

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

FERNANDO CÉSAR CERRI

A Hipótese dos Mercados Eficientes e a Teoria Moderna de Portfólio aplicadas ao mercado
acionário brasileiro

Lorena – SP

2021

FERNANDO CÉSAR CERRI

A Hipótese dos Mercados Eficientes e a Teoria Moderna de Portfólio aplicadas ao mercado acionário brasileiro

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia de Lorena, da Universidade de São Paulo como requisito parcial para conclusão da Graduação do curso de Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Herlandi Souza Andrade

Versão Original

Lorena - SP
2021

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Cerri, Fernando Cesar
A Hipótese dos Mercados Eficientes e a Teoria
Moderna de Portfólio aplicadas ao mercado acionário
brasileiro. / Fernando Cesar Cerri; orientador
Herlandi de Souza Andrade. - Lorena, 2021.
66 p.

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia
de Produção - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2021

1. Investimentos. 2. Mercados eficientes. 3.
Teoria moderna de portfólio. I. Título. II. Andrade,
Herlandi de Souza, orient.

RESUMO

CERRI, F.C. **A Hipótese dos Mercados Eficientes e a Teoria Moderna de Portfólio aplicadas ao mercado acionário brasileiro**. 2021. 66 p. Projeto de Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2021.

Ao longo dos últimos anos, um notório crescimento do número de investidores do mercado acionário tem ocorrido no Brasil. Por esta razão, é fundamental que todos os agentes econômicos que adentram neste ambiente compreendam os fenômenos que regem o comportamento dos preços dos ativos no mercado acionário, e como construir um portfólio vencedor, para que obtenham sucesso em seus investimentos de forma consistente ao longo do tempo. Dentre as muitas teorias econômicas desenvolvidas nas últimas décadas, duas se destacam por sua disruptividade para a época em que foram apresentadas, sendo consideradas ainda hoje, pilares do estudo econômico moderno. São elas a Teoria dos Mercados Eficientes (HME) e a Teoria Moderna de Portfólio (TMP), que têm como objeto de estudo a precificação dos ativos e a composição ideal de carteiras de investimento, respectivamente. O objetivo desta monografia é verificar a ocorrência ou não ocorrência da eficiência do mercado acionário na precificação dos ativos na bolsa de valores brasileira. O método de pesquisa utilizado foi o Estudo de Caso, visto que, por meio da análise histórica da precificação das ações, pode-se comprovar a aplicabilidade de ambas as teorias embasada em dados históricos reais. Com uso do Solver, extensão do software Excel, foi realizada análise de desempenho e risco apresentados pelo ETF que replica o índice Bovespa (BOVA11) e verificou-se a possibilidade de construção de carteiras que apresentaram, de forma consistente, melhor retorno para um mesmo nível de risco e um menor nível de risco para um mesmo retorno histórico, ao longo da última década, se comparados ao ETF supracitado. Dada a possibilidade de estruturação de tal carteira, os resultados obtidos indicam a possibilidade de obter melhor desempenho que o mercado utilizando a forma ativa de investimento, que contraria a HME. Além disso, observou-se a validação da tese da TMP, visto que as carteiras de correlação média menor obtiveram melhor desempenho se comparadas com o mercado e entre si.

Palavras-chave: Investimentos, Mercados Eficientes, Teoria Moderna de Portfólio.

ABSTRACT

CERRI, F.C. **The Efficient Markets Hypothesis and the Modern Portfolio Theory applied to the brazilian stock market.** 2021. 66 p. Monograph project (Undergraduate work in Industrial Engineering) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2021.

Over the last few years a notorious increase on the number of stock market investors have been seen in Brazil. Because of this fact it's essential that all economics agents that get into this environment understand the phenomena that drive the stocks prices' behavior and how to set up a winner portfolio in order to achieve consistent success in their investments over the years. Among many economics theories developed in recente decades, two of them highlights because of their disruptancy for the time they were presented, being considered as pillars of modern economic research until present days. They are the Efficient Markets Hypothesis (EMH) and the Modern Portfolio Theory (MPT) which study the assets pricing models and the ideal investment portfolios building respectively. The main goal of this monography is to verify the occurrence or non occurrence of the stock market efficiency on the assets' pricing at the Brazilian stock exchange market. The research method used was the case study since that through the historical analisys of the stocks' prices it was able to proof the aplicability of both theories with real historic data. With the use of Solver, Excel's extension, a performance and risk analisys of the ETF that mimics the Bovespa index (BOVA11) was done and it was found the possibility of setting up portfolios that had shown, in a consistant way, a better performance for the same risk level and a lower risk for the same historical performance, over the last decade if compared to the referred ETF. Due to the possibility of setting up of these portfolios, the result implies that it is possible to have a better performance than the Market using the active investment strategy which goes against what the EMH ensures. Moreover, it was able to validate the MPT thesis since the portfolios with lower medium correlation had a better performance compared to the market and between themselves.

Key words: *Investments, Efficient Markets, Modern Portfolio Theory.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do mercado de capitais (SML).....	20
Figura 2 - SML e a variabilidade dos retornos esperados.	21
Figura 3 - Princípios da dominância entre ativos.....	25
Figura 4 - Efeito do número de ações sobre o risco de um portfólio nos EUA (1975).	26
Figura 5 - Efeito do número de ações sobre o risco de um portfólio no Reino Unido (1975).	26
Figura 6 - Fronteiras eficientes para cada nível de correlação entre os ativos.....	30
Figura 7 - Alternativas viáveis de portfólios das fronteiras eficientes.	31
Figura 8 - Primeiro caso – Carteira de maior retorno para um mesmo risco que o BOVA11.	38
Figura 9 - Segundo caso – Carteira de menor risco para um mesmo retorno que o BOVA11.	39
Figura 10 - Exemplo de base para uso do Solver no Excel.....	45
Figura 11 - Exemplo de configuração do Solver para carteira de maximização do retorno	46
Figura 12 - Gráfico Risco x Retorno dos portfólios.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem das participações no Ibovespa agrupadas por setor.....	12
Tabela 2 - Porcentagem de risco individual de um ativo possível de ser eliminado pela diversificação dentro de um mercado selecionado ou entre mercados internacionais.	27
Tabela 3 - Desempenho histórico dos ativos X e Y.....	29
Tabela 4 - Simulação de 6 carteiras com diferentes pesos dos ativos X e Y.	29
Tabela 5 - Riscos de cada carteira considerando diferentes níveis de correlação entre os ativos X e Y.	30
Tabela 6 - Exemplo do retorno diário do BOVA11 e de um ativo (em R\$)	41
Tabela 7 - Cálculo do retorno diário dos ativos em porcentagem	42
Tabela 8 - Cálculo do retorno absoluto dos ativos no período	43
Tabela 9 - Exemplo de seção da Matriz de Correlação entre os ativos	43
Tabela 10 - Informações base para comparação com desempenho das carteiras ...	44
Tabela 11 - Solução proposta pelo Solver para maximização do resultado da carteira	46
Tabela 12 - Matriz de correlação entre os ativos selecionados para a carteira 1	47
Tabela 13 - Solução proposta pelo Solver para carteira de minimização do risco da carteira	48
Tabela 14 - Matriz de correlação dos ativos selecionados para carteira de menor risco.....	49
Tabela 15 - Solução proposta pelo Solver para carteira de mesmo risco do BOVA11	50
Tabela 16 - Matriz de correlação dos ativos selecionados para carteira de mesmo risco do mercado	51
Tabela 17 - Solução proposta pelo solver para carteira de mesmo retorno que o BOVA11	52
Tabela 18 - Matriz de correlação dos ativos selecionados para carteira de retorno igual ao do BOVA11	53
Tabela 19 - Resumo dos dados de cada carteira e das bases para comparação.....	54
Tabela 20 - Exemplos do intervalo de retornos possíveis para riscos semelhantes .	58
Tabela 21 - Média da correlação dos ativos de cada portfólio analisado	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fontes de dados para análise	40
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
ETF	<i>Exchange Traded Fund</i>
HME	Hipótese dos Mercados Eficientes
TMP	Teoria Moderna do Portfólio

SUMÁRIO

RESUMO	3
LISTA DE QUADROS	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
SUMÁRIO.....	9
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Contextualização	10
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1. Objetivo geral.....	13
1.2.2. Objetivo Específico	13
1.3. Justificativa	14
1.4. Estruturação	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1. Carteira de investimentos	16
2.2. Risco X Retorno.....	17
2.3. Hipótese dos Mercados Eficientes (HME).....	21
2.4. Teoria Moderna de Portfólio (TMP).....	24
2.5. Índice Sharpe	32
2.6. Estratégias de Investimento.....	33
2.6.1. Estratégia Passiva	34
3. METODOLOGIA.....	36
3.1. Descrição da metodologia científica.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1. Obtenção e tratamento dos dados	40
4.2. Estruturação das carteiras hipotéticas	44
4.2.1. Carteira 1 – Objetivo: Máximo Retorno	46
4.2.2. Carteira 2 – Mínimo Risco	48
4.2.3. Carteira 3 – Máximo Retorno dado risco igual ao do mercado.....	50
4.2.4. Carteira 4 – Mínimo risco dado retorno igual ao do mercado	51
4.3. Análise das carteiras e resultados obtidos	53
4.3.1. Carteira 1 e Carteira 2 vs BOVA11	55
4.3.2. Carteiras 3 e 4 vs BOVA11	55
4.4. Outras inferências e observações.....	56
5. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

O capítulo de Introdução traz uma visão geral acerca do presente trabalho. Apresentará uma breve contextualização do tema e porque sua escolha se justifica, bem como a forma como a monografia está estruturada e quais seus objetivos.

1.1. Contextualização

O mercado acionário brasileiro encontrou o auge de sua popularidade no início desta terceira década do século XXI. A maior disponibilidade de informações à população, os avanços tecnológicos que facilitam aos investidores pessoa física o acesso ao mercado de capitais, além do surgimento de diversos *influencers digitais* relacionados às finanças nas redes sociais, fatos como a queda estrutural da taxa básica de juros da economia brasileira (Taxa SELIC), observada entre os anos de 2016 e 2018, que pôs fim aos rendimentos elevados dos títulos públicos e ainda a eclosão de uma crise sanitária no ano de 2020, que derrubou os índices acionários e comprovou que choques externos e globais podem afetar significativamente diferentes mercados (OKORIE; LIN, 2021), trouxeram novamente à tona os investimentos realizados em bolsas de valores.

Com esta popularização, muitos indivíduos migraram suas reservas de capital para esta alternativa de investimento, que por se classificar como um investimento de renda variável, caracteriza-se por apresentar maior risco, mas também uma maior expectativa de retorno sobre o capital investido. Nesse contexto, surge aquele que, segundo Naibert e Caldeira (2015), é um dos principais questionamentos no campo das finanças: como realizar esta alocação de recursos de forma a se obter a maior rentabilidade possível e expondo-se ao menor risco? Cientistas têm utilizado ferramentas desenvolvidas por diferentes disciplinas com intuito de encontrar os mais eficientes métodos de construção e gestão de um portfólio financeiro (DIAS et al., 2020; GRUSZKA; SZWABIŃSKI, 2021; HERTELIU; LEVANTESI; ROTUNDO, 2021; NACCARATO; PIERINI; FERRARO, 2021). Afinal, o risco é algo ruim e portanto, os investidores buscam minimizá-lo. Não por acaso, em finanças, assume-se que as pessoas são naturalmente avessas ao risco, o que significa que preferem evitá-lo (MARKS, 2020; GEORGALOS; PAYA; PEEL, 2021).

Diante destes aspectos, como o investidor pode obter sucesso em seus investimentos, levando em conta que, conforme aponta Marks (2020), o funcionamento das economias e dos mercados é altamente impreciso e variável, e os pensamentos e o comportamento dos outros atores fazem com que o ambiente seja modificado de maneira frequente?

É a partir deste questionamento que diversas teorias financeiras foram desenvolvidas ao longo da História, dentre as quais, no presente trabalho, duas delas serão abordadas: a Hipótese dos Mercados Eficientes (HME), da década de 1970, que teve grande contribuição por parte de Eugene Fama, e a Teoria Moderna do Portfólio (TMP), apresentada por Harry Markowitz no início dos anos 1950.

De fato, ao se analisar a proposta dessas teorias, ambas podem vir a se mostrar complementares. A HME, de acordo com (RABELO JUNIOR; IKEDA, 2004), tem poder significativo, pois descarta a possibilidade de ganhos consistentes com sistemas de negociação que se baseiem apenas nas informações disponíveis. Ou seja, um investidor médio, seja indivíduo, fundo de pensão ou fundo mútuo, não deve esperar superar o mercado consistentemente, e além disso, desperdiça todos os recursos utilizados na análise e negociação de ativos, conforme complementa Shleifer(2000). Dessa forma, é mais vantajoso manter os investimentos de forma passiva (SALAS-MOLINA et al., 2021), e não ativa como normalmente é feita a gestão de carteiras. Dadas as opções existentes nos mercados atuais, mostram-se como uma excelentes opções de investimento passivo os *Exchange Traded Funds* (ETF), que tendem, normalmente a replicar os retornos de um índice, setor, ou uma cesta de ativos que tenham algum aspecto em comum. No mercado brasileiro, poderíamos citar como exemplos o BOVA11 e o IVVB11, que replicam os retornos do índice Bovespa e do S&P500, respectivamente.

