumente utilizada são os múltiplos de mercado, onde são comparados Preço/Lucro (P/L), Preço/Valor Patrimonial (P/VP) entre outros múltiplos.

Na prática a abordagem mais utilizada é a relativa, mas ao realizar esta avaliação, deve-se considerar que o mercado precifica os ativos de forma correta, mas individualmente existem erros nas precificações das ações, sendo estes corrigidos ao longo prazo. A comparação por múltiplos permite identificar tais erros, mas cabe ao investidor entender e aproveitar essas correções (GAZZANEO, 2008).

2.2.2 Análise Fundamentalista

Graham et al. (1962) define a análise fundamentalista como uma análise quantitativa, qualitativa e temporal dos fundamentos da empresa, descritos em forma de índices e indicadores econômicos, financeiros e de mercado que são fontes para avaliação do desempenho da empresa.

De acordo com Piotroski (2005), a análise fundamentalista consiste em utilizar informações financeiras históricas para elaborar estratégias de investimento rentáveis. Portanto, utiliza-se desde dados macroeconômicos e setoriais a informações extraídas de demonstrativos financeiros presentes e passados para determinar o preço justo ou intrínseco da ação.

Graham et al. (1962) cita duas abordagens para aplicação da análise fundamentalista: *top-down* e *bottom-up*. A *top-down*, mais utilizada por instituições financeiras, parte do princípio que os movimentos nos preços a longo prazo são atribuídos a variáveis macroeconômicas, portanto, esse grupo de investidores analisam primeiramente a economia como um todo, em seguida o setor de atuação da empresa e por último a própria empresa. Já a *bottom-up*, mais utilizada por investidores individuais, parte do princípio que as variáveis microeconômicas estão diretamente relacionadas com o preço da ação e por isso dão mais importância para o comportamento e as perspectivas de cada empresa.

2.3 ÍNDICES/INDICADORES FINANCEIROS E GOVERNANÇA CORPORATIVA

2.3.1 Preço/Lucro (P/L)

De acordo com Gitman e Zutter (2017), este índice costuma transparecer a opinião dos proprietários com relação ao preço da ação, identificando o quanto os investidores estão dispostos a pagar por cada unidade monetária de lucro da empresa. Assim como pode ser um indicativo da confiança que os investidores depositam no desempenho da empresa, onde quanto mais alto for o P/L, maior a confiança dos acionistas.

Este índice é amplamente cotado na imprensa financeira e considerado essencial em muitos modelos de avaliações de ações. O mesmo quando fica alto demais, pode ser indicativo de supervalorização da ação, podendo estar prestes a perder valor. A analogia serve para o inverso, indicando subvalorização da ação, podendo estar prestes a ganhar valor. A análise deste indicador pode ser feita ao comparar empresas usando o P/L médio do setor que está inserido ou uma empresa semelhante (GITMAN; JOEHNK, 2015).

No cálculo do índice, devem ser estipulados a data do preço de mercado da ação, e o período em que se deu o lucro por ação. A Equação 3, representa sua formulação básica de acordo com Gitman e Zutter (2017).

$$\text{Índice de preço/lucro} = \frac{\text{preço de mercado da ação}}{\text{lucro por ação}} \quad (3)$$

Em análise pontual deste índice, nesta pesquisa será considerado que quanto menor o índice P/L melhor, interpretando a possibilidade dos papéis em análise estarem subvalorizados.

2.3.2 Preço/Valor patrimonial (P/VP)

Segundo Júnior (2018), este índice fornece uma avaliação de como os investidores traduzem o desempenho da empresa, relacionando o preço de mercado das ações ao valor patrimonial ou valor contábil. Geralmente, as ações de empresas na qual esperam-se um bom desempenho, são negociadas com elevados índices P/VP. Evidentemente, os investidores estão dispostos a pagar por suas ações mais do que seu valor patrimonial, buscando melhores resultados a longo prazo.

De acordo com o mesmo autor, para calcular o índice P/VP, necessita-se primeiramente calcular o valor patrimonial por ação (Equação 4), para posteriormente compor a fórmula do P/VP (Equação 5).

$$\text{Valor patrimonial por ação} = \frac{\text{patrimônio líquido}}{\text{número de ações}} \quad (4)$$

Formalmente, índice de preço/valor patrimonial é:

$$\text{Índice preço/valor patrimonial} = \frac{\text{valor de mercado da ação}}{\text{valor patrimonial por ação}} \quad (5)$$

A mesma analogia utilizada para o P/L, que indica supervalorização ou subvalorização da ação, pode ser utilizada neste índice. Assim como deve buscar comparar com empresas do mesmo setor ou semelhantes. Analogamente, nesta pesquisa busca-se papéis com menor índice P/VP.

2.3.3 Taxa de dividendos (*dividend yield*)

Dividendos são uma pequena parcela do lucro líquido da empresa que são distribuídos aos acionistas como forma de remuneração. Os dividendos esperados são considerados como uma variável básica de retorno, com o qual os proprietários e os investidores determinam o valor da ação. São como uma fonte de fluxo de caixa para os acionistas e informam a respeito do desempenho atual e futuro da empresa. O restante do lucro líquido é caracterizado como lucro retido e serve como uma forma de financiamento interno, logo a decisão a respeito dos dividendos pode afetar significativamente as exigências de financiamento externo (GITMAN, 2004).

O pagamento ou não de dividendos aos acionistas é objeto de decisão a ser tomada pelo conselho administrativo e deve constar no estatuto social da empresa. De acordo com o art. 202, § 2º, da Lei nº 6.404/76 “Quando o estatuto for omissivo e a assembleia-geral deliberar alterá-lo para introduzir norma sobre a matéria, o dividendo obrigatório não poderá ser inferior a 25% (vinte e cinco por cento) do lucro líquido ajustado” (BRASIL, 1976).

De acordo com estudos registrados por Lintner (1962) e Gordon (1963) apud Primo (2013), há uma relação entre a variação de dividendos com o preço da ação. Considera-se que os investidores acreditam que os recebimentos de dividendos correntes tornam os investimentos menos arriscados, “um pássaro na mão vale mais do que dois voando”. Logo, o pagamento de dividendos correntes diminui a incerteza dos investidores, fazendo com que descontem os lucros a uma taxa mais baixa e, mantidos os outros fatores, deem valor mais elevado à ação da empresa. Em contrapartida, se os dividendos forem reduzidos ou não pagos, a incerteza para o investidor elevará, aumentando o retorno exigido e desvalorizando a ação.

Considerando que altas taxas de dividendos indicam retornos relevantes no passado, esta pesquisa adotará que quanto maior a taxa de dividendos, mais atraente será a ação.

2.3.4 Retorno sobre patrimônio líquido (ROE)

Gitman e Joehnk (2015) definem o *Return on Common Equity* (ROE) como uma medida de lucratividade geral da empresa, sendo analisado de perto pelos investidores pelo fato de estar atrelado diretamente com o lucro, crescimento e dividendos da empresa. O retorno sobre patrimônio líquido calcula o retorno obtido sobre os investimentos dos acionistas. Logo, quanto maior for esse retorno, melhor para os investidores. A Equação 6, demonstra formalmente este cálculo.

$$ROE = \frac{\text{lucro líquido}}{\text{patrimônio líquido}} \quad (6)$$

Segundo Ross et al (2013), quando se trata de benefícios para os acionistas, em termos contábeis, o ROE é a verdadeira medida de desempenho do lucro. Vale salientar que o ROE é um índice de retorno contábil, portanto, não deve ser comparado a uma taxa de juros do mercado financeiro, por exemplo.

2.3.5 Dívida líquida/Patrimônio líquido

O presente índice mensura a representatividade das dívidas frente o patrimônio líquido da empresa. Conforme Gitman e Zutter (2017), o índice de endividamento indica o volume de dinheiro de terceiros que a empresa utiliza para gerar lucro. A grandeza das dívidas é diretamente proporcional ao risco de não honrar com pagamentos de dívidas contratuais. Portanto, como o direito dos credores vem antes da distribuição de lucro aos acionistas, é fundamental acompanhar de perto a capacidade da empresa em pagar suas dívidas.

Brealey, Myers e Allen (2013) relatam que dificilmente empresas de crescimento acentuado, são muito endividadas, mesmo com a frequente necessidade de aportes de capital e sua rápida expansão. Logo, é importante consultar a política de endividamento das empresas para entender seus valores.

Partindo da premissa que dívidas são fatores negativos e elevado patrimônio líquido transparece valor para a companhia, papéis com menores valores de dívida líquida/patrimônio líquido irão sobressair.

2.3.6 Volume de negócios (Liquidez)

De acordo com Ross et al (2013), liquidez trata-se da facilidade e velocidade com as quais um ativo pode ser convertido em caixa. A liquidez tem duas dimensões, facilidade de conversão vs perda de valor. Todo ativo pode ser convertido rapidamente em caixa ao reduzir significativamente seu valor. Um ativo de alta liquidez é aquele que pode ser convertido facilmente sem que haja perda de valor.

Primo (2013) ressalta que cada ativo em fase de negociação tem como pressuposto básico a existência de um preço único de mercado. Mas, eventualmente a quantidade de investidores que almejam comprar um ativo de imediato é diferente da quantidade que desejam vendê-lo. Nestas circunstâncias, não existe um preço único e o investidor tende a pagar o preço pelo imediatismo. Esse novo preço induziria eventuais participantes (que não precisam transacionar o ativo prontamente) a negociarem, ressurgindo então um equilíbrio. Quanto menor a liquidez da ação negociada, maior o preço a ser pago pelo imediatismo. Portanto, no presente trabalho utilizará o parâmetro de que quanto mais volume de negócios, mais atrativa é a ação.

2.3.7 Volatilidade da ação

De acordo com Assaf Neto (2014), volatilidade é uma medida estatística de dispersão que reflete a intensidade e frequência das flutuações dos preços de um ativo no mercado, no caso, as ações. Quanto maior a dispersão nos preços das ações, maior será a incerteza do retorno esperado, tornando-se mais arriscado o investimento. Este cálculo é feito baseado na dispersão dos valores em torno da média, ou seja, no desvio-padrão da amostra. Nesta pesquisa será utilizado o desvio-padrão do retorno proporcionado pela ação em um ano, sendo o retorno mensurado com base em capitalização contínua. Como também considera que quanto menor a volatilidade, mais atraente é a ação.

O estudo da volatilidade é de grande importância para a área de finanças, em especial no apereçamento de derivativos e no gerenciamento de risco. A mesma é utilizada como medida de risco e é comumente utilizada em modelos de precificações de ativos, onde quanto menor a volatilidade mais preciso são os resultados das previsões ocasionadas pelos mesmos.

2.3.8 Nível de governança corporativa

O Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (2020) define governança corporativa como um sistema onde as empresas e demais organizações são dirigidas, monitoradas e incentivadas, envolvendo o relacionamento de todas as partes interessadas, desde os sócios à órgãos de fiscalização e controle.

No início dos anos 2000, a B3 (BOVESPA na época) criou segmentos diferenciados para listagem das empresas negociadas em seus mercados de acordo com níveis de governança corporativa. Ao participar desses segmentos de listagem, as empresas são submetidas a um conjunto de normas de boas práticas de governança corporativa, tais como normas de transparência, de dispersão acionária e de equilíbrio de direitos entre acionistas controladores e minoritários. Com isso, os investidores estão mais seguros de seus direitos e podem avaliar melhor as ações (BRASIL; BOLSA; BALCÃO, 2017).

Os segmentos especiais de listagem da B3 são Bovespa Mais, Bovespa Mais Nível 2, Novo Mercado, Nível 2 e Nível 1 e todas as informações a respeito de cada nível citado serão extraídos do site do Brasil, Bolsa, Balcão (2020c). Todos esses segmentos têm regras de governança corporativa diferenciadas que vão além das obrigações perante a Lei das Sociedades por Ações, objetivando melhorar a avaliação daquelas que decidem aderir, voluntariamente, a um desses segmentos de listagem. Os níveis Bovespa Mais e Bovespa Mais Nível 2 são voltados para empresas entrantes no mercado (BRASIL; BOLSA; BALCÃO, 2020c).

O Bovespa Mais foi elaborado para companhias que desejam acessar o mercado de modo gradativo, permitindo que a empresa se prepare de forma adequada para implementar elevados padrões de governança corporativa e ao mesmo tempo a coloca na “vitrine” do mercado, aumentando a visibilidade entre os investidores. Além disso, oferece captações menores comparadas ao Novo Mercado, mas suficientes para financiar o seu projeto de crescimento.

O Bovespa Mais Nível 2 é semelhante ao Bovespa Mais, com exceção de emitir ações preferenciais; em caso de venda de controle da empresa, é assegurado aos detentores de ações ordinárias e preferenciais o mesmo tratamento concedido ao acionista controlador, tendo o direito de *tag along* – direito de venda de ações caso a empresa seja vendida – de 100% do preço pago pelas ações ordinárias do acionista controlador; e as ações preferencias dão direito a voto em situações críticas, como em caso de aprovação de fusão da empresa por exemplo.

As empresas listadas no Nível 1 estão comprometidas em fornecer o maior número de informações e com qualidade, a fim de manter a transparência com os investidores. O *free float*

– ações que estão à disposição do mercado, excluindo as que estão nas mãos dos donos e controladores da empresa – é de pelo menos 25% do capital social, e as ações emitidas podem ser ordinárias ou preferenciais.

O Nível 2 exige todos os deveres presentes no Nível 1 e outras práticas adicionais relativas aos direitos societários dos acionistas minoritários. Devem divulgar suas informações financeiras em padrão internacional e tem *tag along* de 100% para os dois tipos de ações negociadas: Ordinária (ON) e Preferencial Nominativa (PN).

Quanto as empresas listadas no Novo Mercado são as de maior padrão de governança corporativa. Possuem todos os deveres presentes nos demais níveis e são emitidas apenas ações ordinárias que são direito a voto.

No geral, existem empresas que não se enquadram em nenhum dos níveis de listagem, logo, são classificadas como tradicionais, tendo que cumprir apenas as obrigações básicas presentes na Lei das Sociedades por Ações.

2.4 CONCEITOS ESTATÍSTICOS APLICADOS A GESTÃO DE CARTEIRAS

Neste tópico serão fundamentados os conceitos estatísticos que servirão como base para o entendimento dos conceitos teóricos aplicados a gestão de carteiras. Os conceitos abordados serão: Valor Esperado; Desvio Padrão e Variância; Covariância e Correlação.

2.4.1 Valor Esperado

Assaf Neto (2012) define como a média dos vários resultados esperados ponderados pela probabilidade atribuída individualmente a esses valores, ou seja, representa a multiplicação das diversas estimativas pelas respectivas porcentagens (probabilidades de ocorrência), conforme a Equação 7.

$$E(R) = \bar{R} = \sum_{k=1}^n P_k \times R_k \quad (7)$$

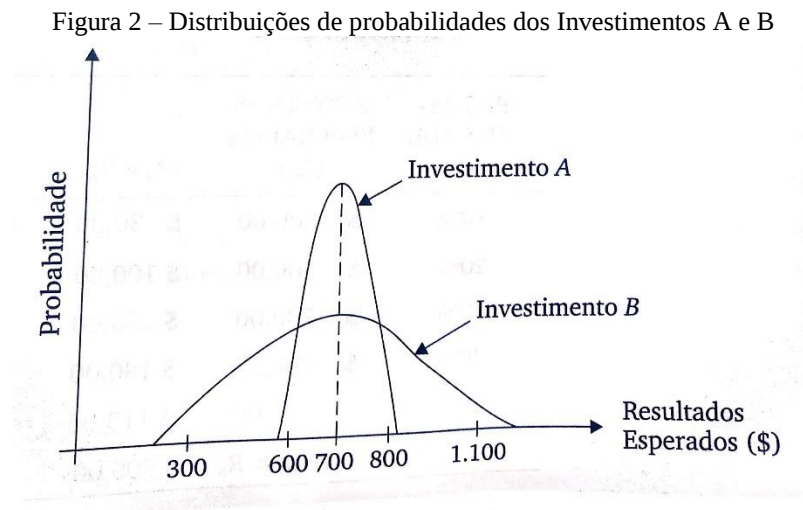
Onde:

$E(R)$ = retorno (valor) esperado de um ativo;

P_k = probabilidade de ocorrência de cada evento;

R_k = valor de cada resultado considerado.

Segundo o mesmo autor, a distribuição mais adotada para o comportamento dos valores nos modelos financeiros é a distribuição normal. Essa distribuição assume a forma de uma curva simétrica, conforme a Figura 2, concentrando a maior parte dos valores em torno da média. A medida que se afasta do valor médio da distribuição o risco se eleva simetricamente.



Fonte: Assaf Neto (2012)

Como mostrado na Figura 2, ambos os investimentos têm o mesmo valor esperado (R\$ 700), mas diferentes graus de dispersão, logo, o valor esperado não demonstra o risco associado a cada investimento, pois por apresentar variabilidades diferentes, o valor esperado no investimento A será mais preciso (por haver menor variabilidade) do que o investimento B, sendo necessário utilizar-se de medidas como desvio-padrão e variância.

2.4.2 Desvio Padrão e Variância

Ambas as medidas têm como objetivo medir estatisticamente o grau de dispersão dos possíveis resultados (valor esperado). Em outras palavras, representam medidas de risco e são determinados pelas Equações 8 e 9, respectivamente. (ASSAF NETO, 2012)

$$\sigma = \sqrt{\sum_{k=1}^n P_k \times (R_k - \bar{R})^2} \quad (8)$$

$$VAR = \sigma^2 \quad (9)$$

Onde:

σ = símbolo grego (sigma) representando o desvio-padrão;
 VAR = variância. É o desvio padrão elevado ao quadrado.

2.4.3 Covariância e Correlação

A covariância tem como objetivo identificar como duas variáveis se inter-relacionam. Em outras palavras, avalia como as variáveis X e Y se afastam ao mesmo tempo do seu valor médio (covariam). A Equação 10 representa o cálculo da covariância de dois ativos (X,Y) (ASSAF NETO, 2012).

$$COV_{x,y} = \frac{\sum_{k=1}^n (R_X - \overline{R_X}) \times (R_Y - \overline{R_Y})}{n} \quad (10)$$

Quando dois ativos estão diretamente relacionados, a covariação entre os mesmos é positiva ($COV > 0$). Isto significa que apresentam comportamentos da mesma tendência, logo, o desempenho de um ativo acompanha o outro.

De forma análoga, quando a covariação entre os ativos é negativa ($COV < 0$), os mesmos apresentam desempenhos inversos. Por exemplo, quando um ativo X valoriza, o ativo Y irá se desvalorizar. Na composição de uma carteira de ações, ativos com essas características tendem a reduzir o risco da carteira, diversificando assim, o portfólio de ativos.

Assaf Neto (2012) conceitua correlação como o grau de relacionamento verificado no comportamento de duas ou mais variáveis. Essa quantificação é obtida estatisticamente pelo coeficiente de correlação, conforme a Equação 11, podendo variar de +1 a -1.

$$\rho_{x,y} = \frac{COV_{x,y}}{\sigma_x \times \sigma_y} \quad (11)$$

Ativos com correlação perfeitamente positiva ($\rho = 1$) movem exatamente igual, isto é, incrementos ou reduções em X ocasiona reflexos de mesma intensidade em Y. De forma análoga ocorre em ativos com correlação perfeitamente negativa ($\rho = -1$), onde se movem em direções exatamente contrárias, isto é, incrementos em X ocasiona reduções de mesma intensidade em Y e vice-versa.

2.5 CONCEITOS TEÓRICOS APLICADOS A GESTÃO DE CARTEIRAS

Neste tópico serão fundamentados os conceitos teóricos que servirão como base para o entendimento da aplicação do modelo de Markowitz e montagem da carteira de investimentos. Os conceitos abordados serão: Carteira de Investimentos; Retorno Esperado de Carteira de Investimentos e Risco de Carteira de Investimento.

2.5.1 Carteira de Investimentos

Segundo Fonseca (2011), carteira de investimentos é um conjunto de ativos pertencentes a um investidor. A razão da preferência por carteira de investimento ao invés de um ativo individual se dá principalmente pela possibilidade de redução dos riscos (desvio padrão) através da diversificação dos ativos.

Como existem inúmeros ativos disponíveis para investimentos, podem ser encontradas incontáveis composições de carteiras, cada uma com níveis de retornos esperados e riscos diferentes. Para uma carteira tornar-se otimizada, as alocações percentuais dos ativos disponíveis devem apresentar maior retorno e menor risco possíveis (FONSECA, 2011).

2.5.2 Retorno Esperado de Carteira de Investimentos

Ross (2013) define retorno esperado da carteira de investimentos como sendo o somatório dos retornos esperados ponderado pela porcentagem de participação (pesos) de cada ativo que compõe a carteira, conforme a Equação 12.

$$E(R_p) = \sum_{k=1}^n x_k \times E(R_k) \quad (12)$$

Onde:

$E(R_p)$ = retorno esperado da carteira;

x_k = porcentagem de participação do ativo na carteira;

$E(R_k)$ = retorno esperado do ativo

Ross (2013) ressalva que ao utilizar-se de dados históricos dos retornos do ativo ($E(R_k)$), deve-se realizar primeiramente a média aritmética dos valores para posteriormente inserir o resultado na Equação 12.

2.5.3 Risco de Carteira de Investimento

Assaf Neto (2012) relata a existência de duas classes de riscos que somados encontram-se o risco total do investimento. O risco sistemático é determinado por eventos de natureza política, econômica e social, não sendo eliminado ou reduzido pelo princípio da diversificação. O risco não sistemático é próprio de cada ativo, não se alastrando aos demais ativos da carteira, podendo ser eliminado ou parcialmente diluído pela diversificação da carteira. Portanto, ao mensurar risco no presente trabalho, trata-se exclusivamente do risco não sistemático.

O risco (não sistemático) de uma carteira não depende somente do desvio padrão de cada ativo que a compõe e da participação no investimento total, mas também na forma como os mesmos covariam entre si. A Equação 13 mostra matematicamente a quantificação desse risco.

$$\sigma_P = \left[\sum_{i=1}^n W_i^2 \times \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j COV_{i,j} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

Onde:

W_i, W_j = respectivamente, participação do ativo i e do ativo j;

σ_i^2 = variância dos ativos;

$COV_{i,j}$ = covariância entre os ativos i e j;

σ_P = desvio padrão do portfólio.

Naturalmente, o risco e o retorno esperados de um investimento tendem a apresentar uma correlação positiva, ou seja, quanto maior o risco, maior o retorno. Portanto, cabe ao investidor, por meio da diversificação dos ativos, escolher a opção que para um mesmo retorno apresente o menor risco (desvio padrão) possível (FONSECA, 2011).

2.6 TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIOS

Na década de 60, Harry Markowitz publicou os primeiros trabalhos do que atualmente é conhecido como Teoria Moderna de Portfólios. Os conceitos formulados no artigo “*Portfolio Selection*” em 1952 contrariava o pensamento dominante naquela época, que consistia em formar carteiras com ativos que ofereciam os maiores retornos. Porém, Markowitz observou que dessa forma os investidores estariam sujeitos a grandes variações, seja elas rentáveis ou

não. Portanto, propôs que seria possível obter combinações mais eficientes de alocação de recursos por meio de *trade-offs* de retorno e risco entre os ativos que compõem a carteira (MARKOWITZ, 1952).

As premissas fundamentais assumidas pelo autor para a constituição da teoria foram as seguintes:

- a) Os investidores avaliariam as carteiras apenas com base no retorno esperado e no desvio padrão dos retornos sobre o horizonte de tempo de um período;
- b) Dado a mesma taxa de retorno, os investidores tenderiam a escolher carteiras que provessem o menor risco;
- c) Dado o mesmo nível de risco, os investidores tenderiam a escolher carteiras que provessem o maior retorno esperado;
- d) Seria possível dividir continuamente os ativos, ou seja, os investidores poderiam comprar qualquer valor de ações;
- e) Existe uma taxa livre de risco na qual os investidores podem aplicar ou captar recursos;
- f) Não são considerados os impostos e custos de transação;
- g) Os investidores têm a mesma opinião acerca da distribuição das probabilidades das taxas de retorno dos ativos, havendo, assim, um único conjunto de carteiras eficientes.

Os investidores devem formar carteiras não com base no desempenho individual dos ativos, mas levando em consideração o desempenho do conjunto em geral (carteira). Ou seja, não basta apenas escolher ativos aleatoriamente, é preciso que a diversificação leve em consideração a correlação entre os ativos da carteira (ALMONACID, 2010). Markowitz (1952) defende que deve diversificar entre setores, especialmente naqueles com diferentes características econômicas, porque empresas de diferentes setores tem covariâncias menores que empresas do mesmo setor.

O método desenvolvido por Markowitz é um modelo matemático que se utiliza da pesquisa operacional para tornar-se possível a realização da otimização de uma determinada função-objetivo no sentido requerido. As Equações a seguir mostram a modelagem básica do modelo de Markowitz, tendo como variáveis as participações (recursos) de cada ativo.

$$E = \sum_{i=1}^n X_i \mu_i \quad (14)$$

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{i,j} \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1 \quad (16)$$

$$X_i \geq 0 \quad (17)$$

Onde:

E = Retorno esperado da carteira;

V = Variância da carteira;

X_i, X_j = Participação do ativo i e do ativo j, respectivamente;

μ_i = Retorno esperado de cada ativo;

$\sigma_{i,j}$ = Covariância entre o par de ativos se (i) diferente (j) e variância se (i) igual a (j).

O modelo básico utiliza-se da variância como medida de risco, analogamente, como medida de dispersão e construída a partir da variância, é comumente utilizado o desvio padrão (Equação 13) nas aplicações desse modelo, assim como será utilizado no presente trabalho. Pode-se observar isso nos trabalhos de Fonseca (2011); Hieda e Oda (1998) e Marques et al. (2013).

2.6.1 Índice de Sharpe

O simples fato da obtenção de altos rendimentos não traduz a superioridade de um ativo em relação a outro. De fato, o que se quer determinar é se o ativo proporcionou um retorno adequado para o nível de risco submetido. Portanto, Elton et al. (2009), Jacob (2000) e Sá (1999) apud Zanini e Figueiredo (2005) trazem uma medida de desempenho ajustada pelo risco que se mostra bastante eficaz em análises de relação risco/retorno de carteiras de investimento. É o índice de Sharpe, mostrado na Equação 18.

$$I_{Sharpe} = \frac{R_p - R_F}{\sigma_p} \quad (18)$$

Onde:

R_p = retorno esperado da carteira;

R_F = retorno livre de risco

σ_p = desvio padrão da carteira.

O índice de sharpe é um indicador que expressa a rentabilidade média excedente por unidade de risco da carteira. Caracteriza-se por excedente devido a redução do retorno

considerado livre de risco, onde adota-se a taxa Selic como referência. Portanto, significa que quanto maior for o índice de sharpe, melhor é a performance desse investimento frente ao risco oferecido (ZANINI; FIGUEIREDO, 2005).

3. METODOLOGIA

Nesta seção serão desenvolvidos a classificação e as etapas da pesquisa pertinentes a conjuntura de formação do *framework* para pré-seleção de ações e montagem de carteira de investimentos.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

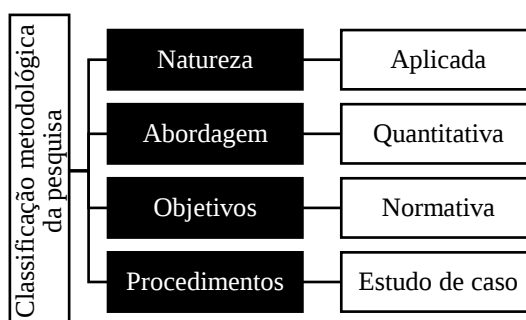
O estudo pode ser caracterizado, quanto a natureza, como aplicado, pois utiliza-se de dados reais das empresas estudadas, tendo uma finalidade prática para aplicação e reaplicação. Segundo Prodanov e De Freitas (2013), a pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, envolvendo verdades e interesses locais.

Apresenta uma abordagem quantitativa, pois utiliza-se de recursos e técnicas estatísticas em ambos os métodos de aplicação (método multicritério Fitradeoff e modelo de Markowitz), com intuito de analisar e classificar resultados baseados em números. De acordo com Turrioni e Mello (2012), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificado. Utiliza-se de recursos e ferramentas estatísticas para analisar e classificar números, que podem representar também informações e opiniões.

Quanto aos objetivos, é classificada como normativa, pois trata-se de um *framework* de investimentos que visa auxiliar os investidores aperfeiçoando sua tomada de decisão. Bertrand e Fransoo (2002) apud Turrioni e Mello (2012), relata que a pesquisa normativa busca o desenvolvimento de políticas, estratégias e ações para aperfeiçoar os resultados disponíveis na literatura existente, com finalidade de encontrar uma solução ótima para novas definições de problemas ou comparar várias estratégias relativas a um problema específico.

Com relação aos procedimentos, o trabalho é classificado como estudo de caso, pois trata-se de um estudo aprofundado e específico às empresas cadastradas na bolsa de valores Brasileira, podendo ser reaplicado para infinitos universos unicamente delimitados. Triviños (1987), define estudo de caso como uma categoria de pesquisa cujo objetivo é fornecer o conhecimento detalhado de uma realidade delimitada, onde os resultados obtidos podem servir como base para outras pesquisas. A Figura 3 mostra o resumo da classificação da pesquisa.

Figura 3 – Classificação metodológica da pesquisa



Autoria Própria (2020)

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Neste tópico serão discutidas as etapas utilizadas no processo de aplicação dos métodos para atingir o objetivo do trabalho. Para isso fundamentou-se nas etapas apresentadas na Figura 1 – Formação de uma carteira eficiente, a qual prevê as etapas: Dados de mercado; Pré-seleção de ações; Análise Fundamentalista e Modelo de Otimização de Carteira para atingir uma carteira eficiente.

3.2.1 Dados de mercado

O universo inicial, composto por todas as ações listadas na Brasil, Bolsa e Balcão (B3), será reduzido às ações presentes no Índice Bovespa, por tratar-se do principal índice da bolsa. Além disto, faz-se cabível lidar com um exemplo numérico reduzido, contemplando um número menor de alternativas, de tal modo que o mérito do *framework* proposto seja apresentado de modo simplificado.

O Índice Bovespa foi criado em 1968 e ao longo desses anos consolidou-se como referência para investidores de todo o mundo. É considerado o principal indicador de desempenho das ações negociadas na B3, sendo composta por ações que atendem critérios como liquidez, volume de negociação, participação do ativo nos pregões (dia de trabalho na Bolsa, destinado à oferta de lances e fechamento de negócios de compra e venda de ações) dos últimos doze meses, entre outros. Além disso, as ações componentes da carteira teórica do índice representam mais de 80% do número de negócios e do volume financeiro no mercado de capitais da B3 (BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2020b).

As ações emitidas pelas empresas classificam-se em ordinárias (ON) e preferenciais (PN). As ordinárias dispõem de participação nos resultados da empresa e tem direito a voto em assembleias gerais. As preferenciais não dispõem de direito a voto em assembleias, mas tem prioridade no recebimento de dividendos, geralmente em porcentagens maiores que as ordinárias. As UNITS são ativos compostos por mais de um tipo de ação, ou seja, é um conjunto de ações contendo ações ON e PN. (BRASIL, BOLSA, BALCÃO, 2017).

Considerando a carteira teórica do Índice Bovespa na data 02/05/2020, foram totalizadas 75 ações de acordo com as informações colhidas no site Brasil, Bolsa, Balcão (2020b), representadas no Quadro 1. Nesta relação, foram consideradas ações ON e PN da mesma empresa e serão analisadas separadamente.