Já a TMP, por sua vez, trouxe uma significativa mudança nas análises dos investimentos, mudando o foco dos ativos individuais em direção à importância da diversificação (ALVES, 2015). A teoria de Markowitz foi desenvolvida para analisar uma combinação ótima de ativos, levando em consideração as escolhas do investidor em relação ao risco e retorno esperados (NAIBERT; CALDEIRA, 2015). Conforme aponta Alves (2015), o fundamento desta teoria é a distinção entre a variabilidade dos retornos individuais de cada ativo e sua contribuição para o risco da carteira como um todo. Markowitz observou que, quando se tenta minimizar o risco, não basta apenas aumentar a quantidade dos ativos, mas também, se mostra necessário evitar investir

em ativos que apresentem um alto grau de interdependência entre seus retornos, ou seja, ativos que tenham alta correlação entre si.

Como descrito anteriormente, ambas as teorias aparentam complementarem-se, afinal, a alocação de capital por meio de ETFs oferece ao investidor uma exposição genérica ao mercado, devido à sua característica de replicar um índice, o que naturalmente resulta no investimento indireto em uma grande quantidade de ativos, dos mais variados setores. Se considerado como exemplo o IVVB11, o indivíduo expõe-se indiretamente aos retornos das 500 maiores empresas dos Estados Unidos, que auferiram lucro nos últimos 12 meses. De forma natural, o investidor atende às duas teorias, pois investe de forma passiva, e se diversifica em uma grande quantidade de ativos, de diferentes características e com diferentes níveis de interdependência de seus retornos.

No entanto, vale destacar um fator interessante e que é característico do mercado acionário brasileiro. De acordo com o site oficial da B3, empresa operadora da bolsa de valores do estado de São Paulo (antiga BOVESPA), na data em que este trabalho é escrito, o mais famoso índice brasileiro é composto por apenas 82 ativos, enquanto que o IVVB11 supracitado por sua vez, apresenta 500 ativos. Por se tratar de um mercado que ainda tem muito a se desenvolver, se comparado ao norte-americano por exemplo, além da menor quantidade de ativos, temos um índice de mercado, Ibovespa, com uma forte concentração em sua composição, conforme observa-se na Tabela 1:

Tabela 1 - Porcentagem das participações no Ibovespa agrupadas por setor.

Sector de Atuação – Bovespa	Total de participação no índice (%)
Bens industriais	5,691
Comunicações	1,339
Consumo cíclico	10,800
Consumo não cíclico	9,853
Financeiro	25,327
Materiais básicos	22,549
Petróleo, gás e biocombustíveis	11,728
Saúde	5,574
Tecnologia da informação	0,679
Utilidade pública	6,460
Total Geral	100

Fonte: O autor (2021), adaptado de B3 (2021)

A observação da Tabela 1 permite algumas inferências interessantes a respeito do Ibovespa, a citar:

- a) 25% do índice concentra-se no setor Financeiro;
- b) 22,5% do índice concentra-se no setor de materiais básicos, sobretudo commodities como madeira e papel (indústria de celulose), minérios, entre outros. Se somarmos ainda o setor de Petróleo, gás e biocombustíveis, que também são provenientes de commodities, a concentração chega a mais de 34%.

Conforme apresentado anteriormente, e após análise das inferências com relação à Tabela 1, observa-se ocorrência de concentração do índice em poucos ativos e poucos setores, o que leva à seguinte questão e problemática: de fato, investir no mercado acionário brasileiro de forma passiva, replicando o índice, seria a melhor alternativa conforme aponta a HME, e, além disso, esta estratégia oferece a segurança da diversificação, que é defendida na TMP? Neste ponto de vista, considerando a concentração do índice, as duas teorias, que se mostraram complementares anteriormente, parecem se contrapor no que tange ao mercado acionário brasileiro. Isso porque investir de forma passiva neste mercado, seguindo a HME, não aparenta obedecer à diversificação proposta pela TMP, que sugere investir em ativos que sejam descorrelacionados e que tenham comportamentos distintos em seus retornos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é avaliar a aplicabilidade e a ocorrência da Teoria Moderna do Portfólio e da Hipótese dos Mercados Eficientes de forma conjunta no mercado acionário brasileiro.

1.2.2. Objetivo Específico

De maneira específica, o trabalho objetiva comparar o retorno e o risco históricos de uma estratégia passiva de investimentos, replicando o índice Bovespa (conforme a recomendação da HME), com uma carteira diversificada, com ativos de retornos

descorrelacionados (seguindo a recomendação da TMP) e avaliar qual alternativa mais se adequa à busca pela minimização de riscos e maximização dos retornos de todos participantes dos mercados de capitais.

1.3. Justificativa

Conforme aponta Gruszka e Szwabinski (2021), a gestão de um portfólio de investimentos é um tópico de pesquisa vital, que pode ser abordado por meio de múltiplos ramos da ciência. Partindo-se do trabalho pioneiro desenvolvido por Markowitz em 1952, que rendeu-lhe um Prêmio Nobel, uma abundância de trabalhos foram escritos a respeito do assunto.

Do ponto de vista prático, é natural que todo investidor busque equilibrar as rentabilidades de seus investimentos aos seus riscos, conforme aponta Gitman e Zutter (2017) e portanto, ambos são os primeiros tópicos a serem levados em consideração (TURCAS et al., 2017). Todo indivíduo é avesso ao risco quando se trata de investimentos e buscará concomitantemente o máximo de retorno possível, dado um mesmo nível de risco (SAMANEZ, 2012).

O presente trabalho apresenta uma análise acerca do comportamento histórico do mercado acionário brasileiro, à luz de duas relevantes teorias financeiras, que apesar de antigas, ainda são muito presentes em discussões acadêmicas e práticas no campo das finanças. Esta pesquisa se justifica pela maneira que contribui à compreensão e ao conhecimento que agrega a respeito do ambiente do mercado de capitais a nível nacional, visando possibilitar a todos os leitores e potenciais investidores a terem uma melhor capacidade na tomada de decisões com relação à sua estratégia de investimentos.

Tal contribuição acima proposta tem grande valor pois, conforme aponta Fonte Neto (2006), a identificação de pertinência ou não da HME, em qualquer que seja o mercado analisado, traz sérias consequências econômicas. Isso porque, em um mercado eficiente a alocação de recursos se dá de maneira ótima, enquanto que em situações de ineficiência, as imperfeições impedem que os recursos econômicos se direcionem no sentido de maximizar a utilidade geral da sociedade. O mesmo também cita que, não obstante a existência de inúmeras pesquisas internacionais, o Brasil ainda não apresenta a mesma intensidade de produção acadêmica nesta área,

portanto, o presente trabalho colabora para o aumento dos estudos relacionados a tal assunto.

Por parte do autor, o interesse pelo tema se dá pela busca de aplicar os conhecimentos teóricos à prática, analisando o histórico real apresentado pelos índices acionários brasileiros, considerando as teorias da Hipótese dos Mercados Eficientes e da Teoria Moderna de Portfólio, na tentativa de ao final do trabalho, oferecer uma conclusão que possa servir de base para outros estudos futuros, ou mesmo como confirmação da aplicabilidade de ambas teorias no cenário brasileiro do mercado de ações.

1.4. Estruturação

A presente monografia encontra-se organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, contextualizou-se e justificou-se o projeto. O capítulo também inclui os objetivos a serem alcançados e a estrutura do trabalho. No segundo capítulo são apresentados conceitos gerais acerca dos investimentos, e realiza-se uma abordagem mais aprofundada a respeito das duas teorias financeiras utilizadas como base para este trabalho. No terceiro capítulo, descreve-se a metodologia que será utilizada para execução do projeto de conclusão de curso.

No quarto capítulo serão apresentadas a coleta e a análise dos dados obtidos com o estudo, bem como os resultados provenientes da metodologia de análise proposta.

Por fim, no quinto capítulo encontra-se a conclusão e análise com relação aos objetivos do trabalho, bem como, a proposição de estudos posteriores que se mostram relevantes para o tema em questão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo de fundamentação teórica apresenta a revisão bibliográfica acerca dos temas fundamentais que embasaram o desenvolvimento do trabalho. No mesmo será apresentada uma visão geral sobre o que é uma carteira de investimentos, quais estratégias podem ser utilizadas para estruturação de um portfólio e como avaliar o desempenho do mesmo; apresentar-se-ão reflexões sobre o debate da oposição entre risco e retorno; e também serão abordadas em maiores detalhes as premissas das duas teorias econômicas que serão colocadas em estudo nesta monografia: a Hipótese dos Mercados Eficientes (HME) e a Teoria Moderna do Portfólio (TMP).

2.1. Carteira de investimentos

Um investimento é, conforme aponta Bodie, Kane e Marcus (2014), o comprometimento, ou seja, o não consumo de dinheiro ou outros recursos no momento atual em expectativa de colher benefícios futuros. Ou seja, investir é adiar um consumo, aplicando o capital em algum ativo que gere retorno ao longo do tempo e que permita que o valor resgatado no futuro seja de maior valor do que no momento presente.

De fato, o principal papel dos mercados de capitais é a alocação do estoque da propriedade de capital da economia (FAMA, 1970). Se por um lado o mercado de capitais é hoje uma alternativa de financiamento que permite a parte das grandes empresas de grande porte angariar capital para seus empreendimentos, por outro, para os investidores pessoa física é uma excelente ferramenta que possibilita o acúmulo e o crescimento do patrimônio no longo prazo, através do investimento em ativos financeiros lado (NABARRO, 2016; SHADABFAR; CHENG, 2020). Tais ativos são meios pelos quais os indivíduos mantêm seus direitos de ativos reais, sejam eles participações em empresas, imóveis, ou mesmo conhecimento para produção de bens e serviços (BODIE; KANE; MARCUS, 2014).

Uma carteira de investimentos, também chamada de portfólio de investimentos, é todo o conjunto de diferentes ativos em que os indivíduos aplicam seus recursos. Afinal, conforme aponta Berk e Tutarli (2021), o investidor sábio não coloca em risco toda sua riqueza em apenas uma classe de ativos. As alternativas de investimento têm se multiplicado nos últimos anos, graças ao avanço das tecnologias, à

digitalização das comunicações e sistemas de informação, que permitiram o surgimento de novos meios de investimento, para além dos tradicionais investimentos em bens físicos, como o tão famoso mercado imobiliário brasileiro, por exemplo.

O investidor busca, majoritariamente, construir sua carteira de investimentos considerando aspectos particulares de tolerância ao risco e à volatilidade e, também, seus objetivos de retorno do investimento (LAILA; SARASWATI; KHOLIDAH, 2019). A partir destas premissas, já que cada indivíduo possui seu próprio apetite pelo risco, será possível determinar quais instrumentos de investimento melhor se adequam ao perfil e qual retorno pode se esperar obter ao longo do tempo (MIKHAYLOV; SOKOLINSKAYA; LOPATIN, 2019; GINTING et al., 2021; YAO; RABBANI, 2021) .

2.2. Risco X Retorno

Os componentes básicos da gestão financeira e de carteiras são o risco e o retorno (SIEGEL, 2015; NACCARATO; PIERINI; FERRARO, 2021). Um conceito fundamental para a economia e administração modernas é o de que o retorno esperado deve ser maior à medida que se aumenta o risco assumido no investimento realizado. Apesar de os indivíduos muitas vezes avaliarem os resultados de um investimento apenas pelos seus rendimentos, tal análise se mostra limitada, pois o risco assumido também precisa ser avaliado (MARKS, 2020).

Toda decisão de investimento tomada no momento presente, tem seu objetivo ou resultado voltado para um momento futuro. Sendo assim, a incerteza se apresenta como uma variável que deve ser considerada em todas estas decisões, afinal, o futuro é incerto, e tal incerteza não é somente uma característica saliente dos investimentos (MARKOWITZ, 1959), mas também uma característica inevitável do mundo real (RAO et al., 2021). De fato, a raiz da incerteza, e consequentemente do risco, se dá pela probabilidade de ocorrência de diferentes cenários no futuro (WILK, 2000; YOUSEFI et al., 2018).

Considerando que a economia é dinâmica, e que os agentes econômicos alteram o ambiente a todo instante, é natural que os mercados reajam a estas mudanças alterando o valor justo dos ativos de acordo com o novo cenário que se apresenta. Todas estas variações resultam em uma volatilidade dos preços que foi classificada pela teoria financeira como sinônimo do risco, pois demonstra a instabilidade de um investimento, como ressalta Marks (2020). Porém, cada ativo

reage, ou seja, é precificado pelo mercado de maneira diferente a estas mudanças e tal influência é resultado das particularidades de cada indústria e é dependente das expectativas dos investidores com relação ao impacto que cada uma dessas mudanças tem dentro dos negócios relacionados ao ativo (CARVALHO, 2013) o que serve de base para classificá-lo como mais arriscado (quando apresenta alta volatilidade), ou menos arriscado (no caso de menor volatilidade).

No tocante ao mercado acionário, o cenário é equivalente. Cabe ao investidor entender qual o cerne do risco de se investir em ações. Deve-se saber que cada ação representa uma parte do capital social de uma empresa, que dá ao seu detentor a propriedade de parte da companhia como sócio e por consequência direito à sua parte equivalente dos lucros auferidos pela mesma. Sendo assim, o valor intrínseco de uma ação está diretamente ligado à expectativa de retornos futuros desta firma (BODIE; KANE; MARCUS, 2014). Por consequência, o risco do mercado acionário se dá justamente pela incerteza acerca destes mesmo resultados futuros. Tal incerteza pode ser proveniente de fatores macroeconômicos e de aspectos particulares da empresa, que afetam diretamente os resultados e a capacidade de geração de lucros e riqueza nas corporações.