Quadro 1 – Ações do Índice Bovespa na data 02/05/2020

	Código	Ação	Tipo		Código	Ação	Tipo
1	ABEV3	AMBEV S/A	ON	39	HAPV3	HAPVIDA	ON
2	AZUL4	AZUL	PN	40	HGTX3	CIA HERING	ON
3	B3SA3	B3	ON	41	HYPE3	HYPERA	ON
4	BBAS3	BRASIL	ON	42	IGTA3	IGUATEMI	ON
5	BBDC3	BRADERCO	ON	43	IRBR3	IRBBRASIL RE	ON
6	BBDC4	BRADERCO	PN	44	ITSA4	ITAUSA	PN
7	BBSE3	BB SEGURIDADE	ON	45	ITUB4	ITAUUNIBANCO	PN
8	BEEF3	MINERVA	ON	46	JBSS3	JBS	ON
9	BPAC11	BTGP BANCO	UNT	47	KLBN11	KLABIN S/A	UNT
10	BRAP4	BRADERPAR	PN	48	LAME4	LOJAS AMERIC	PN
11	BRDT3	PETROBRAS BR	ON	49	LREN3	LOJAS RENNER	ON
12	BRFS3	BRF as	ON	50	MGLU3	MAGAZ LUIZA	ON
13	BRKM5	BRASKEM	PN	51	MRFG3	MARFRIG	ON
14	BRML3	BR MALLS PAR	ON	52	MRVE3	MRV	ON
15	BTOW3	B2W DIGITAL	ON	53	MULT3	MULTIPLAN	ON
16	CCRO3	CCR as	ON	54	NTCO3	GRUPO NATURA	ON
17	CIEL3	CIELO	ON	55	PCAR3	P.ACUCAR-CBD	ON
18	CMIG4	CEMIG	PN	56	PETR3	PETROBRAS	ON
19	COGN3	COGNA ON	ON	57	PETR4	PETROBRAS	PN
20	CPFE3	CPFL ENERGIA	ON	58	QUAL3	QUALICORP	ON
21	CRFB3	CARREFOUR BR	ON	59	RADL3	RAIADROGASIL	ON
22	CSAN3	COSAN	ON	60	RAIL3	RUMO S.A.	ON
23	CSNA3	SID NACIONAL	ON	61	RENT3	LOCALIZA	ON
24	CVCB3	CVC BRASIL	ON	62	SANB11	SANTANDER BR	UNT
25	CYRE3	CYRELA REALT	ON	63	SBSP3	SABESP	ON
26	ECOR3	ECORODOVIAS	ON	64	SULA11	SUL AMERICA	UNT
27	EGIE3	ENGIE BRASIL	ON	65	SUZB3	SUZANO S.A.	ON
28	ELET3	ELETROBRAS	ON	66	TAEE11	TAESA	UNT
29	ELET6	ELETROBRAS	PN	67	TIMP3	TIM PART S/A	ON

30	EMBR3	EMBRAER	ON	68	TOTS3	TOTVS	ON
31	ENBR3	ENERGIAS BR	ON	69	UGPA3	ULTRAPAR	ON
32	ENGI11	ENERGISA	UNT	70	USIM5	USIMINAS	PN
33	EQTL3	EQUATORIAL	ON	71	VALE3	VALE	ON
34	FLRY3	FLEURY	ON	72	VIVT4	TELEF BRASIL	PN
35	GGBR4	GERDAU	PN	73	VVAR3	VIAVAREJO	ON
36	GNDI3	INTERMEDICA	ON	74	WEGE3	WEG	ON
37	GOAU4	GERDAU MET	PN	75	YDUQ3	YDUQS PART	ON
38	GOLL4	GOL	PN				

Fonte: Brasil, Bolsa, Balcão (2020)

Os dados referentes ao universo de ações escolhidas, utilizados na aplicação do método multicritério Fitradeoff, foram extraídos do site *StatusInvest* – para os índices financeiros – e do site oficial da B3 – para volatilidade e governança corporativa, conforme o Apêndice A. Com relação aos dados históricos de cotações para aplicação do modelo de otimização de Markowitz, foram extraídos do site *Investing.com Brasil*, conforme o Apêndice Q.

3.2.2 Pré-Seleção de Ações e Análise Fundamentalista

A análise fundamentalista auxilia o investidor na tomada de decisão através de análises econômicas, financeiras e mercadológicas, buscando verificar a performance atual de cada empresa e quais projeções futuras (QUEIROZ, 2015). O *framework* proposto por esse trabalho, utiliza-se dos fundamentos da análise fundamentalista, atribuídos em forma de critérios para realizar a pré-seleção de ações a partir do método multicritério Fitradeoff que visa ordenar o conjunto de ações em um ranking de ordem decrescente. As potenciais ações emitidas na pré-seleção podem ser analisadas de forma mais detalhada e profunda para uma tomada de decisão mais assertiva, ficando a cargo de cada investidor.

Com base em Primo (2013) para a aplicação do método foram definidos os seguintes critérios:

- Preço/Lucro;
- Preço/Valor patrimonial;
- Taxa de dividendos (*dividend yield*);
- Retorno sobre patrimônio líquido (ROE);
- Dívida líquida/Patrimônio líquido;
- Volume de negócios;
- Volatilidade da ação;

- Nível de governança corporativa.

Os cinco primeiros critérios selecionados, com exceção dos últimos três citados anteriormente, são analisados com base na comparação entre as empresas que atuam no mesmo setor do mercado. Portanto, para uma análise fidedigna, as ações foram classificadas de acordo com o setor de atuação de tal modo que a aplicação do método Fittradeoff fosse replicada para cada setor.

Para o exemplo numérico (Índice Bovespa) apresentado nesta pesquisa, pôde-se constatar que os setores de tecnologia da informação e telecomunicações possuem poucas alternativas. Deste modo, as ações destes setores foram realocados para o setor de utilidade pública, pois, economicamente, é o setor mais semelhante.

A partir dos dados presentes no Apêndice A, nota-se que algumas empresas do setor Financeiro não possuem dados suficientes para serem avaliadas, motivo pelo qual serão excluídas da análise. As ações excluídas são: BBAS3, BBDC3, BBDC4, BBSE3, BPAC11, IRBR3, ITUB4 e SANB11, ambas sem informações sobre a dívida líquida.

3.2.2.1 Disposição dos Critérios

Os critérios Preço/Lucro e Preço/Valor patrimonial foram incorporadas no processo decisório por representarem medidas de mensuração do valor de mercado da companhia e pela capacidade de identificar possíveis ações subvalorizadas ou sobrevalorizadas. Quanto a Taxa de Dividendos, tem-se que este índice está diretamente relacionado com o crescimento interno da empresa e por ser uma fonte de fluxo de caixa para os acionistas. O ROE, por se tratar de uma medida de rentabilidade do capital próprio. A dívida líquida/patrimônio líquido por referir-se a uma medida de solvência, cuja função é analisar a capacidade da empresa em saldar com suas obrigações. O volume de negócios e volatilidade por serem indicadores de risco por essência. Por fim, o critério de governança corporativa, que apesar de ser uma medida qualitativa, afeta nos preços das ações por passar confiança aos investidores por meio da transparência e responsabilidade corporativa.

Para a aplicação do método Fittradeoff, necessita-se classificar os critérios em custos (minimização) ou benefícios (maximização). Isto é, classificasse-se um critério de benefício quando as melhores alternativas, em relação a este critério, são aquelas que apresentam os maiores valores. De forma oposta, para um critério de custo, as melhores alternativas são aquelas que apresentam os menores. A Tabela 1 mostra a classificação dos critérios.

Tabela 1 – Divisão de critérios em custos ou benefícios

	P/L	P/VP	<i>Dividend Yield</i>	ROE	Dív/Pat	Liquidez	Volatilidade	Gov.Corp
Benefício			X	X		X		X
Custo	X	X			X		X	

Fonte: Autoria Própria (2020)

Tratando-se do critério P/L (Preço/Lucro), quanto menor for o índice, melhor será sua avaliação no método. O índice foi calculado com base no preço de fechamento de 02/09/2020, e no lucro dos últimos 12 meses. Considerando que algumas ações possuem P/L negativo, quanto menor o índice negativo (menos Algarismos), pior será considerada a ação, pois indica que a empresa teve um elevado prejuízo financeiro;

No que diz respeito ao critério P/VP (Preço/Valor Patrimonial), quanto menor o índice, mais preferível será o ativo. O indicador foi calculado com base no preço e no valor patrimonial na data 02/09/2020. Assim como no índice anterior, algumas empresas possuem P/VP negativo, logo, quanto menor o índice negativo (menos Algarismos), pior será considerada a ação, pois indica valor patrimonial cada vez mais negativos;

Com relação a taxa de dividendos (*dividend yield*), quanto maior for o índice, melhor será a avaliação do papel. Este índice foi calculado com base em todos os dividendos pagos nos últimos 12 meses a contar da data 02/09/2020. As empresas que não trabalham com a política de dividendos, foram atribuídos taxa zero.

Quanto ao retorno do capital próprio (ROE), são desejáveis ações com maiores índices possíveis. Este indicador foi calculado com base no valor contábil da ação em 02/09/2020 e no lucro líquido dos 12 meses anteriores. A respeito de valores negativos, quanto maior o índice negativo (mais Algarismos), pior será considerada a ação.

A respeito da dívida líquida/patrimônio líquido, é preferível que uma ação possua, em termos percentuais, um menor índice. O indicador foi calculado com base na dívida líquida e patrimônio líquido na data 02/09/2020. Existem duas interpretações relacionadas a índices Div/Pat negativos. A primeira é quando a receita empresarial é maior que a dívida, resultando uma dívida líquida negativa e indicando saúde financeira, logo, são consideradas os melhores papéis. A segunda é quando o patrimônio líquido é negativo, nesse caso, assim como para o P/L e P/VP, quanto menor o índice negativo (menos Algarismos), pior será considerada a ação, pois indica valor patrimonial cada vez mais negativos.

Com relação a liquidez, quanto maior o indicador, mais preferível será a ação. Para o cálculo da Liquidez, foi utilizado o volume médio diário, baseado nos trinta dias anteriores a

data 02/09/2020. Tratando-se de volatilidade, quanto menor o valor, melhor será sua avaliação no método. A volatilidade foi calculada em 02/09/2020, baseada nos 12 meses anteriores.

A respeito da governança corporativa, único critério qualitativo, tomou-se por base o nível das empresas neste critério em 02/09/2020, sendo que nenhuma das empresas se enquadrava no Bovespa Mais e Bovespa Mais Nível 2. De forma quantitativa, foi considerado valores de 1 a 4 para as empresas que se enquadram no modelo Tradicional, Nível 1, Nível 2 e Novo Mercado, respectivamente. Portanto, como o maior nível de governança corporativa é o Novo Mercado, é preferível ações com maiores valores.

Os critérios P/L, P/VP e Div/Pat apresentam valores conflitantes quanto suas soluções ótimas, pois ambos buscam mínimos valores, mas consideram-se valores negativos como as piores soluções. Para ajustar esses números em escala correta, aplicou-se a Equação 19 em todas alternativas que apresentam valores negativos nesses critérios, com exceção das alternativas com dívida líquida negativa para o critério Div/Pat, onde são consideradas as melhores opções, respeitando assim a escala.

$$X_{real} = \left| \frac{X_{maior}}{X_{observado}} \right| + X_{maior} \quad (19)$$

Onde:

X_{maior} = maior valor do critério naquele setor;

$X_{observado}$ = valor negativo a ser ajustado;

X_{real} = valor ajustado.

Dessa forma é possível ajustar os valores negativos para os maiores valores do setor, respeitando a prerrogativa que quanto menor o índice negativo (menos algarismos), pior será considerada a ação, ou seja, maiores serão os valores ajustados. O Quadro 2 apresenta os resultados ajustados das alternativas que necessitavam.

Quadro 2 – Índices Ajustados

Setor	Ação	P/L	P/VP	Dív/Pat
Bens Industriais	AZUL4	106,63	19,51	19,33
	GOLL4	77,63	16,55	27,30
	ECOR3	76,96	-	-
	EMBR3	129,73	-	-
Consumo Cíclico	VVAR3	434,19	-	-
	BTOW3	420,98	-	-
	COGN3	443,43	-	-
Consumo não cíclico	NTCO3	253,83	-	-
Materiais Básicos	SUZB3	63,93	-	-

	KLBN11	55,87	-	-
	CSNA3	53,23	-	-
	BRKM5	81,81	33,44	30,43
	USIM5	54,40	-	-
Petróleo, Gás e Biocombustíveis	PETR3	109,76	-	-
	PETR4	109,99	-	-

Fonte: Autoria própria baseado em dados da pesquisa (2020)

As ações com índice de div/pat negativo devido a dívida líquida negativa são: WEGE3, MGLU3, HGTX3, ABEV3, B3SA3, SULA11, GNDI3, HAPV3, HYPE3, TOTS3. Logo, permaneceram seus índices inalterados. O Apêndice B traz a atualização da base de dados com todas as modificações impostas: exclusões, índices ajustados e realocações entre setores.

3.2.3 Modelo de Otimização de Carteiras

Finalizado a aplicação do método multicritério Fitradeoff, espera-se uma disposição das ações em forma de ranking para cada setor do mercado financeiro. Em consonância com o pensamento de Markowitz (1952), onde para um processo de diversificação eficaz, deve-se diversificar entre os setores do mercado, serão selecionadas as duas potenciais ações de cada setor para compor a carteira de investimento a ser otimizada pelo Modelo de Markowitz.

Baseado nos autores Figueiredo et al. (2000) e Fonseca (2011), em que utilizaram em suas aplicações dados históricos de retornos mensais com um período de doze meses. O presente trabalho utilizou-se também de retornos mensais, mas como os mercados acionários mundiais no ano vigente sofreram grandes alterações devido a pandemia do coronavírus, o período de dados históricos foi ampliado para 24 meses, sendo de novembro de 2018 a outubro de 2020.

4. ETAPAS DE EXECUÇÃO

Esta seção explana a sequência de passos a serem seguidos na aplicação do método multicritério Fitradeoff e o modelo de otimização de carteiras de Markowitz.

4.1 FITRADEOFF

As etapas de execução do método Fitradeoff foram baseadas em CDSID (2017), um tutorial disponível na pasta de instalação do *software* Fitradeoff *Ranking* e em Frej; De Almeida (2019). O processo explicativo será feito apenas para o setor de Bens Industriais, porém, todo o passo a passo foi executado em todos os setores e os resultados estão presentes nos Apêndices C, D, ... , P.

1º Passo – **Dados de entrada:** O processo inicia-se com a determinação das configurações de entrada (Tabela 2) e construção da matriz de consequências (Tabela 3).

Tabela 2 – Configurações de entrada								
Critérios	P/L	P/VP	DY	ROE	Dív/Pat	Liquidez	Volatilidade	Gov.Corp
0-Cont Min; 1-Cont Max; 2-Disc Min; 3-Disc Max	0	0	1	1	0	1	0	3
Pesos:								
Tipo:	1	1	1	1	1	1	1	1
a								
b								
c								4

Fonte: Autoria própria (2020)

Existem quatro classificações que podem ser atribuídas aos critérios do problema: Cont Min, Cont Max, Disc Min e Disc Max. As classificações minimizar (Min) e maximizar (Max) correspondem respectivamente as classificações de critérios de custo e benefício percorridas anteriormente. Critério contínuo (Cont) significa que o mesmo pode assumir qualquer valor dentro do intervalo limitado pelo mínimo e o máximo valor de desempenho. Critério discreto (Disc) significa que apenas valores em uma escala de pontos pode ser assumido. Esta escala é definida de acordo com a entrada do usuário para o parâmetro ‘c’, podendo variar entre 2 e 7, baseado no número de níveis de escala, conforme a Quadro 3.

Quadro 3 – Número de níveis e níveis de escala para critérios discretos

Número de Níveis	Níveis de escala (discretização)
2	Min, Max
3	Min, 50%, Max
4	Min, 33.33%, 66.66%, Max
5	Min, 25%, 50%, 75%, Max
6	Min, 20%, 40%, 60%, 80%, Max
7	Min, 16.67%, 33.33%, 50%, 66.67%, 83.33%, Max

Fonte: Adaptado de CDSID (2017)

O único critério classificado como discreto é a governança corporativa. Este, é um critério de maximização e é definido em quatro níveis de escala, são eles: Tradicional; Nível 1; Nível 2 e Novo Mercado. Logo, na Tabela 2 consta 3-Disc Max e 4 para a classificação do critério e parâmetro ‘c’, respectivamente.