Os fatores macroeconômicos tendem a afetar a economia como um todo, levando em conta seu nível de abrangência. A nível global, o mais recente e relevante exemplo é a pandemia do Covid-19, que ocasionou uma redução da circulação de pessoas e aumento de isolamento social em todo o planeta. Tais fatos ocasionaram uma queda global do consumo, estagnando a máquina econômica em praticamente todos os países. Por consequência, os preços de diferentes índices acionários em todas as regiões mundiais sofreram choques negativos significantes conforme se dava o crescimento da pandemia (ZHANG; HU; JI, 2020; O'DONNELL; SHANNON; SHEEHAN, 2021; SALISU; VO; LUCEY, 2021). Já a nível local, que afeta um país por exemplo, podemos citar como fatores macroeconômicos a legislação, a tributação, taxa básica de juros, câmbio, interferência governamental, dentre outros. Por outro lado, os fatores particulares da empresa referem-se àqueles que são intrínsecos à companhia, dentre os quais podemos citar a eficiência operacional, modelo de negócios, competitividade, posição de mercado, benefícios fiscais, setor de atuação, entre outros.

Da mesma maneira que ocorre nos demais ativos, toda incerteza acerca dos resultados futuros das empresas é diariamente precificada nas cotações das ações,

que gera, por sua vez a volatilidade (ou risco) deste tipo de investimento. Descritos tais fatores que interferem diretamente nos preços das ações, pode-se apresentar como se é calculado o retorno anual de uma ação em termos percentuais, conforme é apresentado por Markowitz (1959). Tal retorno é medido conforme apresentado na Equação 1:

$$R_c = \frac{(P_x - P_{x-1}) + (Div_x)}{P_{x-1}} \quad (1)$$

Sendo:

P_x = preço de fechamento da ação no ano x;

P_{x-1} = preço de fechamento da ação no ano x-1;

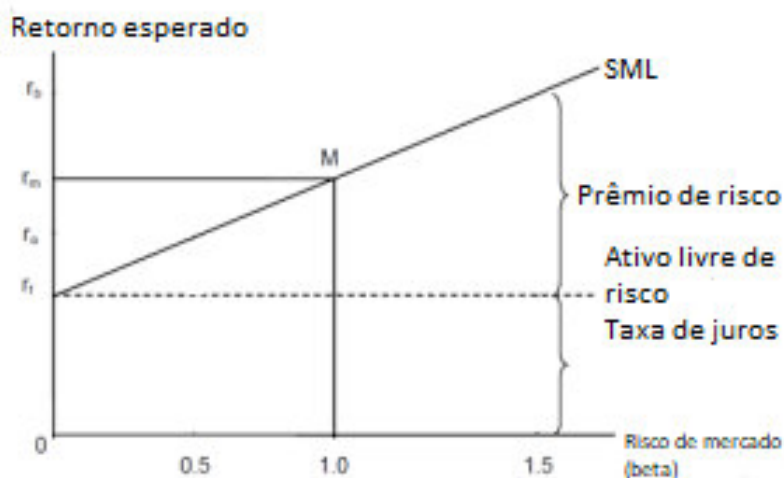
Div_x = Dividendos distribuídos ao longo do ano x.

Conforme apontado no início deste capítulo, espera-se que a expectativa de retorno de um ativo cresce à medida que se aumenta o risco de investimento do mesmo. Tal expectativa de retorno é ajustada pelos agentes de mercado da maneira como bem é exemplificado por Marks (2020, p.53):

(...) se tanto uma nota do tesouro americano quanto as ações de pequenas empresas tivessem a possibilidade de render 7% ao ano, todos correriam para comprar aquela (aumentando seu preço e reduzindo o retorno prospectivo) e liquidar estas (diminuindo seu preço e assim, aumentando seu retorno). Supõe-se que o processo de ajuste dos preços relativos, que os economistas chamam de equilíbrio, faça com que os retornos prospectivos sejam proporcionais ao risco (...). Os mercados se organizam de modo que os ativos mais arriscados pareçam oferecer maiores retornos. Se não fosse esse o caso, quem os compraria?

A partir desta premissa de que o retorno prospectivo se adequa ao risco, surge o famoso gráfico chamado *Security Market Line* (SML), em tradução livre “Linha do Mercado de Capitais”, que relaciona o retorno esperado com o risco assumido:

Figura 1 - Linha do mercado de capitais (SML).

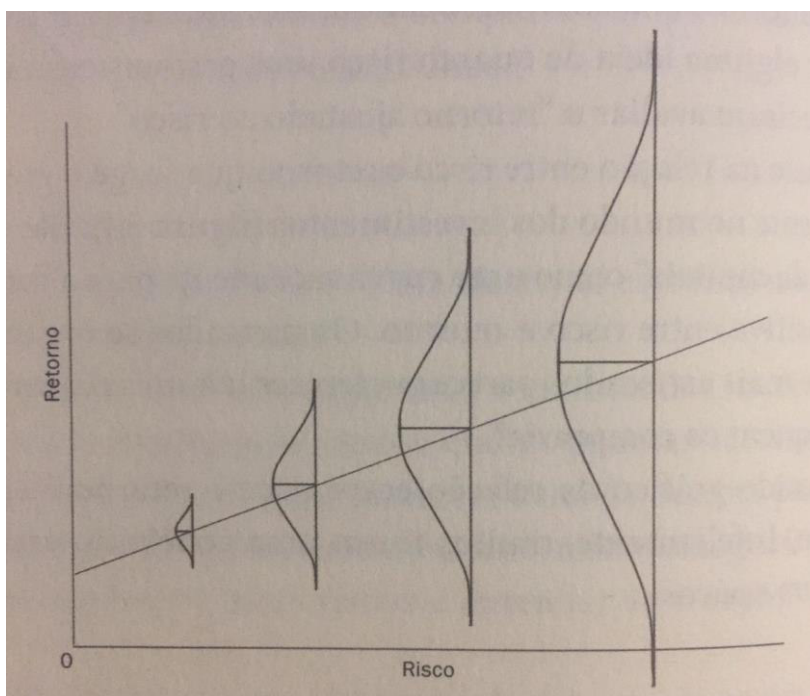


Fonte: Wagdi (2016)

Como é possível observar na Figura 1, partindo-se de uma opção de investimento “livre de risco”, que normalmente são os títulos públicos nacionais (no Brasil, por exemplo, seria o Tesouro Selic), os retornos prospectivos crescem à medida que o risco aumenta. A interpretação do gráfico mostra que para o nível de risco de 1.0 vezes o risco de mercado, o retorno esperado é de r_m , ou seja, exatamente igual ao retorno que o mercado irá performar.

Porém, vale ressaltar que muitas vezes as informações deste gráfico acerca do retorno do investimento são mal interpretadas, levando investidores a acreditarem que ao se tomar mais risco, certamente terão melhores rentabilidades. Na verdade, o valor para o eixo dos retornos é nada mais do que uma expectativa de seu valor, e não a garantia de sua ocorrência. Afinal, se os investimentos de alto risco certamente oferecessem altos retornos, naturalmente deixariam de ser arriscados. Para esta situação, Marks (2020) propõe uma diferente forma de representar a SML, conforme Figura 2:

Figura 2 - SML e a variabilidade dos retornos esperados.



Fonte: Marks (2020)

Neste gráfico proposto, se torna mais claro que ativos mais arriscados possuem um retorno com esperança de maior valor, porém, apresentam maior variabilidade dos seus resultados, que justamente caracteriza o seu risco.

Sendo assim, todo investidor deve, a priori conhecer o seu apetite e a sua tolerância ao risco, visto que conhecer seus limites e entender a origem dos riscos de cada uma das alternativas de investimentos serão primordiais para a estruturação de sua carteira de investimentos.

2.3. Hipótese dos Mercados Eficientes (HME)

Quando se trata do tema da eficiência do mercado de ações, têm-se como principais referências os trabalhos de Eugene Fama, que largamente discutiu o assunto em seus estudos (AMORIM; CAMARGOS, 2021), com destaque para a obra “Efficient Capital Markets: A review of theory and empirical work”, publicada em 1970 no The Journal of Finance.

Apesar de ser o mais relevante autor do assunto, Fama (1970) ressalta nesta publicação que os estudos das imperfeições do mercado são anteriores ao seu tempo, datados ainda do século XIX, como o trabalho de Louis Bachelier, “Théorie de la

Speculation”, testando a hipótese de “random walk”, que de forma resumida, indica que os preços das ações obedecem ao Processo de Markov, um processo estocástico em que o comportamento de uma variável durante um período curto de tempo depende somente do valor da variável no início do período, e não de seu histórico (RABELO JUNIOR; IKEDA, 2004). Além disso, o autor complementa que os estudos nesta área se estagnaram e não tiveram novos avanços até a era dos computadores (FAMA, 1970).

Outros autores desenvolveram trabalhos relevantes a respeito do tópico, porém, foi com o seu artigo de 1970 que Fama apresentou o tema com maior robustez e com a sistematização que tornou o tema mais conhecido e trabalhado, conforme aponta Fonte Neto (2006). Desde então, a HME tem sido uma das mais influentes teorias no campo das finanças, e é tida como base em modelos de precificação de ativos (RABELO JUNIOR; IKEDA, 2004; SINGH; BABSHETTI; SHIVAPRASAD, 2021). Fama (1970, p. 383) busca, já no início de sua publicação, explicar o que caracteriza o mercado eficiente:

In general terms, the ideal is a market in which firms can make production-investment decisions, and investors can choose among the securities that represent ownership firms' activities under the assumption that security prices at any time “fully reflect” all available information. A market in which prices always “fully reflect” available information is called “efficient”

Ou seja, como conceito fundamental, o mercado considerado eficiente é aquele que incorpora a totalidade de informações que são relevantes ao ativo.

Porém, muito além do seu impacto nos investimentos, a hipótese também apresenta importância em termos econômicos, conforme ressalta Fonte Neto (2006), pois sérias repercussões passam a existir na economia a depender do fato da eficiência do mercado. Este assunto também é lembrado por Fama (1976, p.133) em outra publicação:

An efficient capital market is an important component of a capitalist system. In such system, the ideal is a market where prices are accurate signals for capital allocation. That is, when firms issue securities to finance their activities, they can expect to get “fair” prices, and when investors choose among the securities that represent ownership of firms' activities, they can do so under the assumption that they are paying “fair” prices. In short, if the capital market is to function smoothly in allocating resources, prices of securities must be good indicators of value.

Dessa forma, para mercados ineficientes, mostram-se presentes as seguintes consequências:

- a) não há garantia de alocação ótima de recursos da economia – fator principal do mercado de capitais;
- b) não existe o conceito de preço justo – que tira a segurança dos agentes econômicos, já que há possibilidade de negociação de ativos por preços incompatíveis com as informações disponíveis.

Nos mercados eficientes, por sua vez, por refletirem todas as informações do presente e do passado, os preços representam os valores mais adequados ao ativo naquele momento (SALAS-MOLINA et al., 2021). Fama (1970) também apresenta condições que seriam suficientes, mas não necessárias para a ocorrência da eficiência de mercado, que seriam (i) não existência de custos nas transações dos ativos; (ii) a disponibilidade da totalidade das informações existentes a todos os participantes do mercado, sem custo e; (iii) que todos concordem com as implicações das atuais informações no preço atual e na distribuição dos preços futuros de cada ativo.

Se considerarmos um mercado capaz de refletir todas as informações disponíveis, tal eficiência pode ocorrer de três maneiras diferentes, a citar:

- a) eficiência fraca;
- b) eficiência semiforte;
- c) eficiência forte.

A eficiência fraca é o menos exigente tipo de eficiência no mercado financeiro, e ocorre quando o mercado incorpora integralmente a informação contida em preços passados. O argumento da ocorrência desta eficiência se dá a partir da observação de que, sendo fácil obter lucros extraordinários a partir dos preços passados, e sendo estes de fácil obtenção, todos os agentes de mercado o fariam e a possibilidade de lucro desapareceria na competição estabelecida (RABELO JUNIOR; IKEDA, 2004). Já a eficiência semiforte considera que os preços atuais incorporam todas as informações publicamente disponíveis, além das séries históricas, tais como as demonstrações contábeis, eventos acionários, entre outros (FONTE NETO, 2006).

Por fim, a eficiência forte acrescenta no preço do ativo, além das séries históricas e das informações públicas, toda e qualquer informação pertinente a ele, desde que seja conhecida por pelo menos um investidor. Esta, claramente é a mais restritiva forma de eficiência da HME, já que o preço incorporaria até mesmo informações privilegiadas, ainda que monopolizada por um pequeno grupo de investidores sendo até mesmo considerada por Bodie, Kane e Marcus (2014) como extrema. Neste caso, como aponta Rabelo Junior & Ikeda (2004), os lucros extraordinários não seriam possíveis nem ao único investidor detentor da informação, já que o mercado perceberia sua intenção, e o preço do ativo seria ajustado à esta mais nova informação.