Os pesos para o *software* de *ranking* são atribuídos a partir do processo de elicitação, logo, não são preenchidos. A linha 4 da Tabela 2 deve ser preenchida com o tipo de função que cada critério assumirá durante a avaliação entre os critérios. Esta versão do *software* funciona apenas com funções lineares e utiliza somente o parâmetro ‘c’, de tal modo que não se faz necessário a definição dos parâmetros ‘a’ e ‘b’. O Quadro 4 mostra o código e a equação linear usados em sua programação.

Quadro 4 – Código e equação para função linear

Código	Função	Equação
1	Linear	$y = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$

Fonte: Adaptado de CDSID (2017)

A configuração dos dados de entrada presente na Tabela 2 foi referência para aplicação do método em todos os setores do mercado, permanecendo-se inalterada nas reiteraões. Para finalizar o primeiro passo, foi construída a matriz de consequências (Tabela 3) a partir dos dados do setor de Bens Industriais presentes no Apêndice B.

Tabela 3 – Matriz de consequências do setor de bens industriais

Alternativas	P/L	P/VP	DY	ROE	Div/Pat	Liquidez	Volat.	Gov.Corp.
CCRO3	32,24	3,45	5,43	10,69	1,76	92.182.867	63,52	4,00
AZUL4	106,63	19,51	0,00	-96,28	19,33	288.885.217	106,28	3,00
GOLL4	77,63	16,55	0,00	-16,01	27,30	172.458.348	107,79	3,00
ECOR3	76,96	12,18	0,00	-32,06	11,24	59.558.734	65,87	4,00
WEGE3	74,99	13,56	0,66	18,08	-0,07	348.843.182	55,29	4,00
EMBR3	129,73	0,36	0,00	-26,25	0,62	84.103.163	70,09	4,00
RAIL3	60,04	4,94	0,00	8,23	1,46	262.432.542	56,35	4,00

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

As duas tabelas apresentadas caracterizam-se os dados de entrada do processo e os próximos passos serão feitos dentro do *software* Fitradeoff Ranking. A planilha Excel usada para realizar o *upload* desses dados para o *software* deve ter a Formatação padrão do Fitradeoff, que é apresentado no Anexo A.

2º Passo – Ordem de importância dos critérios: A ordem de importância e o processo de elicitação (próximo passo) são definidos de tal modo que a estrutura de preferência do decisor seja identificada e incorporada no processo decisório. Isto é, as soluções apresentadas nestas etapas dependem diretamente dos princípios de cada investidor. Vale ressaltar que as escolhas feitas durante essas etapas refletem apenas a opinião do autor e todo conhecimento básico necessário para auxiliar nesse processo decisório está presente no referencial teórico do trabalho.

Para a ordenação de importância dos critérios, tem-se que mais de um critério pode ser classificado em um mesmo nível de importância. Porém, nestes casos, o decisor deverá identificar qual a sua preferência em uma situação de desempate a partir destes critérios. A ordenação definida na Tabela 4 apresenta quatro níveis de importância e é possível perceber que existem critérios igualmente importantes nos níveis 1, 2 e 3. Contudo, no nível 1, tem-se uma preferência do decisor quanto ao critério Dív/Pat em relação aos critérios DY e ROE, no nível 2, há uma preferência do critério P/VP em relação ao P/L e no nível 3, há uma preferência do critério Volat. em relação ao critério Liquidez.

Tabela 4 – Ordem de importância dos critérios

Níveis de importância			
1	2	3	4
Dív/Pat	P/VP	Volat.	Gov.Corp.
DY	P/L	Liquidez	
ROE			

Fonte: Autoria própria (2020)

1º Nível: A Div/Pat foi selecionada como o principal critério devido ao cenário de crise mundial, logo, empresas pouco endividadadas estão mais preparadas para estes momentos. O DY e o ROE foi pensando nos baixos rendimentos provenientes da renda fixa com a atual taxa Selic em 2%, dessa forma, o DY serviria como base na geração de fluxo de caixa e o ROE como medida de rentabilidade.

2º Nível: Os dois receberam o mesmo nível de importância por serem indicadores de ações subvalorizadas ou supervalorizadas, com destaque maior para o P/VP, pois em momentos

de crise as chances de empresas quebrarem são maiores, e nesse caso, o que sobra para os acionistas é o valor patrimonial.

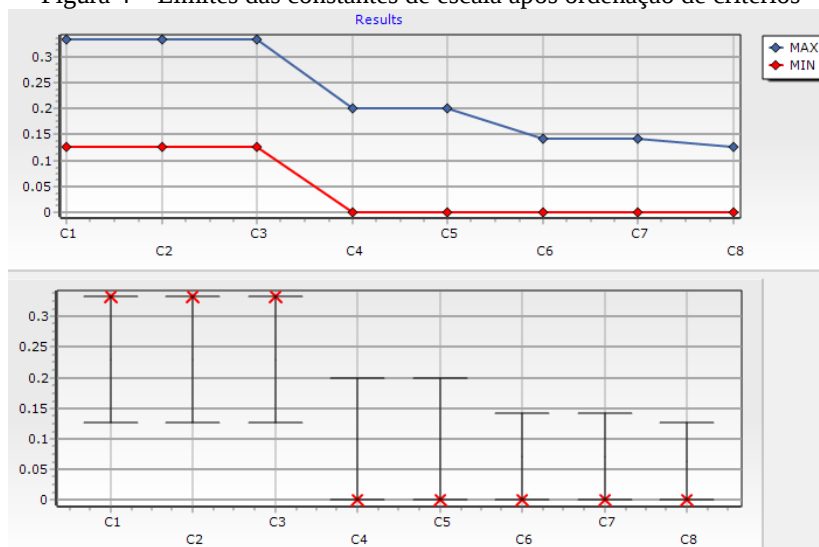
3º Nível: Aqui já estão presentes critérios menos relevantes devido não estar associado intrinsecamente ao desempenho das empresas, mas a movimentações do mercado. A ênfase em volatilidade é por fornecer informações de risco, o quanto em média pode ser a variação do capital investido.

4º Nível: Por fim, o critério de menor relevância para o autor é a governança corporativa. Por tratar-se de um critério qualitativo é difícil mensurar em termos de geração de valor, o quanto é impactante ter o mais alto nível de governança corporativa ou não, logo, foi dado maior importância para outros critérios.

Assim como as configurações de entrada, a ordem de importância dos critérios, definidas na Tabela 4, foi referência para aplicação do método em todos os setores do mercado, permanecendo-se inalterado nas reiterações. Vale ressaltar que esta definição de importância considera as preferências individuais de cada decisor. Logo, esta ordem pode ser alterada quando este *framework* for aplicado por decisores com perfis distintos.

3º Passo – **Elicitação flexível**: Em alguns casos, somente com a ordenação dos critérios, é possível definir o *ranking* entre todas alternativas. Nestes casos, este passo não é necessário. Assim como, caso o decisor prefira não realizar esse passo o *software* oferece uma solução parcial, mas com grandes amplitudes entre as constantes escalas. Isto é, resultado com baixa precisão em relação a preferência do decisor, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Limites das constantes de escala após ordenação de critérios



Fonte: Autoria própria (2020)

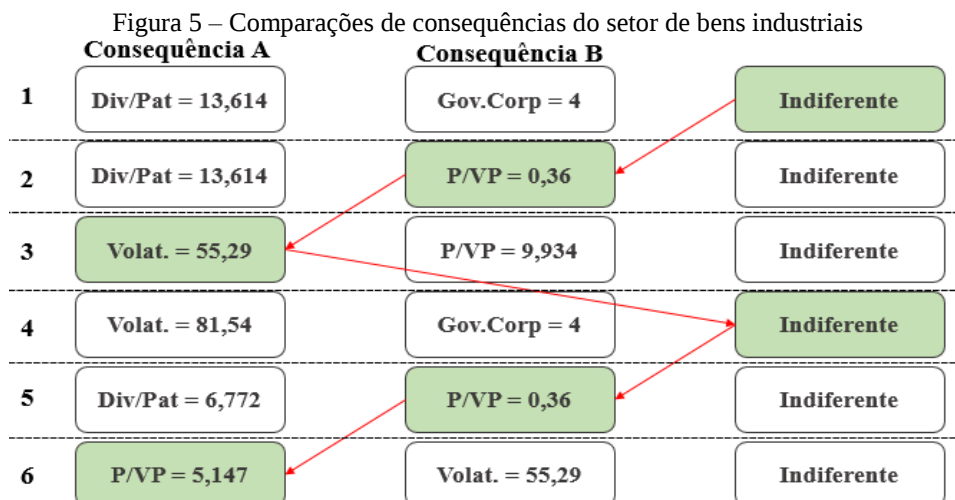
O asterisco vermelho representa o valor da constante de escala que atinge o máximo valor de desempenho das alternativas, mas que esses pesos podem assumir qualquer valor dentro dos limites apresentados e não trará alterações no *ranking* das ações. O Quadro 5 apresenta a legenda dos critérios.

Quadro 5 – Legenda dos critérios no Fitradeoff

Legenda	
C1	DY
C2	ROE
C3	Div/Pat
C4	P/L
C5	P/VP
C6	Liquidez
C7	Volat.
C8	Gov.Corp.

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

A realização da elicitación flexível trará mais convicções aos valores das constantes de escala e por consequência ao ranking gerado como solução. Nessa etapa, o decisor terá que responder sua preferência entre comparações de consequências geradas pelo software, dessa forma o atual espaço de pesos vai reduzindo a cada interação, levando novos valores para os limites das constantes de escala. A Figura 5 apresenta as comparações de consequências fornecidas até encontrar a ordenação ótima para o problema.



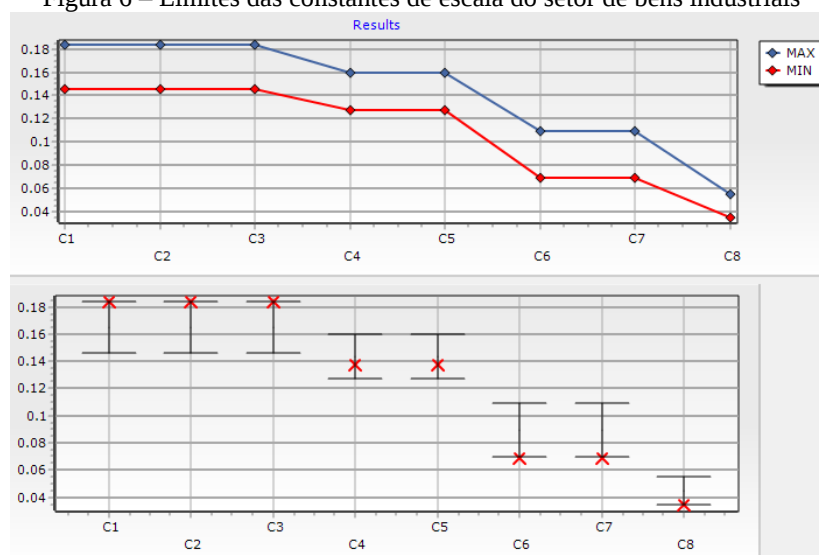
Fonte: Autoria própria (2020)

Analisando as comparações, existem dois pontos importantes a destacar sobre as decisões tomadas. O primeiro é com relação ao principal critério (Div/Pat) definido

anteriormente na ordenação, onde para este setor em questão a maioria das alternativas apresentam baixos índices de Div/Pat, tornando os valores apresentados nas comparações não interessantes. O segundo ponto é com relação ao índice P/VP, considerado destaque no nível 2 de importância dos critérios. No setor em questão, são poucas opções com baixos/médios índices, tornando-se os baixos valores apresentados nas comparações de consequências bastante atraentes e motivando a escolha do mesmo na maioria dos casos.

A Figura 6 mostra o resultado final para os limites das constantes de escala, evidenciando o grande contraste existente ao comparar com os limites apresentados antes da realização deste passo.

Figura 6 – Limites das constantes de escala do setor de bens industriais



Fonte: Autoria própria (2020)

Por fim, como o processo explicativo é apresentado somente para o setor de bens industriais, o Quadro 6 revela o *ranking* final obtido para todos os setores. Posteriormente, estes são utilizados como referência para aplicação do modelo de Markowitz.

Quadro 6 – *Ranking* do Fittradeoff aplicado a todos os setores

	Bens Industriais	Consumo Cíclico	Consumo não cíclico	Financeiro e Outros	Materiais Básicos	Petróleo, Gás e Biocombustíveis	Saúde	Utilidade Pública
1	CCRO3	CYRE3	ABEV3	SULA11	VALE3	BRDT3	HYPE3	TAEE11
2	RAIL3	HGTX3	CRFB3	ITSA4	BRAP4	CSAN3	QUAL3	EGIE3
3	WEGE3	LREN3, MRVE3	JBSS3	B3SA3	GOAU4	PETR4	RADL3	CPFE3
4	EMBR3	YDUQ3	BRFS3	CIEL3	GGBR4	UGPA3	HAPV3	EQTL3
5	ECOR3	RENT3	PCAR3	MULT3	KLBN11	PETR3	GNDI3	ELET3
6	GOLL4	MGLU3	BEEF3	IGTA3	USIM5		FLRY3	ENBR3

7	AZUL4	CVCB3	MRFG3	BRML3	CSNA3			VIVT4, SBSP3, ELET6
8		LAME4, COGN3	NTCO3		SUZB3			TIMP3
9		BTOW3			BRKM5			CMIG4
10		VVAR3						TOTS3, ENGI11

Fonte: Autoria própria (2020)

4.2 MODELO DE MARKOWITZ

As etapas de execução do modelo de Markowitz foram realizadas no *MS Excel 2013* e são baseadas em Fonseca (2011).

1º Passo – **Dados de rentabilidade:** Como explicado anteriormente, a carteira é composta por 16 ações – duas de cada setor do mercado – e serão utilizados valores de retornos mensais referentes ao período de novembro de 2018 a outubro de 2020. As rentabilizações mensais estão representadas no Apêndice Q.

2º Passo – **Matriz de retorno esperado dos ativos:** Através da formula MÉDIA do Excel foram calculadas as rentabilidades média de cada ativo com base nos dados do Apêndice Q e organizados em matriz linha, como mostra a Tabela 5.

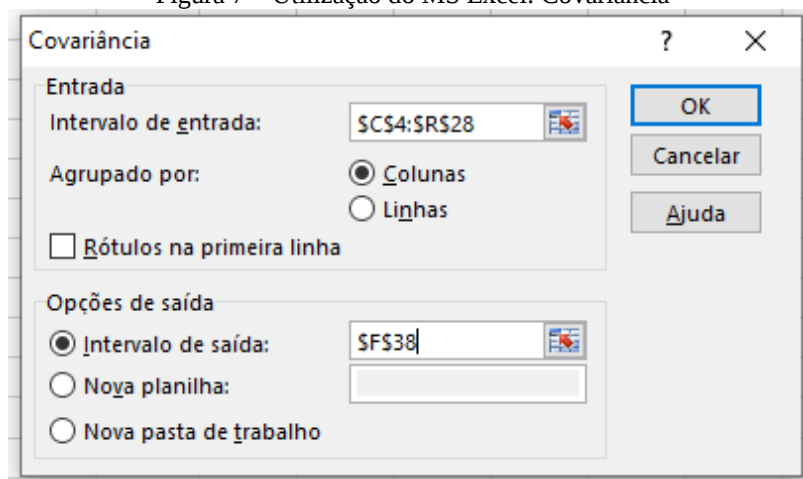
Tabela 5 – Matriz de retornos médios dos ativos

CCRO3	RAIL3	CYRE3	HGTX3	ABEV3	CRFB3	SULA11	ITSA4	VALE3	BRAP4	BRDT3	CSAN3	HYPE3	QUAL3	TAE11	EGIE3
1,63%	0,79%	4,13%	0,06%	-0,26%	1,69%	3,07%	0,01%	0,63%	1,84%	0,40%	3,96%	0,47%	4,34%	1,62%	1,72%

Fonte: Autoria própria (2020)

3º Passo – **Matriz de covariância:** De acordo com a Equação 13, para calcular o risco da carteira (desvio-padrão), necessita dos valores da variância e covariância dos ativos. Para isso utilizou-se da ferramenta: Análise de dados >> Covariância, presentes no *MS Excel 2013* e representado na Figura 7.