Como toda teoria posta, a HME vem sendo contestada desde sua estruturação, com estudos e provas empíricas, que por vezes indicam que os alicerces que sustentam a teoria têm-se mostrado mais fracos do que o suposto pelos seus teóricos. No entanto, a teoria ainda é considerada um dos pilares da moderna Teoria de Finanças (RABELO JUNIOR; IKEDA, 2004; NIROOMAND; METGHALCHI; HAJILEE, 2020), e deve-se levar em conta que não se espera que os agentes de mercado sejam super-humanos e que os preços sempre estejam corretos. É fato que sempre se buscarão mais informações a respeito de uma companhia, muito além das que realmente serão disponibilizadas, e a HME assume que tais informações serão incorporadas aos preços. Dessa forma, pode-se esperar que, assumindo os mercados como racionais, ele estará em média, correto (BODIE; KANE; MARCUS, 2014) e portanto, conforme afirmou Fama(1970), pode-se concluir que, com poucas exceções, o modelo dos mercados eficientes tem boa aplicabilidade.

2.4. Teoria Moderna de Portfólio (TMP)

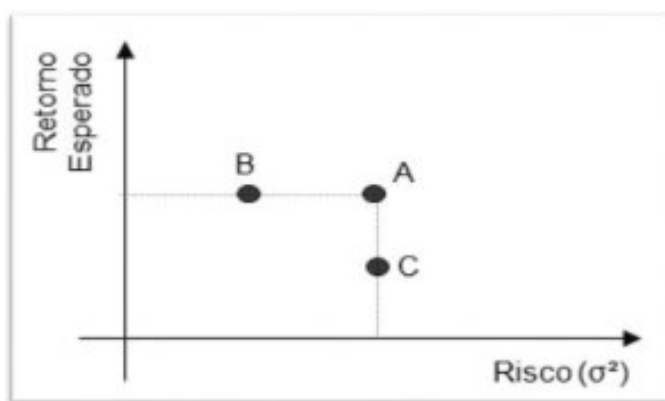
Apresentada por Harry Markowitz, com suas publicações “Portfolio Selection” (1952) e “Portfolio Selection: Efficient diversification of investments” (1959) , a chamada Teoria Moderna de Portfólio (TMP) alterou os rumos dos estudos em finanças, revolucionando a forma de composição e gerenciamento das carteiras de ativos financeiros, na busca da combinação mais eficiente dos ativos e da solução do dilema do risco-retorno (FARIAS; MOURA, 2012) de tal forma que, apesar das várias extensões ao modelo que surgiram ao longo do tempo, ainda é largamente utilizada nos dias atuais (TRICHILLI; ABBES; MASMOUDI, 2020). Com relação à TMP, é válido

ressaltar quais os princípios assumidos pelo autor no seu desenvolvimento. Tais princípios são bem descritos por Costa e Assunção (2005, p. 17), conforme segue:

Essa teoria é desenvolvida seguindo a premissa de que os investidores avaliariam suas carteiras apenas com base no valor esperado e na variância das taxas de retorno no espaço de tempo considerado, sendo essas as duas únicas variáveis de decisão para a seleção de ativos. Quando postos a escolher entre duas carteiras de mesmo risco, os investidores sempre escolheriam a de maior retorno e, da mesma forma, quando postos a escolher duas carteiras de mesmo retorno, sempre escolheriam a de menor risco.

Tais princípios podem ser bem exemplificados na Figura 3, considerando um cenário hipotético das alternativas de escolher entre os portfólios A, B e C.

Figura 3 - Princípios da dominância entre ativos



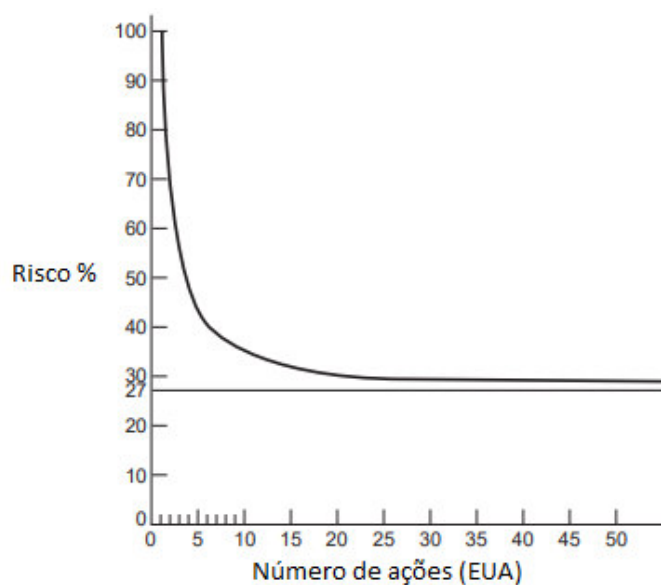
Fonte: MARQUES et al. (2013)

Para estes três portfólios hipotéticos, seguindo os princípios apresentados anteriormente, A e B apresentam o mesmo retorno, enquanto A e C apresentam o mesmo nível de risco. Nestes casos, se tomadas duas a duas, B seria sempre preferível ao investidor em detrimento de A, por apresentar menor risco para o mesmo retorno, enquanto que A seria preferível a C, por apresentar maior retorno para um mesmo risco.

Segundo Samanez (2012), Markowitz trouxe em seu trabalho de 1959 o conceito e a importância da diversificação. Conforme aponta Alves, (2015), o aumento do número de ativos em uma carteira diminui o seu risco, já que apesar de o portfólio se expor a um número maior de riscos específicos, o impacto individual de cada um deles no desempenho da carteira é menor, pois a ponderação de participação

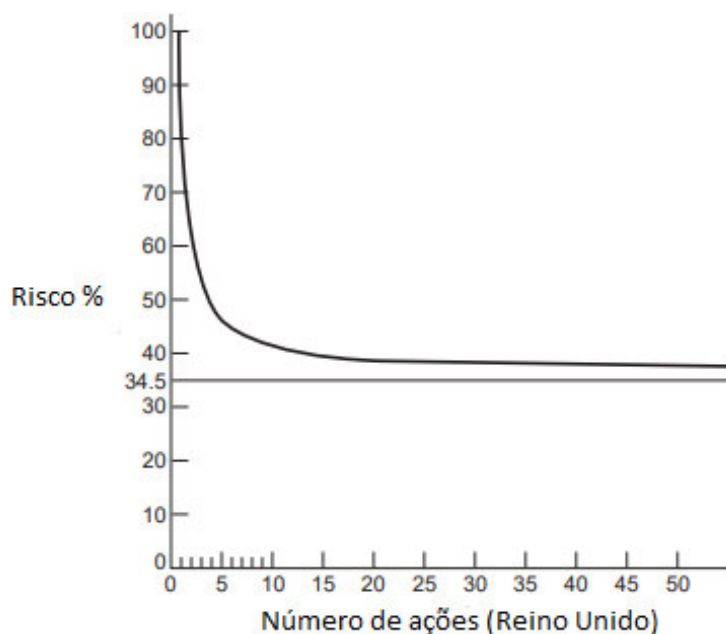
atribuída a cada ativo é menor no conjunto como um todo. Elton et al. (2014) apresentam, em termos práticos o efeito que o aumento da quantidade de ativos tem na redução do risco de uma carteira. Tal efeito da diversificação pode ser observado em diversos mercados acionários, como por exemplo nos Estados Unidos, conforme apresentado no gráfico das Figuras 4 e 5:

Figura 4 - Efeito do número de ações sobre o risco de um portfólio nos EUA (1975).



Fonte: Elton et al. (2014)

Figura 5 - Efeito do número de ações sobre o risco de um portfólio no Reino Unido (1975).



Fonte: Elton et al. (2014)

Além disso, os autores avaliaram quanto do risco de uma ação individual poderia ser eliminado por meio da diversificação para diferentes países. Esta avaliação está apresentada na Tabela 2:

Tabela 2 - Porcentagem de risco individual de um ativo possível de ser eliminado pela diversificação dentro de um mercado selecionado ou entre mercados internacionais.

País	Risco eliminado pela diversificação
Estados Unidos da América	73,0%
Reino Unido	65,5%
França	67,3%
Alemanha	56,2%
Itália	60,0%
Bélgica	80,0%
Suíça	56,0%
Holanda	76,1%
Ações Internacionais	89,3%

Fonte: Elton et al. (2014)

Este risco possível de ser eliminado é chamado de risco não sistemático, ou específico, enquanto que a parte de risco que é inerente ao mercado é chamado de risco sistemático, não diversificável, ou ainda risco de mercado. O risco não diversificável existe por fatores que afetam da mesma forma todos os empreendimentos no país em questão, tais como oferta de moeda, política fiscal e a taxa de crescimento econômico nacional, e por consequência, os ativos tenderiam a variar em conjunto (BRUNI et al., 2009; SEMENOV, 2021).

No entanto, o Markowitz foi além, e salientou que ao tentar minimizar o risco não é suficiente simplesmente investir em muitos ativos, conforme observa Farias e Moura (2012). Segundo ele, para reduzir o risco é necessário evitar um portfólio cujos ativos estejam fortemente correlacionados entre si (MARKOWITZ, 1959; OLOKO, 2018). Dessa forma, a diversificação proposta por Markowitz sugere que para um portfólio apresentar menores riscos do que os ativos que a integram individualmente, é preciso que os preços dos títulos não variem juntos na mesma direção e intensidade (MARQUES et al., 2013). Em seu trabalho original, Markowitz apresenta um modelo

para otimização da carteira de investimento que minimiza a variância do portfólio, sujeitando-o à restrição do retorno esperado ao investidor. O resultado do modelo apresenta o peso ótimo dos ativos na composição deste portfólio, conforme aponta Farias e Moura (2012), nas Equações 2 e 3 abaixo:

$$\text{Min}\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \sigma_{i,j} \times X_i \times X_j \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\bar{R}_c = \sum_{i=1}^N X_i \bar{R}_i \quad (3)$$

Sendo:

σ_c = variância da carteira;

σ_i = variância do ativo i;

$\sigma_{i,j}$ = covariância do ativo i,j;

X_i = peso do ativo i;

X_j = peso do ativo j;

\bar{R}_c = retorno esperado da carteira;

\bar{R}_i = retorno esperado do ativo i.

Segundo Samanez (2012), a covariância entre os ativos, pode ser substituída pela correlação entre eles. Conforme é explicado por Barroso (2018), o coeficiente de correlação (ρ) varia entre -1 e + 1, sendo que, considerando $\rho_{i,j}$ a correlação entre os ativos “i” e “j”, em um caso em que $\rho_{i,j} = +1$, a correlação é forte e positiva e os ativos tem movimentos simultâneos de aumento ou diminuição de preço, e para situações em que $\rho_{i,j} = -1$, a correlação é forte e negativa, e os ativos tem movimentos contrários com relação a seu preço. No ponto central destes dois extremos, no caso de $\rho_{i,j} = 0$, os ativos não possuem correlação, e portanto não há interação entre seus retornos (ZANFERRARI; SILVA, 2016)

Barroso (2018) também apresenta em seu trabalho a fórmula da covariância substituída pela correlação na obtenção da variância, conforme é apresentado na Equação 4:

$$\sigma_C^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N X_i X_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \quad (4)$$

Conforme é observado na equação acima, a covariância é proporcional à correlação entre os ativos e também ao risco de cada um deles, conforme apresenta a Equação 5:

$$\sigma_{i,j} = \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \quad (5)$$

Levando em conta todos estes fatores, o argumento de Markowitz é de que ativos de correlação negativa ou positiva baixa reduzem a variação dos retornos, diminuindo o risco resultante (BARROSO, 2018).

Para méritos de exemplificação de como a descorrelação entre os ativos reduz o risco, propõe-se um exemplo. Considerando dois ativos, X e Y, e tendo conhecidos seus retornos e seus riscos, serão simuladas 6 carteiras variando os pesos de cada ativo, encontrando o retorno de cada uma delas. Em seguida, serão encontrados os riscos de cada carteira, a partir da suposição de cinco níveis de correlação, partindo da forte negativa (-1), até a forte positiva (+1). Tais premissas serão apresentadas nas Tabelas de 3 a 5 abaixo.

Tabela 3 - Desempenho histórico dos ativos X e Y.

Desempenho histórico dos ativos		
	Ativo X	Ativo Y
Retorno	15%	30%
Risco	20%	30%

Fonte: Do próprio autor (2021)

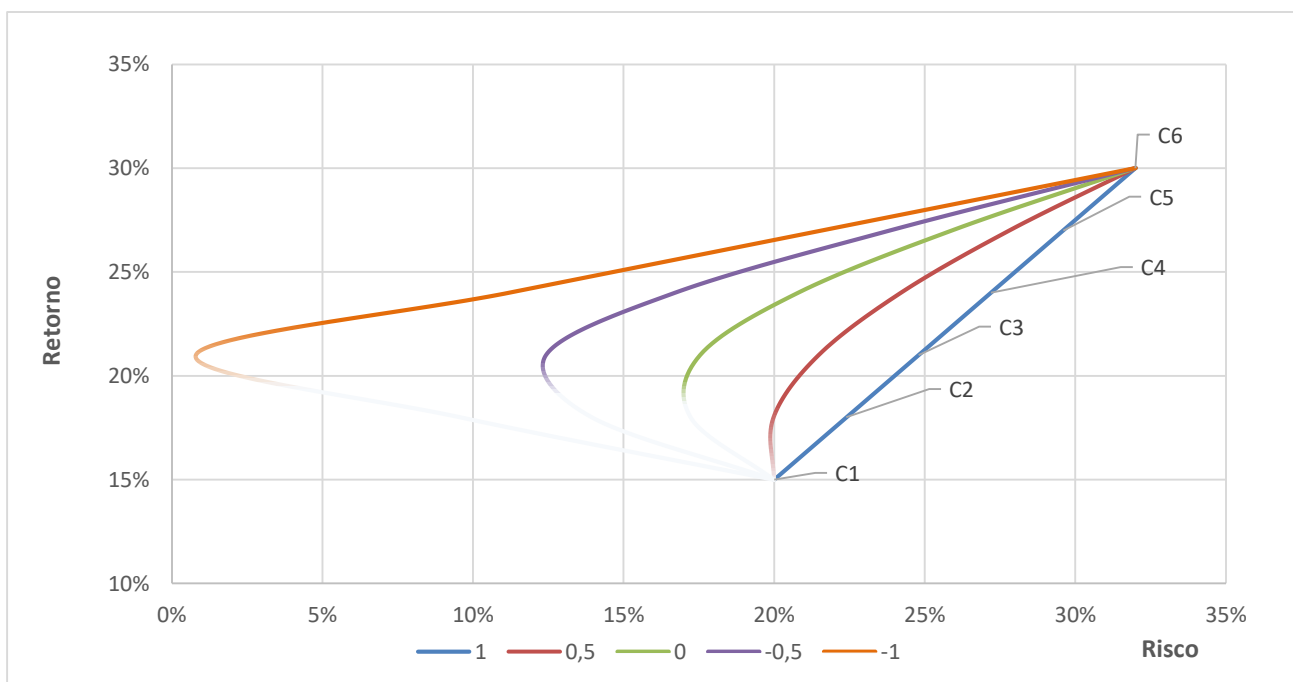
Tabela 4 - Simulação de 6 carteiras com diferentes pesos dos ativos X e Y.