Figura 7 – Utilização do MS Excel: Covariância



Fonte: MS Excel 2013

O intervalo de entrada a selecionar são os dados de rentabilidade das ações no período analisado (Apêndice Q). Como saída, tem-se a matriz de covariância das ações, apresentados no Apêndice R, na qual a diagonal vermelha representa as variâncias dos ativos e os demais elementos da matriz representam as covariâncias par a par.

4º Passo – **Matriz de pesos das ações:** Construída no formato matriz coluna (Tabela 6), inicialmente foram atribuídas participações igual a zero, pois os mesmos serão obtidos no processo de otimização.

Tabela 6 – Matriz de pesos das ações

PESOS	
CCRO3	0 %
RAIL3	0 %
CYRE3	0 %
HGTX3	0 %
ABEV3	0 %
CRFB3	0 %
SULA11	0 %
ITSA4	0 %
VALE3	0 %
BRAP4	0 %
BRDT3	0 %
CSAN3	0 %
HYPE3	0 %
QUAL3	0 %
TAEE11	0 %
EGIE3	0 %

Fonte: Autoria própria (2020)

5º Passo – **Variáveis da carteira:** As variáveis da carteira utilizadas para o processo de otimização estão representadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Variáveis utilizadas para otimização

Carteira		
1)	Retorno Esperado	0 %
2)	Desvio Padrão	0 %
3)	<i>Risk Free</i>	0,165 %
4)	Índice de Sharpe	0 %

Fonte: Autoria própria (2020)

Onde:

- 1) O retorno esperado da carteira foi calculado a partir da multiplicação das matrizes retorno esperado dos ativos (Tabela 5) e pesos das ações (Tabela 6), através da formula $\text{MATRIZ.MULT}(\text{matriz de retorno esperado}; \text{matriz de pesos das ações})$;
- 2) O desvio padrão da carteira foi calculado com base nas matrizes de covariância e peso das ações. No Excel usou-se a fórmula $\text{RAIZ}(\text{MATRIZ.MULT}(\text{MATRIZ.MULT}(\text{TRANSPOS}(\text{matriz de pesos das ações}); \text{matriz de covariância}); \text{matriz de pesos das ações}))$;
- 3) *Risk Free* representa o rendimento de um ativo considerado livre de risco. No presente trabalho, foi usado a taxa Selic mensal.
- 4) O Índice de Sharpe foi calculado com base na Equação 18, onde utiliza-se as variáveis comentadas anteriormente.

As variáveis apresentam resultados iniciais nulos devido a atribuição de valores iguais a zero na matriz de pesos.

6º Passo – **Modelagem matemática no Solver:** A modelagem matemática deve ser feita baseada nos objetivos de cada investidor. Portanto, serão apresentadas quatro abordagens: Minimizar o risco; maximizar o índice de Sharpe; minimizar o risco para uma taxa de retorno esperado definida; maximizar o retorno esperado para uma taxa de risco definida. A utilização do Solver está ilustrada na Figura 8.

Figura 8 – Utilização do MS Excel: Solver

Fonte: MS Excel 2013

O Quadro 8 mostra como preencher todos os parâmetros apresentados na Figura 7 em cada tipo de abordagem. Para apresentar resultados em todas as abordagens, definiu-se empiricamente uma taxa de retorno esperado de 2% e uma taxa de risco de 6%, respectivamente, para as duas últimas abordagens citadas anteriormente.

Quadro 8 – Parâmetros utilizados no solver para cada tipo de abordagem

	Minimizar Risco	Maximizar Índice de Sharpe	Minimizar risco para uma taxa de retorno de 2%	Maximizar o retorno para uma taxa de risco de 6%
Definir Objetivo	Seleciona a célula do desvio padrão	Seleciona a célula do índice de Sharpe	Seleciona a célula do desvio padrão	Seleciona a célula do retorno esperado
Para:	Minimizar	Maximizar	Minimizar	Maximizar
Alterando Células Variáveis	Seleciona as células dos pesos das ações	Seleciona as células dos pesos das ações	Seleciona as células dos pesos das ações	Seleciona as células dos pesos das ações
Sujeito às Restrições	Pesos individuais de cada ação ≥ 0 Soma dos pesos das ações = 1	Pesos individuais de cada ação ≥ 0 Soma dos pesos das ações = 1	Pesos individuais de cada ação ≥ 0 Soma dos pesos das ações = 1 Retorno esperado = 0,02	Pesos individuais de cada ação ≥ 0 Soma dos pesos das ações = 1 Desvio padrão = 0,06

Fonte: Autoria própria (2020)

Finalizado a modelagem matemática no solver, clica-se no botão ‘resolver’ e obtém-se as soluções ótimas, caso exista, para o problema. O Quadro 9 traz os resultados obtidos para todos os tipos de abordagens consideradas.

Quadro 9 – Resultados da otimização de todas as abordagens, respectivamente

ATIVOS	PESOS	ATIVOS	PESOS	ATIVOS	PESOS	ATIVOS	PESOS
CCRO3	0,00%	CCRO3	0,00%	CCRO3	0,00%	CCRO3	0,00%
RAIL3	0,62%	RAIL3	0,00%	RAIL3	0,00%	RAIL3	0,00%
CYRE3	0,00%	CYRE3	0,00%	CYRE3	0,00%	CYRE3	0,00%
HGTX3	0,00%	HGTX3	0,00%	HGTX3	0,00%	HGTX3	0,00%
ABEV3	0,00%	ABEV3	0,00%	ABEV3	0,00%	ABEV3	0,00%
CRFB3	5,77%	CRFB3	23,77%	CRFB3	15,27%	CRFB3	22,07%
SULA11	0,00%	SULA11	0,00%	SULA11	0,00%	SULA11	0,00%
ITSA4	0,00%	ITSA4	0,00%	ITSA4	0,00%	ITSA4	0,00%
VALE3	30,47%	VALE3	0,00%	VALE3	10,43%	VALE3	0,00%
BRAP4	0,00%	BRAP4	24,67%	BRAP4	11,13%	BRAP4	23,61%
BRDT3	0,00%	BRDT3	0,00%	BRDT3	0,00%	BRDT3	0,00%
CSAN3	0,00%	CSAN3	13,13%	CSAN3	0,00%	CSAN3	9,24%
HYPE3	0,00%	HYPE3	0,00%	HYPE3	0,00%	HYPE3	0,00%
QUAL3	2,18%	QUAL3	30,56%	QUAL3	16,47%	QUAL3	27,38%
TAE11	60,95%	TAE11	7,87%	TAE11	46,71%	TAE11	17,70%
EGIE3	0,00%	EGIE3	0,00%	EGIE3	0,00%	EGIE3	0,00%
Total	100,00%	Total	100,00%	Total	100,00%	Total	100,00%
E[C]	1,38%	E[C]	2,83%	E[C]	2,00%	E[C]	2,65%
DP[C]	4,13%	DP[C]	6,42%	DP[C]	4,75%	DP[C]	6,00%
Risk Free	0,165%	Risk Free	0,165%	Risk Free	0,165%	Risk Free	0,165%
IS	29,38%	IS	41,46%	IS	38,64%	IS	41,37%

Fonte: Autoria própria (2020)

Visto os resultados, percebe-se que dependendo do perfil de cada investidor as alocações de recursos variam, porém, em um conjunto de 16 ações, ambos os casos analisados são alocados capital em apenas 5 papéis, evidenciando que a diversificação independe da quantidade de ativos investidos, o importante é que o conjunto de ativos trabalhem de forma eficiente com os objetivos do investidor.

Dentre os resultados, destacam-se CRFB3, QUAL3 e TAE11, pois estão presentes em ambas as abordagens consideradas. Os motivos encontrados são: TAE11 apresenta a menor variância e um relevante retorno esperado entre as ações; QUAL3 apresenta o maior retorno esperado do conjunto de ações e embora apresente uma alta variância, a mesma tem covariância negativa com CRFB3 e VALE3, mostrando a importância da presença delas para uma melhor relação risco-retorno; A CRFB3 além da covariação negativa com a QUAL3, sobressai com relação a VALE3 por apresentar um maior retorno esperado, logo, torna-se uma melhor combinação e explica sua constante presença independente da abordagem.

5. CONCLUSÃO

Baseado nos seguintes desafios enfrentados pelo investidor na construção de uma carteira eficiente: Seleção de ativos – visto o elevado número de ações existentes na bolsa, sendo necessário uma pré-seleção que se utilize de técnicas de otimização com critérios facilmente calculáveis – e alocação de capital – para encontrar a melhor relação risco/retorno que atinja os objetivos de cada investidor, pode-se considerar que o objetivo desta pesquisa foi plenamente atingido de tal forma a proposta de um *framework* para a pré-seleção de ações e montagem de carteira de investimentos de modo racional, a fim de apoiar as tomadas de decisão dos investidores do mercado financeiro.

Sobretudo, considera-se que a questão-chave que norteou esta pesquisa foi respondida a partir da implementação do método multicritério Fitradeoff e do modelo de Markowitz em um estudo de caso, utilizando-se das ações do índice Bovespa, que pôde dar suporte numérico para a apresentação da sequência de passos a serem adotados no processo de decisão de pré-seleção e montagem de carteira de investimentos a partir do *framework* proposto.

A realização deste trabalho contribui de forma significativa para uma melhor compreensão do processo de construção de carteiras eficientes, além de auxiliar os mais diversos tipos de investidores, principalmente nesse cenário econômico atípico por causa da crise e das baixíssimas taxas de juros.

No que se refere ao resultado do ordenamento das ações a serem pré-selecionadas, foi possível perceber que nem sempre os papéis com melhores classificações irão apresentar os melhores índices/indicadores do setor, mas de forma compensada terá os melhores *trade-offs* entre os critérios, seguindo as preferências de cada investidor. Com relação aos resultados apresentados na aplicação do modelo de Markowitz percebe-se que as alocações de capital variam de acordo com os objetivos de cada investidor e demonstram que a diversificação não é sinônimo de quantidade, mas sim conexão entre os ativos, como visto em CRFB3, QUAL3 e TAEE11.

Como proposições de potencialização deste *framework* em trabalhos futuros, pode-se:

- Estudar maneiras de avaliar os papéis bancários excluídos desta pesquisa por falta de dados referentes a dívida líquida;
- Efetuar uma análise fundamentalista aprofundada das potenciais ações emitidas na pré-seleção;
- Desenvolver a construção da fronteira eficiente do modelo de Markowitz.

Como sugestões de trabalhos futuros baseados nesta pesquisa, sugere-se utilização de outros métodos multicritérios de ordenação para a realização do processo de pré-seleção, como o MAUT e TOPSIS, até mesmo as suas extensões ao ambiente difuso. Bem como, a utilização de outros modelos de otimização de carteira, como o MIU e Konno.

REFERÊNCIAS

- ALMONACID, Gustavo Alberto. et al. **Aplicabilidade da Teoria de Markowitz para investimentos em ativos do Real Estate: estudo de caso de uma carteira mista**. Latin American Real Estate Society (LARES), 2010.
- ALVES, Delmário Prates. **A Estatística como auxílio na seleção de carteiras de investimento: uma aplicação por meio do modelo de Markowitz**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2020.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 12 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2014.
- BRASIL, BOLSA, BALCÃO. **Histórico pessoas físicas**. 2020a. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-a-vista/historico-pessoas-fisicas/. Acesso em: 29 Mar. 2020
- BRASIL, BOLSA, BALCÃO. **Índice Bovespa (Ibovespa)**. 2020b. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/indice-ibovespa-ibovespa-composicao-da-carreira.htm. Acesso em: 02 Mai. 2020
- BRASIL, BOLSA, BALCÃO. **Por dentro da B3**. 2017. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/b3/educacao/certificacoes-pqo/guia-de-estudo/. Acesso em: 03 Mar. 2020
- BRASIL, BOLSA, BALCÃO. **Segmentos de Listagem**. 2020c. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/solucoes-para-emissores/segmentos-de-listagem/sobre-segmentos-de-listagem/. Acesso em: 08 Mai. 2020
- BRASIL. Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976. **Dispõe sobre as Sociedades por Ações**. 1976. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6404consol.htm. Acesso em: 06 Mai. 2020
- BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart Clay; ALLEN, Franklin. **Princípios de Finanças Corporativas**. 10 Ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2013.
- CDSID. **CDSID Standard Excel Spreadsheet Documentation for Data Import**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- COSTA, Oswaldo Luiz do Valle; ASSUNÇÃO, Hugo Gonçalves Vieira de. **Análise de Risco e Retorno em Investimentos Financeiros**. Barueri: Manole, 2005.
- DAMODARAN, Aswath. **Valuation - como avaliar empresas e escolher as melhores ações**. Rio de Janeiro: Grupo Gen – LTC, 2012.
- DA SILVA, Fabio Henrique Rodrigues et al. USO DO MÉTODO FITRADEOFF EM ANÁLISE DE INVESTIMENTOS. **XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional–SBPO**. Blumenau-SC, 27 a 30 de Agosto de, 2017.
- DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. **O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão**. 2 ed. Recife: Editora Universitária, 2011.
- DE ALMEIDA, Adiel Teixeira et al. *A new method for elicitation of criteria weights in additive models: Flexible and interactive tradeoff*. **European Journal of Operational Research**. v. 250, n. 1, p. 179-191, 2016.
- EXAME. **Selic cai para 3,75% ao ano. Veja quanto rendem R\$ 5 mil**. 2020. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/selic-cai-para-375-ao-ano-veja-quanto-rendem-r-5-mil/>. Acesso em: 15 Abr. 2020
- FIGUEIREDO, Antonio Carlos et al. **A utilização da teoria de carteiras de Markowitz e do modelo de índice único de Sharpe no mercado de ações brasileiro em 1999**. São Paulo: Resenha BM&F – nº 141, 2000.

FONSECA, Carolina Garcia da. **Aplicação Do Modelo De Markowitz Na Seleção De Carteiras Eficientes: Uma Análise Da Relação Entre Risco E Retorno**. Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ, Instituto de Economia, 2011.

FREJ, Eduarda Asfora; DE ALMEIDA, Adiel Teixeira; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas. **Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation**. Pesquisa operacional, v. 19, p. 1-22, 2019.

GAZZANEO, Bruno de Paula Barroso. **Pré-seleção de ações para a construção de carteiras eficientes**. 2008. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração). Faculdades IBMEC, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GRAHAM, Benjamin et al. **Security analysis: Principles and technique**. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 1962.

GITMAN, Lawrence Jeffrey; JOEHNK, Michael D. **Princípios de Investimentos**. 8 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.

GITMAN, Lawrence Jeffrey. **Princípios de Administração Financeira**. 10 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2004.

GITMAN, Lawrence Jeffrey; ZUTTER, Chad J. **Princípios de Administração Financeira**. 14 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2017.

HIEDA, Akinori; ODA, André Luiz. **Um estudo sobre a utilização de dados históricos no modelo de Markowitz aplicado a Bolsa de Valores de São Paulo**. Seminários de Administração, 1998.

INFOMONEY. **Ibovespa (IBOV)**. 2020. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/cotacoes/ibovespa/grafico/>. Acesso em: 10 Nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. **Conhecimento**. 2020. Disponível em: <https://www.ibgc.org.br/conhecimento>. Acesso em: 08 Mai. 2020

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Carta de Conjuntura**. 2020. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/201001_cc_48_inflacao.pdf. Acesso em: 27 Jul. 2020

JORDÃO, Bruno Miguel da Cruz; PEREIRA, Susete Rodrigues. **A análise multicritério na tomada de decisão – O método analítico hierárquico de TL Saaty** (Desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto). Instituto Politécnico de Coimbra, 2006.

JÚDICE, Joaquim João; RIBEIRO, Celma O.; SANTOS, Jorge PJ. **Análise comparativa dos modelos de seleção de carteiras de ações de Markowitz e Konno**. Investigação Operacional, v. 23, n. 2, p. 211-224, 2003.