Composição das carteiras			
	Ativo X	Ativo Y	Retorno da carteira
Carteira 1	100%	0%	15%
Carteira 2	80%	20%	18%
Carteira 3	60%	40%	21%
Carteira 4	40%	60%	24%
Carteira 5	20%	80%	27%
Carteira 6	0%	100%	30%

Fonte: Do próprio autor (2021)

Tais gráficos foram denominados “Fronteiras eficientes” por Markowitz. Dentro destas curvas encontram-se diferentes composições de carteira e perfis de risco-retorno, que devem se adequar ao perfil de cada investidor (BRUNI et al., 2009). Todos os portfólios que estejam situados na linha de fronteira eficiente oferecem as melhores combinações risco-retorno, e se mostram como candidatos ao portfólio ótimo (BODIE; KANE; MARCUS, 2014; WAY et al., 2019). No entanto, os autores fazem a ressalva de que para qualquer portfólio da porção de baixo do gráfico, há um portfólio de mesmo risco, porém maior retorno esperado posicionado diretamente acima dele. Portanto, a parte de baixo deste gráfico é ineficiente. Sendo assim, estas carteiras eficientes ajudam na melhor tomada de decisão, no que tange à escolha de determinado retorno em relação a um risco (BARROSO, 2018) e os analistas de finanças deveriam portanto considerar os possíveis portfólios a partir do ponto de menor risco de cada um dos gráficos da fronteira eficiente, como apresentado na Figura 7:

Figura 7 - Alternativas viáveis de portfólios das fronteiras eficientes.



Fonte: Do próprio autor (2021)

2.5. Índice Sharpe

Tendo conhecidos os retornos das carteira e os seus riscos, é necessário dispor de uma medida para avaliação do desempenho do portfólio. Criado por William Sharpe no ano de 1966, o índice Sharpe é um dos mais utilizados na avaliação do desempenho das carteiras, medindo estatisticamente o comportamento das mesmas ao longo do tempo (BARROSO, 2018; WANG et al., 2020). Silva(2014), e Samanez(2012) apresentam as premissas que validam a utilização deste índice, a citar:

- a) os investidores são avessos ao risco e não possuem nenhuma informação privilegiada que os possa favorecer;
- b) existem ativos livres de risco que possam ser tomados emprestas ou investir na mesma taxa;
- c) quem está investindo tem a mesma expectativa de um mesmo retorno e risco;
- d) os impostos e custos da operação são os mesmos para qualquer investidor;
- e) possuem uma análise estatística de acordo com uma probabilidade de distribuição normal.

Ferreira e Costa (2016) apresenta o cálculo deste índice, conforme Equação 6:

$$IS = \frac{(\text{Retorno do Portfólio} - \text{Retorno da taxa livre de risco})}{\text{Desvio padrão do retorno do portfólio}} \quad (6)$$

Barroso (2018), ressalta um ponto que deve ser levados em conta pelo investidor, para que o Índice de Sharpe possa ser utilizado de maneira correta: um número mínimo de dados, sendo pelo menos 24 dados históricos, com mesma unidade temporal. A observação da Equação 6 nos indica que, um portfólio de rentabilidade alta, e boa gestão de risco terá um Índice Sharpe também alto, o que nos indica que a análise de tal medida de desempenho é do tipo “quanto maior, melhor”(VUKOVIC; LAPSHINA; MAITI, 2019; MUKHERJI; JEONG, 2020).

Para cálculo do índice de Sharpe, tomar-se-á como ativo livre de risco o valor

de 100% do CDI do período. CDI é a abreviação para Certificado de Depósito Interbancário, que nada mais são do que títulos emitidos por um banco como garantia de empréstimo tomado junto a outro banco. Tais empréstimos são realizados com prazo de 1 dia, e ocorrem diariamente entre os bancos para que os mesmos tenham liquidez mínima determinada pelo Banco Central do Brasil ao final de cada dia. Por serem empréstimos de curtíssimo prazo e de risco baixo, a taxa DI muito se aproxima da SELIC, que por sua vez é a taxa básica de juros da economia, e representa em tese o ativo de retorno mais seguro da economia nacional, ou seja, o mais próximo do que se pode considerar “livre de risco” (ALMEIDA; CUNHA, 2017).

2.6. Estratégias de Investimento

Ao realizar alocação no mercado financeiro, os investidores buscam obter resultados positivos de suas decisões, e para tal, lançam mão de diferentes estratégias de forma a maximizar lucros e consequentemente auferir ganhos (SIQUEIRA; DE CAMARGOS, 2019). Partindo-se desse princípio, o ato de comprar e vender ações requer alguma projeção, análise e planejamento sobre determinadas variáveis extraídas, seja do comportamento dos preços dos ativos no mercado (característico da metodologia de análise técnica) ou das características intrínsecas dos ativos (como a análise fundamentalista e do Buy and Hold), de forma a permitir a tomada de decisão conforme as tendências de preços e volatilidade conforme aponta Siqueira e De Camargos(2019).

De forma mais ampla, tem-se duas formas de abordar os investimentos em ações: a forma ativa e a forma passiva. A estratégia ativa de investimento é aquela que como o próprio nome indica, implica em uma abordagem “*hands-on*” nos investimentos e requer alguém no papel de gestor do portfólio. Tal estratégia objetiva obter retornos acima da média do mercado, e envolve análises mais aprofundadas tanto para iniciar quanto para encerrar um investimento (SILVER et al., 2020). Já a estratégia passiva de investimento é mais indicada para investidores de longo prazo com exposição genérica ao mercado, sendo destacada principalmente pelos benefícios de custo que apresenta. A estratégia passiva, por estar diretamente relacionada ao pensamento do investidor que acredita na eficiência de mercado, será apresentada de forma mais detalhada no tópico a seguir.

2.6.1. Estratégia Passiva

Com relação à estratégia passiva de alocação, Bodie, Kane e Marcus (2014) a definem como uma decisão de portfólio que evita qualquer análise de ativo direta ou indireta (sendo a análise indireta considerada como a delegação da responsabilidade das decisões a um intermediário como um gestor financeiro profissional). Os autores ainda complementam que apesar de em um primeiro momento tal estratégia aparentar ser ingênua, na verdade, as forças de oferta e demanda em mercados de capitais grandes a fazem parecer a escolha mais sensata para muitos investidores, e levantam algumas vantagens principais que a estratégia passiva tem sobre a ativa:

- a) o investimento de forma ativa possui maiores custos, seja pelo tempo gasto na análise dos ativos por conta própria, ou pelo ato de delegar a um terceiro, que irá cobrar uma taxa de administração sobre o capital;
- b) outra vantagem do investimento passivo é o que o ator chama de “*free-rider benefit*”. Tal benefício surge a partir dos diversos participantes ativos do mercado, chamados arbitadores, que corrigem de forma rápida qualquer distorção nos preços dos ativos (RABELO JUNIOR; IKEDA, 2004), tendo como resultado uma precificação justa dos ativos em grande parte do tempo. Neste caso, os investidores passivos embarcam numa “carona gratuita” nesse benefício. Vale ressaltar aqui o quanto que essa vantagem está diretamente relacionada à eficiência do mercado.

Os autores ainda observam que os investidores passivos alocam o capital de acordo com o seu grau de aversão ao risco, e por se exporem de forma genérica ao mercado, possuem como desempenho de portfólio um retorno próximo ao da SML, a Linha do Mercado de Capitais, dado o nível de risco da alocação de capital realizada.

Para um investimento passivo em ações, geralmente utiliza-se de um instrumento de investimento que replique um índice (ELTON et al., 2014), se expondo de forma genérica ao mercado. Estes instrumentos são chamados ETFs, e temos como exemplos o ETF da Vanguard que replica o S&P500 nos Estados Unidos (chamado VOO), e no caso do Brasil, têm-se o BOVA11 (que replica o Ibovespa), e o IVVB11, que replica o mesmo S&P500, porém negociado diretamente na bolsa brasileira.

Um ponto comum que tanto Bodie, Kane & Marcus (2014) quanto Elton et al. (2014) apresentam e que é válido ressaltar é que os fundos passivos de índice têm apresentado melhor performance do que muitos dos gestores ativos e ainda beneficiam, como já foi apontado, os seus investidores pelos seus menores custos. Todos estes argumentos reforçam a tese apresentada no início deste tópico, de que o investimento passivo aparenta ser o que mais faz sentido para boa parte dos investidores.

3. METODOLOGIA

O capítulo de metodologia apresenta a descrição do processo de pesquisa e do procedimento utilizado para a coleta e análise dos dados levantados no trabalho. Tal estratégia é embasada em um conjunto de diretrizes, técnicas e abordagens pré-determinadas e já conhecidas no meio científico que, por sua vez, são adaptadas de forma a se adequarem às necessidades, objetivos e natureza da presente monografia.

3.1. Descrição da metodologia científica

O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso, de natureza aplicada, abordagem quantitativa e com objetivo exploratório-descritivo, com o intuito de entender a realidade por meio da observação, interpretação e análise dos fatos apresentados (MACCARTHY et al., 2013).

Para Meirinhos e Osório (2010) o estudo de caso como estratégia de investigação é abordado por diversos autores e definido como algo bem definido ou concreto. Além disso, conforme apresenta Yin (2001), tal modalidade de estudo se mostra interessante em investigações de acontecimentos contemporâneos através da identificação de comportamentos relevantes para suas ocorrências. Tal característica compactua com o objetivo do presente trabalho, que tem por objeto de estudo o comportamento dos preços das ações no mercado de bolsa de valores no Brasil.

Cauchick-Miguel (2018) aponta que a condução de um estudo de caso em Engenharia de Produção deve ocorrer conforme as seis etapas apresentadas a seguir:

- a) Definição de uma estrutura conceitual teórica;
- b) Planejamento do estudo de caso;
- c) Instrumentos e métodos para coleta de dados;
- d) Coleta de dados;
- e) Análise dos dados;
- f) Geração do relatório de pesquisa.

No presente trabalho, a etapa de definição da estrutura conceitual teórica foi apresentada nos capítulos primeiro e segundo, por meio da apresentação, neste último, dos conceitos e das premissas da TMP e da HME, que contrastam com a alta

concentração de alguns setores na composição do índice Ibovespa, conforme apresentado na Tabela 1 ainda no capítulo primeiro. Considerando esta estruturação da problemática, foi planejado como seria possível verificar a ocorrência de ambas as teorias no mercado acionário brasileiro.

A partir da síntese da premissa apresentada pela HME de que não é possível um portfólio obter, de forma consistente ao longo dos anos, desempenho superior do que o apresentado pelo mercado, exposto ao mesmo nível de risco, e a premissa da TMP de que a diversificação por meio de ativos descorrelacionados reduz o risco do portfólio, o estudo de caso tem por objetivo questionar se o índice de mercado acionario brasileiro (Ibovespa) obedece a ambas condições.

Para tal, buscar-se-á observar o comportamento do ETF que replica este índice, o ETF BOVA11, e comparar seu nível de desempenho e risco com carteiras de no mínimo 10 ações (estas pertencentes ao IBRX50¹) simuladas e hipotéticas que obedeçam à TMP ou seja, buscando a máxima descorrelação entre os ativos, ao longo da última década completa (2011 a 2020), de forma a evitar distorções de curto prazo na análise e obedecer à restrição de pelo menos 24 dados históricos para correta utilização do Índice de Sharpe. Tal estudo irá possibilitar inferências sobre a ocorrência das premissas das teorias apresentadas acima, e de forma mais detalhada no capítulo de fundamentação teórica.

Para realização de tais análises, será necessário dispor dos valores das cotações dos ativos, variações diárias dos preços, e dividendos pagos ao longo do período a ser estudado. A obtenção dos dados históricos das cotações do BOVA11 e das ações pertencentes ao IBRX50 será realizada por meio do uso da internet, sendo extraídas do site Yahoo! Finance, plataforma que oferece as informações de preço de abertura e fechamento ajustados dos ativos por data, além do histórico de dividendos para cada ativo sob demanda, estando todos estes disponíveis a qualquer instante mediante a necessidade.