JÚNIOR, César Augusto Auzier Mamede. **Administração financeira**. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdades IDAAM POSGRADO, 2018.

KEENEY Ralph L.; RAIFFA Howard. **Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs**. New York: John Wiley 1976.

LIMA, Layra Nayara Damacena de. **Modelo multicritério para seleção de investimentos públicos em projetos visando apoiar o APL de confecções no Agreste Central de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

MARTINS, Fernando Augusto Silva. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

MARKOWITZ, Harry Max. **Portfolio selection**. Journal of finance, v.7, p.77-91. Mar 1952.

MARKOWITZ, Harry Max. **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments**. New York: John Wiley, 1959.

MARQUES, Sandro et al. **Comparação de desempenhos de carteiras otimizadas pelo modelo de Markowitz e a carteira de ações do Ibovespa**. Revista evidencição contábil & finanças, v. 1, n. 1, p. 20-37, 2013.

NEISS, Ariel et al. **Análise de portfólios otimizados com modelo de markowitz no mercado brasileiro de ações**. 2018.

OLIVEIRA, João José. **Em meio ao pânico, onde investir seu dinheiro para não perder patrimônio?**.2020. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/financas-pessoais/noticias/redacao/2020/03/11/em-meio-ao-panico-onde-investir-seu-dinheiro-para-nao-perder-patrimonio.htm>. Acesso em: 11 Abr. 2020

PIOTROSKI, Joseph D. Discussion of “separating winners from losers among low book-to-market stocks using financial statement analysis”. **Review of Accounting Studies**, v. 10, n. 2-3, p. 171-184, 2005.

POLIDORIO, Gilson Rodrigo Silvério et al. **INVESTIMENTOS EM RENDA FIXA E RENDA VARIÁVEL. ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN 21-76-8498**, v. 14, n. 14, 2018.

PRIMO, Leonel Policiano. **Pré-seleção de ações com o método multicritério TOPSIS**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração). Faculdades IBMEC, Rio de Janeiro, Brasil.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

QUEIROZ, André Felipe. **O uso de índices financeiros em análise fundamentalista como instrumento de tomada de decisão gerencial**. 2015. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu do Curso de Gerencia Contábil, Financeira e Auditoria). Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, São Paulo, SP.

RASSIER, Leandro Hirt. **Entenda o mercado de ações: faça da crise uma oportunidade**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

ROSS, Stephen Alan. et al. **Fundamentos de administração financeira**. 9 Ed. AMGH Editora, 2013.

Roy, Bernand. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. Kluwer Academic Publishers, 1996.

TRIVINOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique Pereira. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá: UNIFEI**, 2012.

VASCONCELOS, Giancarlo Ribeiro et al. Uma análise sobre o uso de modelos multicritério na seleção de professores em instituições de ensino superior. **Anais do XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2013.

ZANINI, Francisco Antônio Mesquita; FIGUEIREDO, Antonio Carlos. **As teorias de carteira de Markowitz e de Sharpe: uma aplicação no mercado brasileiro de ações entre julho/95 e junho/2000**. RAM. Revista de Administração Mackenzie, v. 6, n. 2, p. 38-64, 2005.

APÊNDICE A

Quadro 10 – Dados completos de todas as ações do Ibovespa

SETOR	Ação	P/L	P/VP	DY	ROE	Dív/Pat	Liquidez	Volat.	Gov.Corp
Bens Industriais	CCRO3	32,24	3,45	5,43	10,69	1,76	92.182.867	63,52	Novo Mercado
	AZUL4	-2,37	-2,28	0,00	-96,28	-1,39	288.885.217	106,28	Nível 2
	GOLL4	-28,36	-4,54	0,00	-16,01	-0,70	172.458.348	107,79	Nível 2
	ECOR3	-37,98	12,18	0,00	-32,06	11,24	59.558.734	65,87	Novo Mercado
	WEGE3	74,99	13,56	0,66	18,08	-0,07	348.843.182	55,29	Novo Mercado
	EMBR3	-1,37	0,36	0,00	-26,25	0,62	84.103.163	70,09	Novo Mercado
	RAIL3	60,04	4,94	0,00	8,23	1,46	262.432.542	56,35	Novo Mercado
Consumo Cíclico	MGLU3	419,33	20,81	0,21	4,96	-0,18	1.024.809.363	70,09	Novo Mercado
	LREN3	23,63	7,72	0,70	32,65	0,16	406.560.997	58,66	Novo Mercado
	VVAR3	-28,21	6,47	0,00	-22,96	0,71	1.635.109.810	91,66	Novo Mercado
	LAME4	104,69	11,40	0,55	10,89	1,42	305.267.817	61,55	Nível 1
	BTOW3	-254,53	10,69	0,00	-4,20	0,03	376.852.161	78,65	Novo Mercado
	COGN3	-17,40	0,63	0,08	-3,60	0,50	556.173.619	85,37	Novo Mercado
	YDUQ3	28,84	2,63	1,83	9,13	0,29	100.324.094	74,61	Novo Mercado
	CYRE3	28,07	2,02	5,29	7,19	0,27	183.439.759	77,67	Novo Mercado
	RENT3	50,71	7,00	0,75	13,80	1,48	301.187.351	71,85	Novo Mercado
	MRVE3	16,83	1,62	4,04	9,60	0,57	82.544.833	67,43	Novo Mercado
	CVCB3	61,97	3,35	2,23	5,41	1,76	66.344.810	104,71	Novo Mercado
	HGTX3	12,50	2,16	2,26	17,30	-0,17	99.216.010	70,31	Novo Mercado
Consumo não cíclico	ABEV3	22,33	2,69	3,88	12,06	-0,14	389.781.723	42,16	Tradicional
	BEEF3	9,17	7,50	0,00	81,78	6,47	95.039.124	62,76	Novo Mercado
	BRFS3	13,09	2,38	0,00	18,16	2,19	269.914.301	59,56	Novo Mercado
	JBSS3	249,43	1,65	2,42	0,66	1,51	458.978.448	62,51	Novo Mercado
	MRFG3	7,72	33,32	0,00	431,39	49,12	267.218.511	71,76	Novo Mercado
	NTCO3	-56,70	2,74	0,25	-4,83	0,57	317.582.456	81,83	Novo Mercado
	PCAR3	42,64	1,38	0,90	3,25	0,79	123.572.291	62,93	Novo Mercado
	CRFB3	18,96	2,75	1,23	14,52	0,22	158.844.300	40,73	Novo Mercado
Financeiro e Outros	BBAS3	5,56	0,91	5,53	16,30	-	518.143.139	60,97	Novo Mercado
	BRML3	51,19	0,80	0,00	1,57	0,21	228.077.974	62,70	Novo Mercado
	BBDC3	10,74	1,29	8,84	11,99	-	96.486.892	54,29	Nível 1
	BBDC4	11,59	1,39	9,02	11,99	-	857.209.696	53,99	Nível 1
	BBSE3	8,40	10,06	10,36	119,75	-	125.769.203	39,61	Novo Mercado
	IGTA3	24,07	2,02	1,20	8,40	0,56	74.996.720	58,46	Novo Mercado
	MULT3	25,88	2,25	1,29	8,71	0,41	157.418.873	60,66	Nível 2
	BPAC11	31,02	2,97	1,44	9,56	-	290.390.530	-	Nível 2
	IRBR3	-322,34	2,48	4,94	-0,77	-	247.327.429	95,39	Novo Mercado
	ITUB4	12,55	1,81	5,25	14,44	-	986.361.810	45,37	Nível 1
	ITSA4	11,68	1,55	5,65	13,24	0,02	274.925.210	42,23	Nível 1
	SANB11	7,17	1,09	9,61	15,14	-	70.870.824	52,24	Tradicional
	B3SA3	36,68	4,84	2,41	13,20	-0,29	741.969.041	54,75	Novo Mercado
	CIEL3	13,66	1,35	1,71	9,90	0,21	255.692.282	73,51	Novo Mercado

	SULA11	13,65	2,33	2,66	17,04	-1,72	165.053.026	54,94	Nível 2
Materiais Básicos	VALE3	50,94	1,75	2,29	3,43	0,19	2.012.157.674	54,42	Novo Mercado
	BRAP4	49,45	1,43	1,77	2,90	0,00	100.562.045	51,67	Nível 1
	SUZB3	-3,92	27,93	0,00	-713,28	27,34	333.196.224	53,80	Novo Mercado
	KLBN11	-10,33	10,38	1,88	-100,49	7,46	155.878.388	45,13	Nível 2
	GGBR4	37,50	1,14	0,35	3,05	0,48	294.651.454	64,26	Nível 1
	CSNA3	-22,26	5,17	1,99	-23,21	7,37	192.529.190	74,95	Tradicional
	GOAU4	30,01	0,89	0,44	2,97	1,30	127.389.486	66,81	Nível 1
	BRKM5	-1,65	-5,07	3,90	-306,76	-8,84	57.670.407	88,70	Nível 1
	USIM5	-14,71	0,98	0,41	-6,69	0,27	197.961.994	71,87	Nível 1
Petróleo, Gás e Biocombustíveis	PETR3	-8,96	1,26	1,88	-14,00	1,61	373.052.521	69,28	Nível 2
	PETR4	-8,78	1,23	2,73	-14,00	1,61	1.260.247.576	65,59	Nível 2
	UGPA3	98,74	2,53	1,16	2,56	1,38	132.615.920	70,77	Novo Mercado
	BRDT3	13,95	2,64	4,35	18,89	0,40	164.476.509	57,37	Novo Mercado
	CSAN3	20,92	3,07	1,83	14,70	1,10	149.916.050	52,90	Novo Mercado
Saúde	GNDI3	73,15	6,64	0,22	9,08	-0,01	253.049.734	61,93	Novo Mercado
	HAPV3	59,29	6,65	0,13	11,22	-0,04	120.380.878	57,83	Novo Mercado
	QUAL3	23,27	5,91	0,01	25,39	0,47	131.696.579	69,62	Novo Mercado
	FLRY3	63,42	5,43	2,78	8,56	0,54	56.862.412	44,17	Novo Mercado
	RADL3	51,95	9,12	0,59	17,55	0,36	167.668.806	40,23	Novo Mercado
	HYPE3	17,83	2,25	3,57	12,60	-0,04	129.258.946	49,90	Novo Mercado
Tecnologia da Informação	TOTS3	66,30	6,85	0,64	10,34	-0,36	177.651.000	56,40	Novo Mercado
Telecomunicações	VIVT4	18,18	1,18	6,13	6,51	0,07	95.634.264	33,75	Tradicional
	TIMP3	19,12	1,59	1,72	8,33	0,31	113.829.370	45,71	Novo Mercado
Utilidade Pública	CMIG4	13,69	0,98	4,83	7,13	0,73	119.970.847	54,41	Nível 1
	CPFE3	11,79	2,30	6,16	19,48	1,05	63.089.641	40,53	Novo Mercado
	TAAE11	7,36	1,82	8,45	24,70	0,98	77.092.901	24,53	Nível 2
	SBSP3	16,98	1,59	2,79	9,34	0,61	235.132.069	58,72	Novo Mercado
	EGIE3	13,49	4,79	5,41	35,49	1,64	74.840.263	34,83	Novo Mercado
	ELET3	6,65	0,76	4,45	11,36	0,45	306.753.095	73,36	Nível 1
	ELET6	6,72	0,76	4,85	11,36	0,45	145.612.514	62,52	Nível 1
	ENBR3	8,46	1,23	3,08	14,57	0,64	50.572.598	38,63	Novo Mercado
	ENGI11	19,10	2,63	1,36	13,74	2,50	85.692.548	44,80	Nível 2
	EQTL3	8,95	2,70	1,33	30,13	1,29	177.761.615	42,19	Novo Mercado

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

APÊNDICE B

Quadro 11 – Dados atualizados para aplicação do Fittradeoff

SETOR	Ação	P/L	P/VP	DY	ROE	Dív/Pat	Liquidez	Volat.	Gov.Corp
Bens Industriais	CCRO3	32,24	3,45	5,43	10,69	1,76	92.182.867	63,52	Novo Mercado
	AZUL4	106,63	19,51	0,00	-96,28	19,33	288.885.217	106,28	Nível 2
	GOLL4	77,63	16,55	0,00	-16,01	27,30	172.458.348	107,79	Nível 2
	ECOR3	76,96	12,18	0,00	-32,06	11,24	59.558.734	65,87	Novo Mercado
	WEGE3	74,99	13,56	0,66	18,08	-0,07	348.843.182	55,29	Novo Mercado
	EMBR3	129,73	0,36	0,00	-26,25	0,62	84.103.163	70,09	Novo Mercado
	RAIL3	60,04	4,94	0,00	8,23	1,46	262.432.542	56,35	Novo Mercado
Consumo Cíclico	MGLU3	419,33	20,81	0,21	4,96	-0,18	1.024.809.363	70,09	Novo Mercado
	LREN3	23,63	7,72	0,70	32,65	0,16	406.560.997	58,66	Novo Mercado
	VVAR3	434,19	6,47	0,00	-22,96	0,71	1.635.109.810	91,66	Novo Mercado
	LAME4	104,69	11,40	0,55	10,89	1,42	305.267.817	61,55	Nível 1
	BTOW3	420,98	10,69	0,00	-4,20	0,03	376.852.161	78,65	Novo Mercado
	COGN3	443,43	0,63	0,08	-3,60	0,50	556.173.619	85,37	Novo Mercado
	YDUQ3	28,84	2,63	1,83	9,13	0,29	100.324.094	74,61	Novo Mercado
	CYRE3	28,07	2,02	5,29	7,19	0,27	183.439.759	77,67	Novo Mercado
	RENT3	50,71	7,00	0,75	13,80	1,48	301.187.351	71,85	Novo Mercado
	MRVE3	16,83	1,62	4,04	9,60	0,57	82.544.833	67,43	Novo Mercado
	CVCB3	61,97	3,35	2,23	5,41	1,76	66.344.810	104,71	Novo Mercado
	HGTX3	12,50	2,16	2,26	17,30	-0,17	99.216.010	70,31	Novo Mercado
Consumo não cíclico	ABEV3	22,33	2,69	3,88	12,06	-0,14	389.781.723	42,16	Tradicional
	BEEF3	9,17	7,50	0,00	81,78	6,47	95.039.124	62,76	Novo Mercado
	BRFS3	13,09	2,38	0,00	18,16	2,19	269.914.301	59,56	Novo Mercado
	JBSS3	249,43	1,65	2,42	0,66	1,51	458.978.448	62,51	Novo Mercado
	MRFG3	7,72	33,32	0,00	431,39	49,12	267.218.511	71,76	Novo Mercado
	NTCO3	253,83	2,74	0,25	-4,83	0,57	317.582.456	81,83	Novo Mercado
	PCAR3	42,64	1,38	0,90	3,25	0,79	123.572.291	62,93	Novo Mercado
	CRFB3	18,96	2,75	1,23	14,52	0,22	158.844.300	40,73	Novo Mercado
Financeiro e Outros	BRML3	51,19	0,80	0,00	1,57	0,21	228.077.974	62,70	Novo Mercado
	IGTA3	24,07	2,02	1,20	8,40	0,56	74.996.720	58,46	Novo Mercado
	MULT3	25,88	2,25	1,29	8,71	0,41	157.418.873	60,66	Nível 2
	ITSA4	11,68	1,55	5,65	13,24	0,02	274.925.210	42,23	Nível 1
	B3SA3	36,68	4,84	2,41	13,20	-0,29	741.969.041	54,75	Novo Mercado
	CIEL3	13,66	1,35	1,71	9,90	0,21	255.692.282	73,51	Novo Mercado
	SULA11	13,65	2,33	2,66	17,04	-1,72	165.053.026	54,94	Nível 2
Materiais Básicos	VALE3	50,94	1,75	2,29	3,43	0,19	2.012.157.674	54,42	Novo Mercado
	BRAP4	49,45	1,43	1,77	2,90	0,00	100.562.045	51,67	Nível 1
	SUZB3	63,93	27,93	0,00	-713,28	27,34	333.196.224	53,80	Novo Mercado
	KLBN11	55,87	10,38	1,88	-100,49	7,46	155.878.388	45,13	Nível 2
	GGBR4	37,50	1,14	0,35	3,05	0,48	294.651.454	64,26	Nível 1
	CSNA3	53,23	5,17	1,99	-23,21	7,37	192.529.190	74,95	Tradicional
	GOAU4	30,01	0,89	0,44	2,97	1,30	127.389.486	66,81	Nível 1

	BRKM5	81,81	33,44	3,90	-306,76	30,43	57.670.407	88,70	Nível 1
	USIM5	54,40	0,98	0,41	-6,69	0,27	197.961.994	71,87	Nível 1
Petróleo, Gás e Biocombustíveis	PETR3	109,76	1,26	1,88	-14,00	1,61	373.052.521	69,28	Nível 2
	PETR4	109,99	1,23	2,73	-14,00	1,61	1.260.247.576	65,59	Nível 2
	UGPA3	98,74	2,53	1,16	2,56	1,38	132.615.920	70,77	Novo Mercado
	BRDT3	13,95	2,64	4,35	18,89	0,40	164.476.509	57,37	Novo Mercado
	CSAN3	20,92	3,07	1,83	14,70	1,10	149.916.050	52,90	Novo Mercado
Saúde	GNDI3	73,15	6,64	0,22	9,08	-0,01	253.049.734	61,93	Novo Mercado
	HAPV3	59,29	6,65	0,13	11,22	-0,04	120.380.878	57,83	Novo Mercado
	QUAL3	23,27	5,91	0,01	25,39	0,47	131.696.579	69,62	Novo Mercado
	FLRY3	63,42	5,43	2,78	8,56	0,54	56.862.412	44,17	Novo Mercado
	RADL3	51,95	9,12	0,59	17,55	0,36	167.668.806	40,23	Novo Mercado
	HYPE3	17,83	2,25	3,57	12,60	-0,04	129.258.946	49,90	Novo Mercado
Utilidade Pública	TOTS3	66,30	6,85	0,64	10,34	-0,36	177.651.000	56,40	Novo Mercado
	VIVT4	18,18	1,18	6,13	6,51	0,07	95.634.264	33,75	Tradicional
	TIMP3	19,12	1,59	1,72	8,33	0,31	113.829.370	45,71	Novo Mercado
	CMIG4	13,69	0,98	4,83	7,13	0,73	119.970.847	54,41	Nível 1
	CPFE3	11,79	2,30	6,16	19,48	1,05	63.089.641	40,53	Novo Mercado
	TAAE11	7,36	1,82	8,45	24,70	0,98	77.092.901	24,53	Nível 2
	SBSP3	16,98	1,59	2,79	9,34	0,61	235.132.069	58,72	Novo Mercado
	EGIE3	13,49	4,79	5,41	35,49	1,64	74.840.263	34,83	Novo Mercado
	ELET3	6,65	0,76	4,45	11,36	0,45	306.753.095	73,36	Nível 1
	ELET6	6,72	0,76	4,85	11,36	0,45	145.612.514	62,52	Nível 1
	ENBR3	8,46	1,23	3,08	14,57	0,64	50.572.598	38,63	Novo Mercado
	ENGI11	19,10	2,63	1,36	13,74	2,50	85.692.548	44,80	Nível 2
	EQTL3	8,95	2,70	1,33	30,13	1,29	177.761.615	42,19	Novo Mercado

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

APÊNDICE C

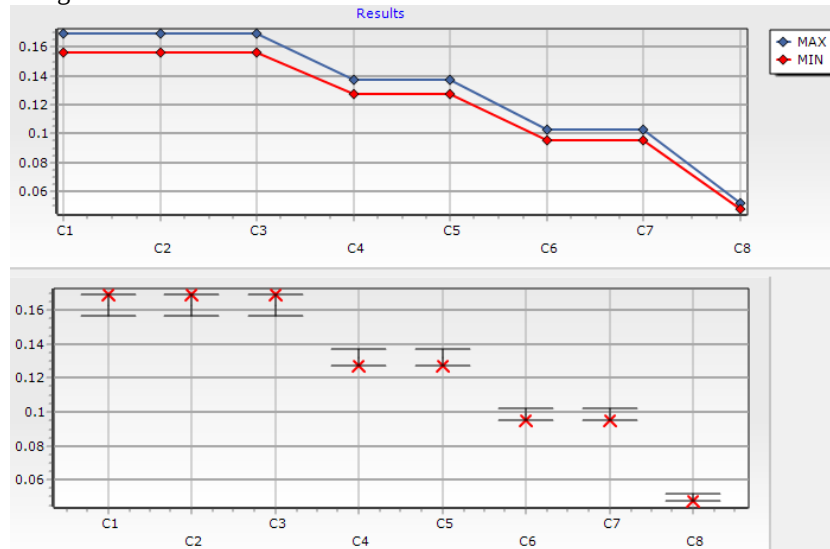
Figura 9 – Comparações de consequências do setor de consumo cíclico

	Consequência A	Consequência B	
1	Div/Pat = 0,79	Gov.Corp = 4	Indiferente
2	Div/Pat = 0,79	P/VP = 0,63	Indiferente
3	Volat. = 58,66	P/VP = 10,72	Indiferente
4	Volat. = 81,685	Gov. Corp = 4	Indiferente
5	Div/Pat = 0,305	P/VP = 0,63	Indiferente
6	P/VP = 5,675	Volat. = 58,66	Indiferente
7	P/VP = 0,63	Div/Pat = 0,0625	Indiferente

Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE D

Figura 10 – Limites das constantes de escala do setor de consumo cíclico



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE E

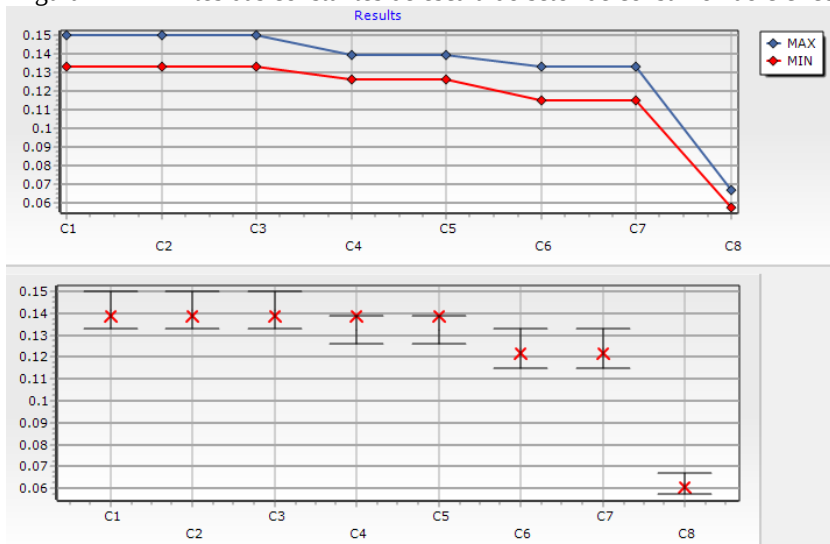
Figura 11 – Comparações de consequências do setor de consumo não cíclico

	Consequência A	Consequência B	
1	Div/Pat = 24,49	Gov. Corp = 4	Indiferente
2	Div/Pat = 24,49	P/VP = 1,38	Indiferente
3	Volat. = 40,73	P/VP = 17,35	Indiferente
4	Volat. = 61,28	Gov.Corp = 4	Indiferente
5	Div/Pat = 12,175	P/VP = 1,38	Indiferente
6	Volat. = 40,73	P/VP = 9,365	Indiferente
7	Div/Pat = 6,018	P/VP = 1,38	Indiferente
8	Volat. = 40,73	P/VP = 5,372	Indiferente

Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE F

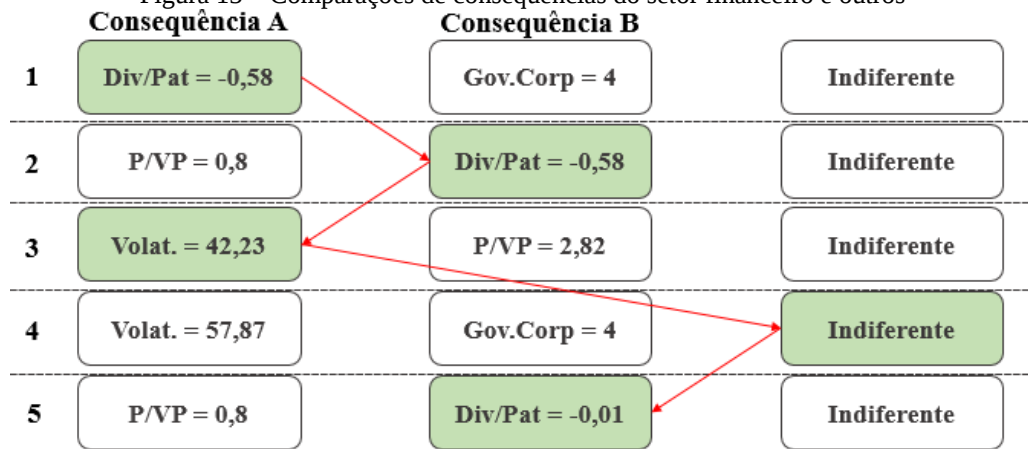
Figura 12 – Limites das constantes de escala do setor de consumo não cíclico



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE G

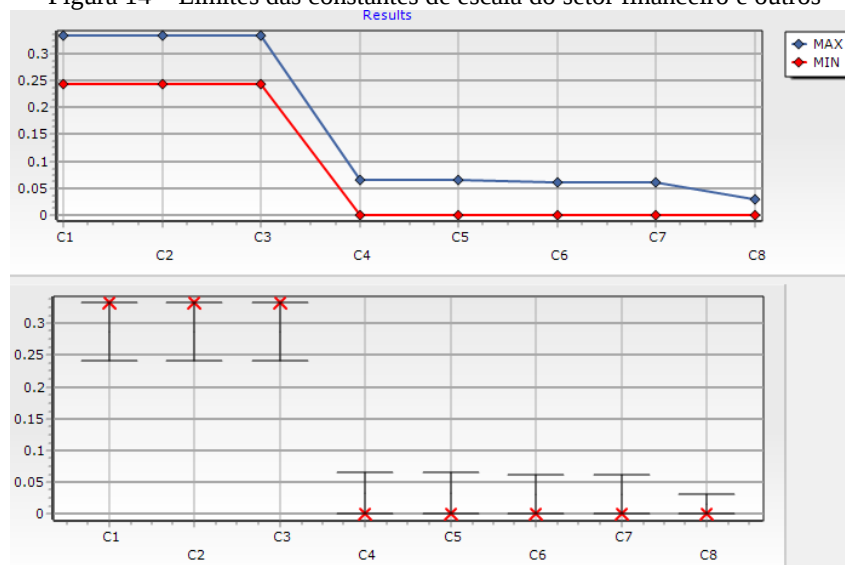
Figura 13 – Comparações de consequências do setor financeiro e outros



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE H

Figura 14 – Limites das constantes de escala do setor financeiro e outros



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE I

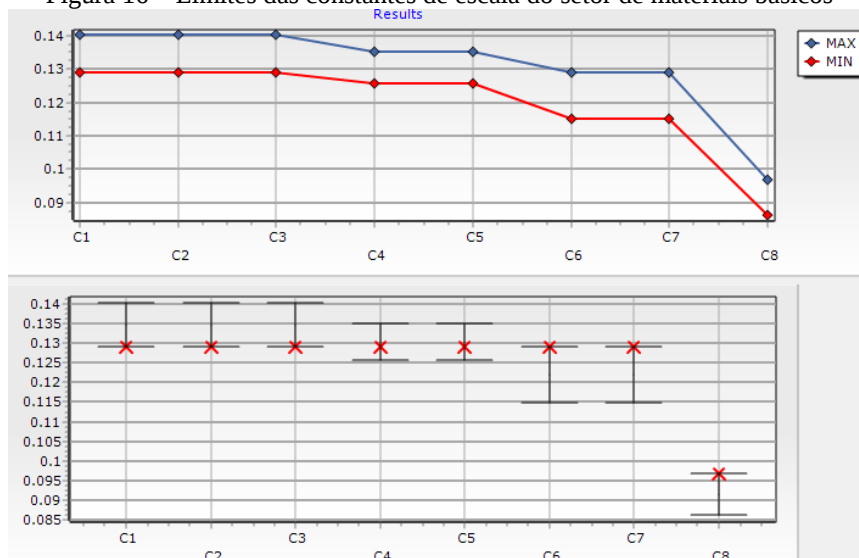
Figura 15 – Comparações de consequências do setor de materiais básicos

	Consequência A	Consequência B	
1	Div/Pat = 15,216	Gov. Corp = 4	Indiferente
2	Div/Pat = 15,126	P/VP = 0,89	Indiferente
3	Volat. = 45,13	P/VP = 17,164	Indiferente
4	Volat. = 66,915	Gov. Corp = 4	Indiferente
5	P/VP = 0,89	Div/Pat = 7,608	Indiferente
6	P/VP = 9,027	Volat. = 45,13	Indiferente
7	Volat. = 56,023	Gov. Corp = 4	Indiferente
8	Div/Pat = 3,804	P/VP = 0,89	Indiferente
9	Volat. = 45,13	P/VP = 4,959	Indiferente
10	Div/Pat = 1,902	P/VP = 0,89	Indiferente

Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE J

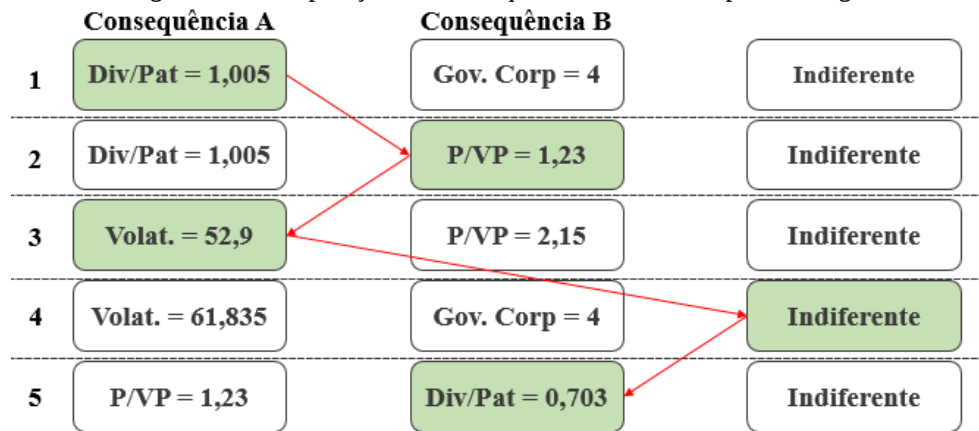
Figura 16 – Limites das constantes de escala do setor de materiais básicos



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE K

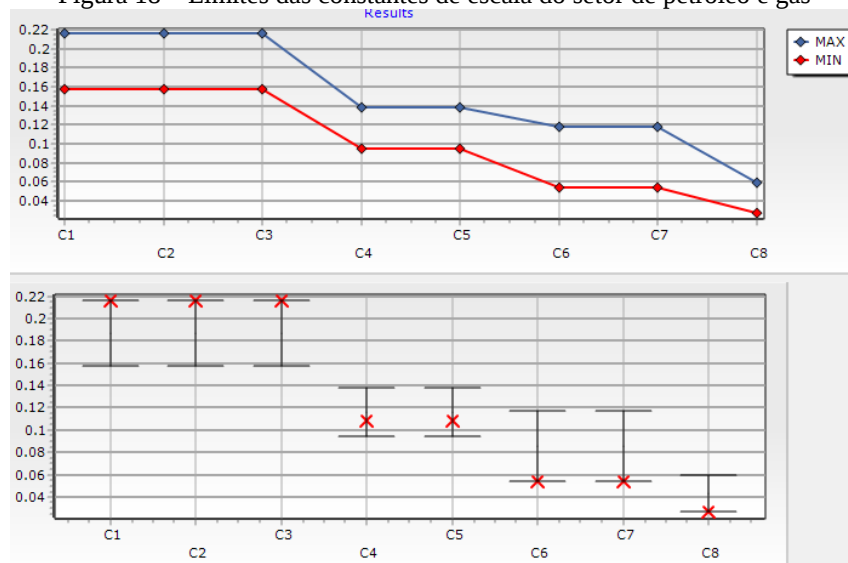
Figura 17 – Comparações de consequências do setor de petróleo e gás