Coletados todos os dados, partir-se-á para a etapa de análise. Para a estruturação das carteiras simuladas, será feito uso do Solver, extensão do software Microsoft Excel. O Solver será o responsável por determinar as ponderações de participação de cada ativo na composição dos portfólios hipotéticos, que terão seu desempenho e risco medidos, assim como será feito para com o ETF BOVA11. Para

¹ Índice composto pelas 50 ações mais negociadas na bolsa brasileira. As ações são selecionadas por critério de liquidez e ponderadas pelo valor de mercado do free-float.

tal, será feito uso das fórmulas de cálculo de retorno dos ativos, do risco, e do Índice Sharpe como método de avaliação de desempenho dos ativos.

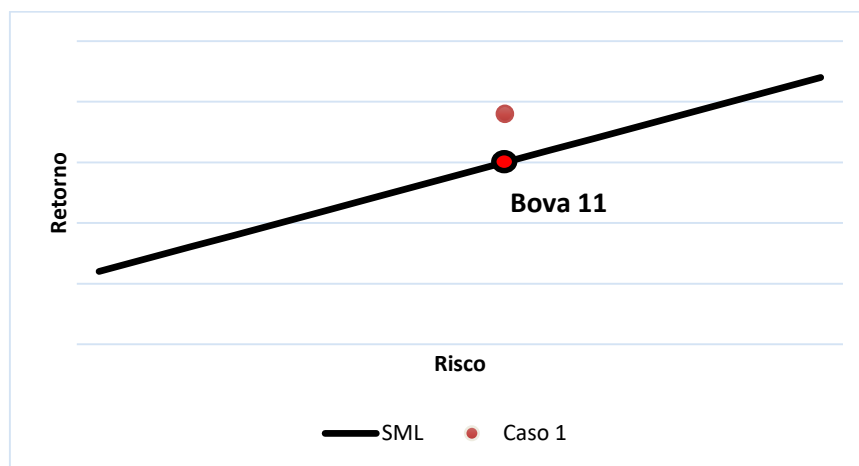
De acordo com a lógica explicada no capítulo de fundamentação teórica, o desempenho dos portfólios será calculado a partir da evolução das cotações e dos dividendos pagos pelos ativos ao longo do período, conforme Equação 1. Já o risco dos portfólios será calculado a partir dos desvios padrões apresentados pelos mesmos, seguindo o que foi apresentado na Equação 4. Por fim, também será realizada avaliação do desempenho dos portfólios com o uso do Índice Sharpe, calculado a partir da Equação 6.

Por fim, serão apresentadas observações e inferências com base nos resultados encontrados. Como expectativa destes resultados, caso se verifique a eficiência no mercado brasileiro, espera-se que não seja possível a ocorrência dos dois casos a seguir:

- a) primeiro caso: obtenção de uma carteira que obtenha desempenho superior ao ETF de forma consistente, dado o risco (volatilidade) apresentado pelo BOVA11 ao longo do tempo;
- b) segundo caso: obtenção de uma carteira que tenha risco inferior ao ETF de forma consistente, dado o desempenho (retorno) apresentado pelo BOVA11.

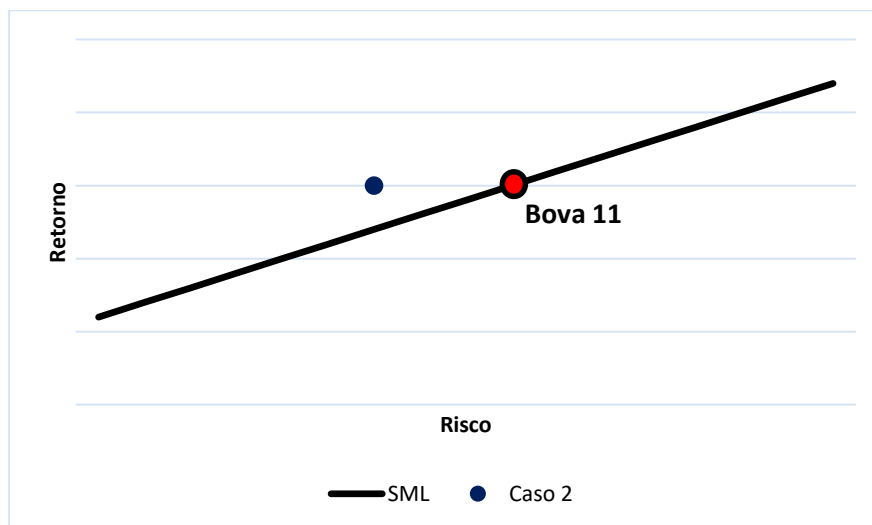
De forma visual, os dois casos podem ser observados nas Figuras 8 e 9 a seguir:

Figura 8 - Primeiro caso – Carteira de maior retorno para um mesmo risco que o BOVA11.



Fonte: Do próprio autor (2021)

Figura 9 - Segundo caso – Carteira de menor risco para um mesmo retorno que o BOVA11.



Fonte: Do próprio autor (2021)

Por outro lado, caso seja possível a ocorrência dos fatos supracitados, outros questionamentos deverão ser levantados, desde a mal configuração do BOVA11, ou até mesmo uma possível ineficiência por parte do mercado acionário brasileiro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo de resultados e discussões é o mais importante desta monografia. A seguir serão apresentados os dados do trabalho e a maneira pela qual os mesmos foram obtidos; as manipulações e tratamentos realizados nestes dados de forma a atingir os objetivos propostos nos capítulos anteriores; e por fim, apresentar-se-ão os resultados encontrados e quais reflexões e inferências podem ser feitas sobre os mesmos.

4.1. Obtenção e tratamento dos dados

Em primeira instância foram baixados, com uso da internet, todos os dados que julgou-se necessário para a análise pretendida. Os relatórios e suas respectivas fontes são apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1 - Fontes de dados para análise

Relatório/Informação	Fonte
IBRX50 – Composição do índice	Site B3 – Brasil, Bolsa, Balcão
Retornos (R\$) diários do ETF BOVA11 – período 2011 a 2020	Yahoo! Finance
Retornos (R\$) diários de cada ativo do IBRX50 – período 2011 a 2020	Yahoo! Finance
Dividendos pagos de cada ativo do IBRX50 – período 2011 a 2020	Yahoo! Finance
Retorno do ativo livre de risco no período (considerado CDI)	Portal Debit
Inflação no período (considerado IPCA)	Portal IBGE

Fonte: Do próprio autor (2021)

Em seguida, todas as informações foram consolidadas no Excel para posterior tratamento dos dados. Um pequeno demonstrativo da maneira que organizaram-se as informações apresenta-se na Tabela 6:

Tabela 6 - Exemplo do retorno diário do BOVA11 e de um ativo (em R\$)

Data	BOVA11		ABEV3 Cotação		ABEV3 Dividendo	ABEV3 Total	
03/03/2011	R\$	0,92	-R\$	0,08		-R\$	0,08
04/03/2011	R\$	0,02	-R\$	0,31	R\$ 0,11	-R\$	0,20
09/03/2011	R\$	-	R\$	-		R\$	-
10/03/2011	-R\$	2,22	R\$	-		R\$	-
11/03/2011	R\$	0,68	R\$	0,10		R\$	0,10
14/03/2011	R\$	0,47	-R\$	0,05		-R\$	0,05
15/03/2011	-R\$	0,04	-R\$	0,01		-R\$	0,01

Fonte: Do próprio autor (2021)

Sendo:

Data: a data analisada;**BOVA11:** a variação, em Reais, da cotação do ETF BOVA11 na data analisada;**ABEV3 Cotação:** a variação, em Reais, da cotação da empresa Ambev (ticker ABEV3) na data analisada;**ABEV3 Dividendo:** o retorno, em Reais, referente aos dividendos pagos pela empresa Ambev (ticker ABEV3) na data analisada, quando aplicável;**ABEV3 Total:** o retorno total, em Reais, da empresa Ambev (ticker ABEV3) na data analisada, considerando a soma do retorno da cotação somado ao retorno em dividendos;

A Tabela 6 apresenta um exemplo de como se calculou o retorno financeiro diário para cada uma das empresas listadas em bolsa estudadas neste trabalho, em que o retorno total se dá pelo somatório da variação do preço ativo com o retorno em dividendos naquela data, conforme proposto na Equação 1. Neste caso, a variação do preço do ativo “ABEV3” é encontrada na coluna “ABEV3 Cotação” e o retorno em dividendos na coluna “ABEV3 Dividendo”. A soma dos valores das duas colunas é encontrada na coluna “ABEV3 Total”, que por sua vez apresenta o retorno total do ativo naquela data.

O mesmo foi realizado para todas as empresas pertencentes ao índice IBRX50. Vale ressaltar que para o BOVA11, bastou apenas a análise dos retornos da cotação do ETF, visto que os dividendos pagos pelas empresas em que o fundo investe não são repassados diretamente aos investidores, mas são refletidas diretamente no valor da cota do fundo (uma vez que ao receber os dividendos, o fundo incorpora este montante, o que aumenta o seu valor patrimonial).

Terminada a organização dos dados, deu-se início ao tratamento dos dados para obtenção dos resultados. O primeiro tratou-se da obtenção do retorno diário, em porcentagem das ações, realizada conforme Tabela 7:

Tabela 7 - Cálculo do retorno diário dos ativos em porcentagem

Ativo		BOVA11		ABEV3		
Data	Últ. Fechamento	Retorno (\$)	Retorno (%)	Anterior	Retorno (\$)	Retorno (%)
03/03/2011	R\$ 66,53	R\$ 0,92	1,38%	R\$ 7,89	-R\$ 0,08	-1,04%
04/03/2011	R\$ 67,45	R\$ 0,02	0,03%	R\$ 7,81	-R\$ 0,20	-2,59%
09/03/2011	R\$ 67,47	R\$ -	0,00%	R\$ 7,49	R\$ -	0,00%
10/03/2011	R\$ 67,47	-R\$ 2,22	-3,29%	R\$ 7,49	R\$ -	0,00%
11/03/2011	R\$ 65,25	R\$ 0,68	1,04%	R\$ 7,49	R\$ 0,10	1,33%
14/03/2011	R\$ 65,93	R\$ 0,47	0,71%	R\$ 7,59	-R\$ 0,05	-0,66%
15/03/2011	R\$ 66,40	-R\$ 0,04	-0,06%	R\$ 7,54	-R\$ 0,01	-0,13%
03/03/2011	R\$ 66,53	R\$ 0,92	1,38%	R\$ 7,89	-R\$ 0,08	-1,04%

Fonte: Do próprio autor (2021)

Sendo:

Data: a data analisada;

Últ. Fechamento: o preço em Reais do último fechamento da cotação do ativo, sendo:

- O preço de abertura no primeiro dia do período analisado (03/01/2011);
- O preço de fechamento do dia anterior ao analisado (04/01/2011 em diante).

Retorno (\$): Retorno total do ativo no dia analisado em termos financeiros;

Retorno (%): Valor do retorno total em porcentagem do ativo no dia analisado, calculado pela divisão da coluna “Retorno c/ divid.” pelo valor da coluna “Anterior”.

Tal análise foi realizada para todos os ativos do índice IBRX50, de semelhante forma. Na sequência, calculou-se o retorno absoluto no período, em reais e em porcentagem de todos os ativos analisados. O retorno absoluto dos ativos no período é calculado pela variação entre o valor de abertura da cotação no primeiro dia e o

fechamento da cotação do ativo no último dia do período analisado (03/01/2011 a 30/12/2020). O exemplo desta análise é apresentado na Tabela 8:

Tabela 8 - Cálculo do retorno absoluto dos ativos no período

Retorno absoluto (%)	BOVA11	ABEV3	AMER3	AZUL4
Abertura 03/jan/11 (ou abertura de capital)	R\$ 69,00	R\$ 8,63	R\$ 28,30	R\$ 21,81
Fechamento 30/12/2020	R\$ 114,65	R\$ 15,65	R\$ 75,61	R\$ 39,30
Retorno absoluto (\$)	R\$ 45,65	R\$ 7,02	R\$ 47,31	R\$ 17,49
Dividendos no período	R\$ -	R\$ 5,76	R\$ 0,05	R\$ -
Retorno no período (%)	66%	148%	167%	80%

Fonte: Do próprio autor (2021)

Tendo calculado os retornos absolutos no período, a etapa seguinte do tratamento dos dados foi a obtenção das correlações entre cada um dos ativos, tomados dois a dois. Tal dado foi obtido de forma calculada, levando em consideração os retornos diários dos ativos, em porcentagem, durante todo o período. Como resultado, obteve-se uma tabela de 52 linhas por 52 colunas, da qual parte é apresentada na Tabela 9:

Tabela 9 - Exemplo de seção da Matriz de Correlação entre os ativos

Correlações	BOVA11	ABEV3	AMER3	AZUL4
BOVA11	1	0,52	0,43	0,68
ABEV3	0,52	1	0,21	0,47
AMER3	0,43	0,21	1	0,35
AZUL4	0,68	0,47	0,35	1

Fonte: Do próprio autor (2021)

Na sequência, tomando como base também os retornos em porcentagem dos ativos, calculou-se o risco de cada um deles, medido pelo desvio padrão dos retornos, representando assim a volatilidade que os retornos dos ativos apresentaram no período. Em seguida, com os desvios padrões calculados, foi possível também calcular a variância de cada ativo, que é resultado dos desvios padrões elevados ao

quadrado, e por fim, a covariância dos ativos tomados dois a dois, de semelhante forma ao que foi feito com as correlações.