Fonte: Autoria própria (2020)

Apêndice L

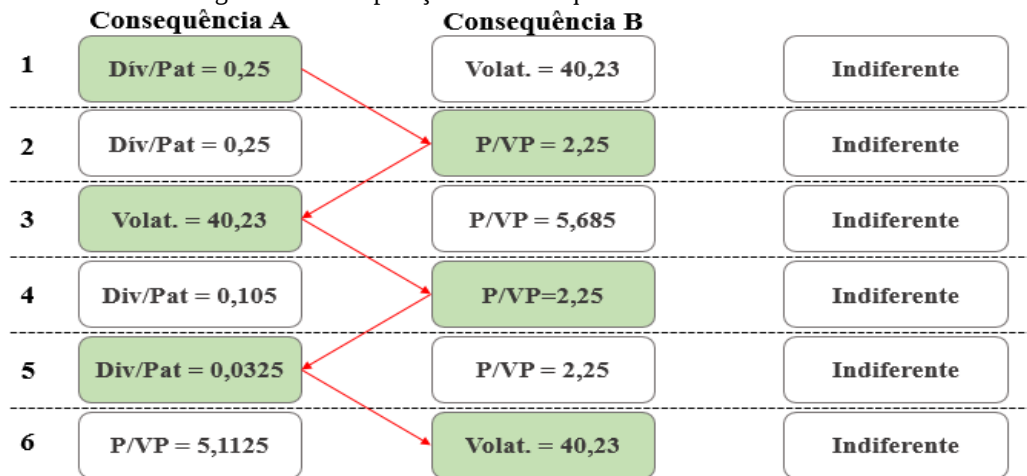
Figura 18 – Limites das constantes de escala do setor de petróleo e gás



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE M

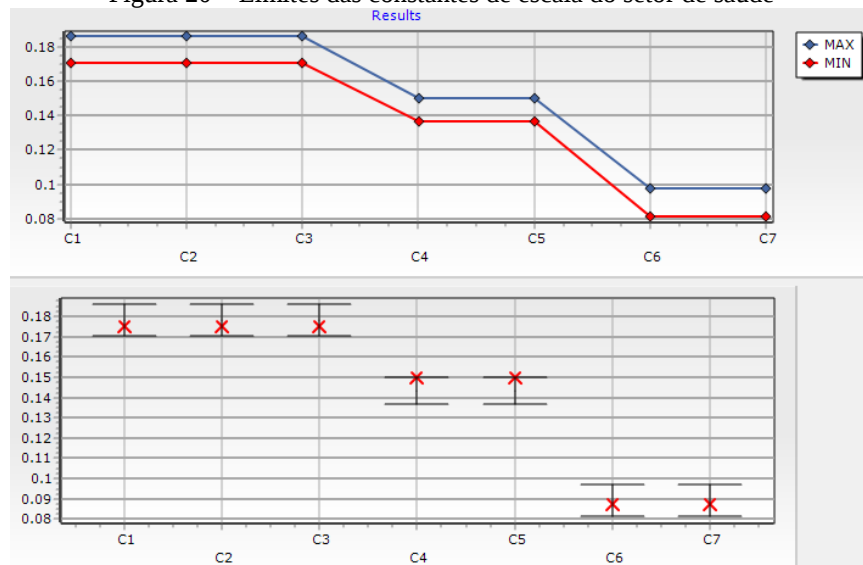
Figura 19 – Comparações de consequências do setor de saúde



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE N

Figura 20 – Limites das constantes de escala do setor de saúde



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE O

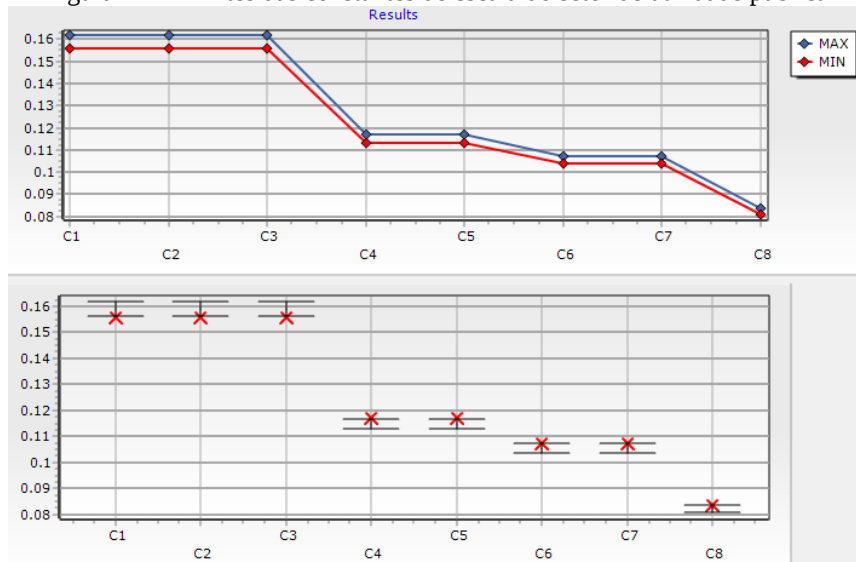
Figura 21 – Comparações de consequências do setor de utilidade pública

	Consequência A	Consequência B	
1	Gov. Corp = 4	Div/Pat = 1,07	Indiferente
2	P/VP = 0,76	Div/Pat = 0,355	Indiferente
3	P/VP = 0,76	Div/Pat = 0,7125	Indiferente
4	P/VP = 1,775	Volat. = 24,53	Indiferente
5	Volat. = 32,668	Gov. Corp = 4	Indiferente
6	P/VP = 1,2675	Volat. = 24,53	Indiferente
7	Volat. = 35,258	Gov. Corp = 4	Indiferente

Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE P

Figura 22 – Limites das constantes de escala do setor de utilidade pública



Fonte: Autoria própria (2020)

APÊNDICE Q

Quadro 12 – Rentabilidade das ações

	CCRO3	RAIL3	CYRE3	HGTX3	ABEV3	CRFB3	SULA11	ITSA4	VALE3	BRAP4	BRDT3	CSAN3	HYPE3	QUAL3	TAE11	EGIE3
out/20	4,10%	-1,63%	10,50%	7,59%	5,82%	1,22%	0,88%	3,07%	5,30%	7,48%	1,44%	0,37%	2,08%	-5,41%	1,32%	0,97%
set/20	-4,95%	-15,66%	-3,61%	-8,53%	1,87%	4,81%	-8,22%	-6,68%	-0,96%	2,05%	-5,58%	-17,92%	-5,78%	8,80%	-0,89%	-5,35%
ago/20	-10,90%	1,71%	-12,07%	23,58%	-11,44%	-12,88%	-14,83%	-11,62%	-1,70%	2,18%	-5,99%	-7,91%	-12,38%	11,57%	-2,59%	-7,67%
jul/20	3,17%	-1,20%	20,00%	3,35%	-1,70%	13,62%	12,49%	11,26%	8,57%	17,91%	5,34%	27,47%	8,47%	-3,45%	3,06%	9,69%
jun/20	-1,36%	-0,18%	34,81%	7,51%	13,30%	6,81%	0,49%	8,24%	5,51%	3,57%	-0,42%	7,70%	3,35%	22,26%	-1,54%	-0,75%
mai/20	19,03%	13,85%	6,54%	-10,96%	10,05%	-7,55%	0,22%	-1,56%	18,15%	19,90%	10,80%	9,13%	10,80%	-8,47%	4,46%	8,41%
abr/20	7,78%	0,71%	12,60%	0,54%	-4,87%	-3,05%	32,40%	2,62%	3,79%	0,82%	25,92%	12,24%	1,71%	9,83%	5,77%	0,51%
mar/20	-29,83%	-6,96%	-52,63%	-33,98%	-18,02%	-0,29%	-37,48%	-26,86%	-2,46%	-12,67%	-40,57%	-26,53%	-16,65%	-31,11%	-13,87%	-18,11%
fev/20	-10,47%	-8,97%	-6,19%	-9,19%	-18,54%	-8,41%	-14,19%	-3,38%	-11,86%	-9,78%	-9,37%	-8,19%	-3,57%	-17,39%	-3,13%	-8,68%
jan/20	-3,90%	-11,11%	7,11%	-27,09%	-4,39%	-3,25%	5,14%	-8,73%	-5,68%	-3,32%	-4,22%	14,56%	-0,34%	11,75%	-0,71%	2,46%
dez/19	10,41%	6,84%	14,72%	6,18%	6,15%	24,14%	13,23%	6,23%	9,47%	14,27%	7,53%	12,03%	8,09%	0,82%	10,83%	12,28%
nov/19	4,56%	7,15%	-0,31%	1,87%	3,86%	-1,57%	10,16%	-3,21%	5,89%	6,82%	0,57%	7,46%	-2,97%	15,36%	-0,09%	3,34%
out/19	-2,14%	-6,94%	11,94%	-9,36%	-9,71%	-9,22%	1,20%	4,02%	-1,16%	1,42%	2,72%	8,63%	3,18%	14,34%	0,28%	1,96%
set/19	6,13%	10,86%	-7,94%	5,12%	2,83%	-5,61%	-1,17%	7,42%	2,08%	8,76%	-4,41%	6,42%	3,32%	8,81%	2,49%	-1,31%
ago/19	8,72%	0,82%	3,24%	4,53%	-7,00%	-3,75%	15,29%	1,25%	-8,51%	-10,09%	8,27%	-1,75%	6,61%	28,65%	3,60%	-6,82%
jul/19	6,59%	5,74%	21,27%	7,59%	12,52%	6,43%	11,99%	-3,26%	-3,88%	-3,74%	6,40%	10,25%	0,71%	-10,67%	2,43%	11,04%
jun/19	2,17%	7,08%	19,26%	1,21%	1,94%	-4,98%	7,48%	4,20%	5,76%	7,00%	-2,15%	-2,10%	-0,77%	14,00%	2,37%	-6,15%
mai/19	17,18%	6,96%	-1,92%	-7,55%	-4,98%	8,32%	11,90%	4,03%	-2,20%	-1,95%	7,81%	2,77%	7,61%	17,12%	2,90%	4,34%
abr/19	-0,35%	-5,48%	5,72%	7,32%	9,74%	5,49%	4,71%	-0,58%	-1,63%	0,00%	6,21%	9,89%	8,58%	10,66%	5,85%	4,17%
mar/19	-17,51%	-1,59%	-4,85%	-0,98%	-2,32%	2,93%	-1,30%	-3,00%	8,13%	10,71%	-5,32%	-2,41%	-3,72%	1,27%	-0,64%	3,77%
fev/19	-6,72%	-0,97%	0,53%	-3,24%	-1,60%	-2,55%	-5,28%	-2,90%	3,52%	0,53%	-8,26%	-3,65%	-15,54%	-2,29%	-2,95%	-1,65%
jan/19	32,86%	15,59%	9,95%	7,58%	13,85%	10,50%	13,87%	11,75%	-10,78%	-9,40%	3,70%	32,67%	5,45%	18,39%	8,98%	26,74%
dez/18	-13,78%	-2,52%	13,00%	13,38%	-7,23%	7,04%	6,32%	-1,88%	-3,41%	-0,26%	7,30%	-2,90%	-4,81%	-7,00%	6,79%	-2,58%
nov/18	18,41%	4,74%	-2,49%	15,03%	3,55%	12,29%	8,48%	9,79%	-6,89%	-8,06%	1,96%	6,85%	7,79%	-3,75%	4,23%	10,74%

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

APÊNDICE R

Quadro 13 – Matriz de covariância das ações

	CCRO3	RAIL3	CYRE3	HGTX3	ABEV3	CRFB3	SULA11	ITSA4	VALE3	BRAP4	BRDT3	CSAN3	HYPE3	QUAL3	TAE11	EGIE3
CCRO3	0,01707	0,00695	0,00963	0,00537	0,00732	0,00350	0,01173	0,00782	0,00021	0,00129	0,00970	0,01152	0,00734	0,00751	0,00460	0,00885
RAIL3	0,00695	0,00577	0,00257	0,00385	0,00349	0,00101	0,00403	0,00299	0,00148	0,00178	0,00310	0,00458	0,00234	0,00192	0,00183	0,00371
CYRE3	0,00963	0,00257	0,02551	0,00894	0,00844	0,00389	0,01482	0,00946	0,00267	0,00518	0,01329	0,01285	0,00662	0,00963	0,00496	0,00714
HGTX3	0,00537	0,00385	0,00894	0,01528	0,00432	0,00244	0,00659	0,00547	0,00005	0,00184	0,00693	0,00453	0,00223	0,00524	0,00331	0,00360
ABEV3	0,00732	0,00349	0,00844	0,00432	0,00795	0,00340	0,00526	0,00395	0,00211	0,00275	0,00433	0,00626	0,00350	0,00348	0,00236	0,00544
CRFB3	0,00350	0,00101	0,00389	0,00244	0,00340	0,00712	0,00385	0,00287	0,00036	0,00081	0,00196	0,00391	0,00249	-0,00065	0,00195	0,00422
SULA11	0,01173	0,00403	0,01482	0,00659	0,00526	0,00385	0,01713	0,00760	0,00089	0,00224	0,01348	0,01174	0,00644	0,00925	0,00515	0,00703
ITSA4	0,00782	0,00299	0,00946	0,00547	0,00395	0,00287	0,00760	0,00677	0,00070	0,00218	0,00624	0,00743	0,00455	0,00513	0,00294	0,00475
VALE3	0,00021	0,00148	0,00267	0,00005	0,00211	0,00036	0,00089	0,00070	0,00484	0,00539	0,00153	0,00093	0,00082	-0,00064	0,00035	0,00054
BRAP4	0,00129	0,00178	0,00518	0,00184	0,00275	0,00081	0,00224	0,00218	0,00539	0,00728	0,00310	0,00297	0,00192	0,00039	0,00123	0,00173
BRDT3	0,00970	0,00310	0,01329	0,00693	0,00433	0,00196	0,01348	0,00624	0,00153	0,00310	0,01291	0,00894	0,00581	0,00716	0,00461	0,00546
CSAN3	0,01152	0,00458	0,01285	0,00453	0,00626	0,00391	0,01174	0,00743	0,00093	0,00297	0,00894	0,01547	0,00642	0,00610	0,00413	0,00937
HYPE3	0,00734	0,00234	0,00662	0,00223	0,00350	0,00249	0,00644	0,00455	0,00082	0,00192	0,00581	0,00642	0,00550	0,00357	0,00264	0,00414
QUAL3	0,00751	0,00192	0,00963	0,00524	0,00348	-0,00065	0,00925	0,00513	-0,00064	0,00039	0,00716	0,00610	0,00357	0,01808	0,00251	0,00242
TAE11	0,00460	0,00183	0,00496	0,00331	0,00236	0,00195	0,00515	0,00294	0,00035	0,00123	0,00461	0,00413	0,00264	0,00251	0,00233	0,00305
EGIE3	0,00885	0,00371	0,00714	0,00360	0,00544	0,00422	0,00703	0,00475	0,00054	0,00173	0,00546	0,00937	0,00414	0,00242	0,00305	0,00773

Fonte: Autoria própria baseado em dados da pesquisa (2020)

ANEXO A

Quadro 14 – Formatação padrão Fitradeoff para planilhas do Excel

Excel Cell	A	B	C	D	E
1	Criteria:				
2	0-Cont Min; 1-Cont Max; 2-Disc Min; 3-Disc Max:				
3	Weights:				
4	Type:				
5	a:				
6	b:				
7	c:				
8	Alternatives:	Consequences Matrix:			
9	Alternative 1				
10	Alternative 2				
11	Alternative 3				
12	Alternative 4				

Fonte: Adaptado de CDSID (2017)