4.2. Estruturação das carteiras hipotéticas

Tendo os dados devidamente organizados e tratados, o passo seguinte foi a definição das carteiras hipotéticas para serem comparadas com o desempenho do ETF BOVA11 no período a ser analisado.

De início, o desempenho do ETF referência, o retorno do ativo livre de risco da economia e a inflação do período puderam já ser definidos, e apresentam-se na Tabela 10:

Tabela 10 - Informações base para comparação com desempenho das carteiras

Ativo	Resultado (Aumento do Capital)	Desv. Pad. (Risco)	Variância	Índice de Sharpe
BOVA11	166%	0,0162	0,0002614	-44,67
CDI	238%			
Inflação	-55%			

Fonte: Do próprio autor

Sendo, para a coluna “Resultado”:

- **BOVA11:** O resultado indica que, ao final do período, o investidor teria 166% do seu capital investido. Ou seja, multiplicação do capital em 1,66x. Para um investimento inicial de R\$ 1000,00, o capital final seria de R\$ 1660,00.
- **CDI:** O resultado indica que, ao final do período, o investidor teria 238% do capital investido. Ou seja, multiplicação do capital em 2,38x. Para um investimento inicial de R\$ 1000,00, o capital final seria de R\$ 2380,00.
- **Inflação:** O resultado indica quanto o dinheiro perderia seu valor de compra. Considerando um capital inicial de R\$1000,00 a uma inflação de 55%, o investidor teria ao final do período, poder de compra equivalente a R\$ 450,00.

Para a definição das carteiras, conforme descrito no capítulo de metodologia, utilizou-se a extensão “Solver” do Excel para que de acordo com cada perfil de portfólio que fosse objetivado a encontrar, e dadas as restrições que abaixo serão

apresentadas, pudesse ser determinada a composição acionária de cada um deles.

Como estruturação da ferramenta no Excel, foi criada uma tabela, que tem parte apresentada conforme Figura 10, a mérito de exemplificação:

Figura 10 - Exemplo de base para uso do Solver no Excel

Ativo	DP	Variância	Retorno	% da carteira	Retorno na carteira	Variância na carteira	Variância na carteira	Variância total na carteira	Variância total da carteira
ABEV3	0,0165692	0,0002745	148%	0,00	0	0	0	0	0
AMER3	0,0383222	0,0014686	167%	0,00	0	0	0	0	Risco da Carteira
AZUL4	0,0417947	0,0017468	80%	0,00	0	0	0	0	0
B3SA3	0,0267448	0,0007153	73%	0,00	0	0	0	0	Resultado da Carteira (%)
BBAS3	0,0271693	0,0007382	78%	0,00	0	0	0	0	0%
BBDC4	0,0220456	0,0004860	126%	0,00	0	0	0	0	Índice de Sharpe
BBSE3	0,0198992	0,0003960	166%	0,00	0	0	0	0	0
BPAC11	0,0325428	0,0010590	442%	0,00	0	0	0	0	
BRDT3	0,0301192	0,0009072	17%	0,00	0	0	0	0	
BRFS3	0,0223990	0,0005017	-3%	0,00	0	0	0	0	
BRML3	0,0247833	0,0006142	6%	0,00	0	0	0	0	
CIEL3	0,0245921	0,0006048	42%	0,00	0	0	0	0	
CMIG4	0,0269706	0,0007274	78%	0,00	0	0	0	0	
COGN3	0,0311676	0,0009714	138%	0,00	0	0	0	0	
CSAN3	0,0220538	0,0004864	244%	0,00	0	0	0	0	
CSNA3	0,0364289	0,0013271	38%	0,00	0	0	0	0	
CYRE3	0,0269847	0,0007282	65%	0,00	0	0	0	0	
ELET3	0,0345749	0,0011954	99%	0,00	0	0	0	0	
EMBR3	0,0249199	0,0006210	-13%	0,00	0	0	0	0	
EQTL3	0,0172328	0,0002970	992%	0,00	0	0	0	0	
GGBR4	0,0286512	0,0008209	16%	0,00	0	0	0	0	
GNDI3	0,0290573	0,0008443	333%	0,00	0	0	0	0	
GOAU4	0,0312466	0,0009764	-51%	0,00	0	0	0	0	
GOLL4	0,0451083	0,0020348	-2%	0,00	0	0	0	0	

Fonte: Do próprio autor (2021)

No Excel, esta tabela completa contempla as informações de retorno, desvio padrão e variância de todos os ativos do IBRX50. A partir dela, indica-se ao software qual o objetivo da carteira em específico e quais são as restrições a se considerar na estruturação da mesma.

Conforme apresentado no capítulo de metodologia, as carteiras deveriam ter um mínimo de 10 ações em sua composição. Tal restrição foi determinada para aproximar-se da condição vista anteriormente de que o aumento de ativos no portfólio até certa quantidade contribui significativamente para redução do risco (vide Figuras 4 e 5). Além disso, é pouco provável que um investidor mantenha uma elevada concentração de seu capital em um único ativo. Sendo assim, esta restrição também contribui para uma carteira não somente hipotética, mas também mais provável de ser mantida em uma situação real.

4.2.1. Carteira 1 – Objetivo: Máximo Retorno

Para a primeira carteira, objetivou-se maximizar o retorno, sem levar em consideração o risco total da carteira. A configuração do Solver, no que tange ao objetivo e às restrições é apresentada na Figura 11:

Figura 11 - Exemplo de configuração do Solver para carteira de maximização do retorno

Fonte: Do próprio autor (2021)

Após o processamento das informações, o Solver apresentou como solução a configuração de carteira apresentada na Tabela 11:

Tabela 11 - Solução proposta pelo Solver para maximização do resultado da carteira

Carteira 1	Objetivo:	Máximo Retorno			
Ativo	% da carteira	Retorno na carteira	Variância total na carteira	Risco	Resultado - Carteira
EQTL3	10%	99%	3,13E-05	0,00559	Variância total
GNDI3	10%	33%	7,44E-05	0,00862	0,000303
ITUB4	10%	25%	3,47E-05	0,00588	Risco
LREN3	10%	41%	3,54E-05	0,00595	0,0174
MGLU3	10%	487%	3,90E-05	0,00625	Resultado (%)
PRI03	10%	309%	4,88E-05	0,00698	232%
RADL3	10%	85%	1,17E-05	0,00342	Índice de Sharpe
RENT3	10%	84%	1,42E-05	0,00377	-3,4
SBSP3	10%	48%	9,17E-06	0,00302	
WEGE3	10%	111%	3,90E-06	0,00197	

Fonte: Do próprio autor (2021)

Sendo:

Ativo: os ativos selecionados para composição da carteira;

% da carteira: qual o peso do ativo na carteira;

Retorno na carteira: qual o retorno no capital investido no ativo em específico.

Variância total na carteira: qual a variância de cada ativo em específico na carteira;

Risco: risco específico do ativo na carteira.

Resultado - Carteira: Apresenta as informações de desempenho global da carteira estruturada como um todo: Variância, Risco, Resultado e o Índice de Sharpe.

A análise da primeira carteira, que objetivava maximizar o retorno no capital investido, sem considerar o risco, mostra que o capital seria multiplicado por 2,32x, e o risco desta carteira seria de 0,0174, o que representa o desvio padrão que esta carteira apresentaria em seus resultados. Estes resultados serão posteriormente comparados com os das demais carteiras.

Também foram analisadas as correlações entre os ativos escolhidos para a carteira 1. É possível observar que a maior parte das correlações são mais próximas de 0 (não possuem correlação) do que próximas de 1 (possuem correlação forte e positiva), o que indica estar de acordo com o proposto pela Teoria Moderna do Portfólio, que reforça a importância de que ativos descorrelacionados melhoram o desempenho da carteira. Estas correlações são apresentadas na Tabela 12:

Tabela 12 - Matriz de correlação entre os ativos selecionados para a carteira 1

Ativo	EQTL3	GNDI3	ITUB4	LREN3	MGLU3	PRI03	RADL3	RENT3	SBSP3	WEGE3
EQTL3	1,000	0,447	0,405	0,390	0,232	0,223	0,234	0,377	0,368	0,283
GNDI3	0,447	1,000	0,421	0,491	0,512	0,456	0,360	0,511	0,371	0,445
ITUB4	0,405	0,421	1,000	0,542	0,304	0,281	0,309	0,476	0,423	0,345
LREN3	0,390	0,491	0,542	1,000	0,352	0,288	0,342	0,551	0,372	0,338
MGLU3	0,232	0,512	0,304	0,352	1,000	0,170	0,193	0,305	0,257	0,255
PRI03	0,223	0,456	0,281	0,288	0,170	1,000	0,138	0,307	0,222	0,218
RADL3	0,234	0,360	0,309	0,342	0,193	0,138	1,000	0,289	0,201	0,294
RENT3	0,377	0,511	0,476	0,551	0,305	0,307	0,289	1,000	0,358	0,341
SBSP3	0,368	0,371	0,423	0,372	0,257	0,222	0,201	0,358	1,000	0,242
WEGE3	0,283	0,445	0,345	0,338	0,255	0,218	0,294	0,341	0,242	1,000

Fonte: Do próprio autor (2021)

4.2.2. Carteira 2 – Mínimo Risco

A segunda carteira, por sua vez, ao contrário do portfólio anterior visava obter o menor risco, sem levar em conta o retorno. As restrições consideradas para esta carteira foram:

- Peso dos ativos menor ou igual a 10%;
- Soma dos pesos dos ativos = 100%.

O portfólio proposto, para este objetivo foi o que se apresenta na Tabela 13:

Tabela 13 - Solução proposta pelo Solver para carteira de minimização do risco da carteira

Carteira 2	Objetivo:	Mínimo Risco			
Ativo	% da carteira	Retorno na carteira	Variância total na carteira	Risco	Resultado - Carteira
ABEV3	10,00%	14,80%	2,24E-05	0,00474	Variância total 0,0001450
BBSE3	9,22%	15,28%	2,29E-05	0,00479	
BRFS3	5,81%	-0,20%	1,34E-05	0,00366	Risco 0,0120
CIEL3	2,65%	1,10%	5,68E-06	0,00238	
CSAN3	0,81%	1,97%	1,74E-06	0,00132	Resultado (%) 136%
EMBR3	6,21%	-0,80%	1,22E-05	0,00349	
EQTL3	10,00%	99,23%	1,34E-05	0,00366	Índice de Sharpe -84,5
ITSA4	1,92%	2,36%	2,88E-06	0,00170	
ITUB4	1,39%	3,51%	1,87E-06	0,00137	
JBSS3	0,37%	0,91%	5,85E-07	0,00076	
KLBN11	10,00%	15,89%	1,53E-05	0,00391	
MULT3	2,57%	2,99%	2,97E-06	0,00172	
RADL3	10,00%	85,32%	1,02E-05	0,00319	
SBSP3	1,02%	4,94%	8,94E-07	0,00095	
SUZB3	4,87%	9,14%	4,89E-06	0,00221	
TOTS3	9,72%	17,68%	8,20E-06	0,00286	
VALE3	2,96%	2,47%	1,40E-06	0,00118	
VVAR3	0,49%	1,16%	1,90E-07	0,00044	
WEGE3	10,00%	110,70%	3,91E-06	0,00198	

Fonte: Do próprio autor (2021)

Neste segundo portfólio observa-se que de fato foi encontrado um menor risco, mas que como se era esperado, traz consigo um menor retorno no capital. Enquanto a carteira 1 apresentou resultado de 232%, com risco maior, esta teve retorno de 136% dado que incorria um risco menor. Estas indicações concordam com a oposição de risco e retorno apresentada no capítulo de Fundamentação Teórica do presente trabalho. A matriz de correlação dos ativos desta carteira apresenta-se na Tabela 14:

Tabela 14 - Matriz de correlação dos ativos selecionados para carteira de menor risco

Ativo	ABEV3	BBSE3	BRFS3	CIEL3	CSAN3	EMBR3	EQTL3	ITSA4	ITUB4	JBSS3	KLBN11	MULT3	RADL3	SBSP3	SUZB3	TOTS3	VALE3	VVAR3
ABEV3	1,00	0,39	0,34	0,33	0,37	0,30	0,31	0,44	0,44	0,24	0,29	0,38	0,28	0,32	0,14	0,26	0,26	0,13
BBSE3	0,39	1,00	0,30	0,40	0,43	0,24	0,43	0,60	0,59	0,24	0,18	0,48	0,30	0,36	0,00	0,33	0,27	0,19
BRFS3	0,34	0,30	1,00	0,23	0,33	0,28	0,23	0,35	0,34	0,37	0,29	0,34	0,22	0,26	0,21	0,28	0,25	0,16
CIEL3	0,33	0,40	0,23	1,00	0,35	0,25	0,31	0,38	0,38	0,20	0,17	0,34	0,24	0,32	0,08	0,31	0,23	0,17
CSAN3	0,37	0,43	0,33	0,35	1,00	0,28	0,37	0,51	0,49	0,31	0,23	0,44	0,29	0,37	0,15	0,30	0,33	0,20
EMBR3	0,30	0,24	0,28	0,25	0,28	1,00	0,22	0,33	0,34	0,17	0,26	0,31	0,14	0,26	0,15	0,21	0,27	0,15
EQTL3	0,31	0,43	0,23	0,31	0,37	0,22	1,00	0,42	0,41	0,21	0,24	0,40	0,23	0,37	0,07	0,27	0,22	0,17
ITSA4	0,44	0,60	0,35	0,38	0,51	0,33	0,42	1,00	0,92	0,33	0,22	0,52	0,32	0,44	0,04	0,30	0,37	0,18
ITUB4	0,44	0,59	0,34	0,38	0,49	0,34	0,41	0,92	1,00	0,31	0,22	0,52	0,31	0,42	0,03	0,28	0,38	0,17
JBSS3	0,24	0,24	0,37	0,20	0,31	0,17	0,21	0,33	0,31	1,00	0,24	0,27	0,18	0,24	0,25	0,19	0,23	0,11
KLBN11	0,29	0,18	0,29	0,17	0,23	0,26	0,24	0,22	0,22	0,24	1,00	0,22	0,19	0,18	0,58	0,20	0,25	0,15
MULT3	0,38	0,48	0,34	0,34	0,44	0,31	0,40	0,52	0,52	0,27	0,22	1,00	0,29	0,37	0,06	0,34	0,26	0,20
RADL3	0,28	0,30	0,22	0,24	0,29	0,14	0,23	0,32	0,31	0,18	0,19	0,29	1,00	0,20	0,09	0,24	0,15	0,14
SBSP3	0,32	0,36	0,26	0,32	0,37	0,26	0,37	0,44	0,42	0,24	0,18	0,37	0,20	1,00	0,09	0,30	0,27	0,18
SUZB3	0,14	0,00	0,21	0,08	0,15	0,15	0,07	0,04	0,03	0,25	0,58	0,06	0,09	0,09	1,00	0,09	0,23	0,16
TOTS3	0,26	0,33	0,28	0,31	0,30	0,21	0,27	0,30	0,28	0,19	0,20	0,34	0,24	0,30	0,09	1,00	0,22	0,15
VALE3	0,26	0,27	0,25	0,23	0,33	0,27	0,22	0,37	0,38	0,23	0,25	0,26	0,15	0,27	0,23	0,22	1,00	0,15
VVAR3	0,13	0,19	0,16	0,17	0,20	0,15	0,17	0,18	0,17	0,11	0,15	0,20	0,14	0,18	0,16	0,15	0,15	1,00

Fonte: Do próprio autor (2021)

Nesta segunda carteira, analisar as correlações se faz mais interessante do que o próprio resultado de retorno do portfólio. Isso porque aqui o principal objetivo é minimizar o risco, sem considerar retorno. A observação das correlações mostra que ativos com correlação ainda mais próximas de zero, foram escolhidas, do que no portfólio anterior. Destaque para o ativo SUZB3 que tem correlação 0,03 com o ativo ITUB4, o que indica que os ativos são praticamente independentes de si, ou seja, a

variação da cotação do primeiro praticamente independe do que ocorre com a precificação do segundo ativo. Mais uma vez, revisitamos a TMP e vemos que, de fato, ativos descorrelacionados contribuem para a diminuição do risco da carteira.

4.2.3. Carteira 3 – Máximo Retorno dado risco igual ao do mercado

A terceira carteira tem por objetivo obter o maior retorno de portfólio, dado que seu risco seja igual ao do ETF referência BOVA11. Para este caso, as restrições consideradas foram:

- Peso dos ativos menor ou igual a 10%;
- Soma dos pesos dos ativos = 100%;
- Risco da carteira = Risco do BOVA11.

O portfólio obtido pelo Solver é apresentado na Tabela 15:

Tabela 15 - Solução proposta pelo Solver para carteira de mesmo risco do BOVA11

Carteira 3	Objetivo:	Máximo retorno para um risco igual ao do mercado			
Ativo	% da carteira	Retorno na carteira	Variância total na carteira	Risco	Resultado - Carteira
BPAC11	4,31%	19,05%	3,12E-05	0,00558	Variância total
EQTL3	10,00%	99,23%	2,60E-05	0,00510	0,000262
ITUB4	6,09%	15,42%	2,08E-05	0,00456	Risco
JBSS3	1,41%	3,46%	4,73E-06	0,00217	0,0162
KLBN11	1,94%	3,09%	4,10E-06	0,00203	Resultado (%)
LREN3	10,00%	41,04%	3,59E-05	0,00599	208%
MGLU3	10,00%	487,13%	4,11E-05	0,00641	Índice de Sharpe
PRI03	10,00%	309,09%	5,15E-05	0,00718	-18,66
RADL3	10,00%	85,32%	1,24E-05	0,00353	
RENT3	10,00%	83,89%	1,49E-05	0,00387	
SBSP3	10,00%	48,28%	1,03E-05	0,00321	
SUZB3	6,24%	11,71%	5,38E-06	0,00232	
WEGE3	10,00%	110,70%	3,91E-06	0,00198	

Fonte: Do próprio autor (2021)

A análise do desempenho da carteira 3 indica uma performance melhor que a carteira 2, porém, pior que a carteira 1, como se era de esperar. No entanto, uma

análise mais detalhada deste 3º portfólio só fará sentido mais adiante, comparando-se com o portfólio 4 e com o próprio BOVA11, já que o ETF que replica o Ibovespa é uma referência e premissa na estruturação dessa carteira. Para a carteira 3, os ativos escolhidos apresentam as correlações apresentadas na Tabela 16:

Tabela 16 - Matriz de correlação dos ativos selecionados para carteira de mesmo risco do mercado

Ativo	BPAC11	EQTL3	ITUB4	JBSS3	KLBN11	LREN3	MGLU3	PRIQ3	RADL3	RENT3	SBSP3	SUZB3	WEGE3
BPAC11	1,00	0,46	0,53	0,27	0,23	0,47	0,40	0,39	0,23	0,49	0,40	0,10	0,35
EQTL3	0,46	1,00	0,41	0,21	0,24	0,39	0,23	0,22	0,23	0,38	0,37	0,07	0,28
ITUB4	0,53	0,41	1,00	0,31	0,22	0,54	0,30	0,28	0,31	0,48	0,42	0,03	0,35
JBSS3	0,27	0,21	0,31	1,00	0,24	0,31	0,22	0,17	0,18	0,27	0,24	0,25	0,22
KLBN11	0,23	0,24	0,22	0,24	1,00	0,20	0,16	0,15	0,19	0,19	0,18	0,58	0,36
LREN3	0,47	0,39	0,54	0,31	0,20	1,00	0,35	0,29	0,34	0,55	0,37	0,05	0,34
MGLU3	0,40	0,23	0,30	0,22	0,16	0,35	1,00	0,17	0,19	0,31	0,26	0,16	0,26
PRIQ3	0,39	0,22	0,28	0,17	0,15	0,29	0,17	1,00	0,14	0,31	0,22	0,15	0,22
RADL3	0,23	0,23	0,31	0,18	0,19	0,34	0,19	0,14	1,00	0,29	0,20	0,09	0,29
RENT3	0,49	0,38	0,48	0,27	0,19	0,55	0,31	0,31	0,29	1,00	0,36	0,05	0,34
SBSP3	0,40	0,37	0,42	0,24	0,18	0,37	0,26	0,22	0,20	0,36	1,00	0,09	0,24
SUZB3	0,38	0,48	0,34	0,34	0,44	0,31	0,40	0,52	0,52	0,27	0,22	1,00	0,29
WEGE3	0,28	0,30	0,22	0,24	0,29	0,14	0,23	0,32	0,31	0,18	0,19	0,29	1,00

Fonte: Do próprio autor (2021)

Neste portfólio, por ter risco maior que a carteira 2, não se vê a concentração tão grande em ativos de baixa correlação, visto que dado o risco pré-estabelecido, objetivou-se maximizar o retorno. Por esta razão, os ativos possuem uma maior correlação positiva entre si.

4.2.4. Carteira 4 – Mínimo risco dado retorno igual ao do mercado

Por fim, a quarta e última carteira proposta neste trabalho visa encontrar qual o menor risco em uma carteira que obtenha mesmo retorno que o apresentado pelo mercado. Para este caso, foi retirada a restrição de peso dos ativos, por se tratar de um objetivo mais específico. As restrições para este caso foram:

- Peso individual dos ativos maior ou igual a zero;

- Soma dos pesos individuais dos ativos = 100%;
- Retorno da carteira igual ao retorno do mercado.

O resultado encontrado e o portfólio proposto é apresentado na Tabela 17:

Tabela 17 - Solução proposta pelo solver para carteira de mesmo retorno que o BOVA11

Carteira 4	Objetivo:	Mínimo risco para um retorno igual ao do mercado			
Ativo	% da carteira	Retorno na carteira	Variância total na carteira	Risco	Resultado - Carteira
ABEV3	20,52%	30,38%	4,48E-05	0,00669	Variância total
BBSE3	5,66%	9,38%	1,14E-05	0,00338	0,000137
BRFS3	4,08%	-0,14%	7,78E-06	0,00279	Risco
CIEL3	1,05%	0,44%	1,92E-06	0,00139	0,01169
EMBR3	4,77%	-0,62%	8,02E-06	0,00283	Resultado (%)
EQTL3	19,38%	192,27%	2,60E-05	0,00510	166%
ITSA4	0,00%	0,00%	1,01E-10	0,00001	Índice de Sharpe
KLBN11	12,06%	19,17%	1,53E-05	0,00391	-61,79
MULT3	0,01%	0,01%	5,11E-09	0,00007	
RADL3	12,92%	110,20%	1,23E-05	0,00350	
SUZB3	2,91%	5,46%	1,92E-06	0,00139	
TOTS3	7,68%	13,98%	4,78E-06	0,00219	
VALE3	2,37%	1,98%	8,00E-07	0,00089	
VVAR3	0,44%	1,06%	1,18E-07	0,00034	
WEGE3	6,15%	68,04%	1,48E-06	0,00122	

Fonte: Do próprio autor (2021)

O resultado objetivado com este portfólio de igualar o retorno do BOVA11 foi atingido, com o interessante ponto de que para tal resultado, o risco da carteira foi menor que o do índice. Vale observar que, mesmo sendo retirada a restrição dos pesos mínimos dos ativos em carteira, o Solver ainda encontrou um portfólio com mais de 10 ativos, portanto a premissa proposta inicialmente de obter carteiras com mínimo de uma dezena de ativos também foi atendida. De semelhante forma ao que foi apresentado nas demais carteiras, por fim apresenta-se as correlações da carteira 4 na Tabela 18:

Tabela 18 - Matriz de correlação dos ativos selecionados para carteira de retorno igual ao do BOVA11

Ativo	ABEV3	BBSE3	BRFS3	CIEL3	EMBR3	EQTL3	ITSA4	KLBN11	MULT3	RADL3	SUZB3	TOTS3	VALE3	VVAR3	WEGE3
ABEV3	1,00	0,39	0,34	0,33	0,30	0,31	0,44	0,29	0,38	0,28	0,14	0,26	0,26	0,13	0,34
BBSE3	0,39	1,00	0,30	0,40	0,24	0,43	0,60	0,18	0,48	0,30	0,00	0,33	0,27	0,19	0,34
BRFS3	0,34	0,30	1,00	0,23	0,28	0,23	0,35	0,29	0,34	0,22	0,21	0,28	0,25	0,16	0,29
CIEL3	0,33	0,40	0,23	1,00	0,25	0,31	0,38	0,17	0,34	0,24	0,08	0,31	0,23	0,17	0,29
EMBR3	0,30	0,24	0,28	0,25	1,00	0,22	0,33	0,26	0,31	0,14	0,15	0,21	0,27	0,15	0,25
EQTL3	0,31	0,43	0,23	0,31	0,22	1,00	0,42	0,24	0,40	0,23	0,07	0,27	0,22	0,17	0,28
ITSA4	0,44	0,60	0,35	0,38	0,33	0,42	1,00	0,22	0,52	0,32	0,04	0,30	0,37	0,18	0,36
KLBN11	0,29	0,18	0,29	0,17	0,26	0,24	0,22	1,00	0,22	0,19	0,58	0,20	0,25	0,15	0,36
MULT3	0,38	0,48	0,34	0,34	0,31	0,40	0,52	0,22	1,00	0,29	0,06	0,34	0,26	0,20	0,32
RADL3	0,28	0,30	0,22	0,24	0,14	0,23	0,32	0,19	0,29	1,00	0,09	0,24	0,15	0,14	0,29
SUZB3	0,14	0,00	0,21	0,08	0,15	0,07	0,04	0,58	0,06	0,09	1,00	0,09	0,23	0,16	0,19
TOTS3	0,26	0,33	0,28	0,31	0,21	0,27	0,30	0,20	0,34	0,24	0,09	1,00	0,22	0,15	0,30
VALE3	0,26	0,27	0,25	0,23	0,27	0,22	0,37	0,25	0,26	0,15	0,23	0,22	1,00	0,15	0,22
VVAR3	0,13	0,19	0,16	0,17	0,15	0,17	0,18	0,15	0,20	0,14	0,16	0,15	0,15	1,00	0,18
WEGE3	0,34	0,34	0,29	0,29	0,25	0,28	0,36	0,36	0,32	0,29	0,19	0,30	0,22	0,18	1,00

Fonte: Do próprio autor (2021)

Nesta situação, ao contrário do que foi objetivado no portfólio 3, busca-se reduzir o risco para um determinado retorno. Por esta razão, observa-se uma maior concentração de ativos descorrelacionados do que na matriz de correlações anterior. É interessante notar que as correlações entre os ativos estava de fato, diretamente ligada ao risco do portfólio: para aqueles que se objetivou minimizar risco, foi encontrada maior concentração de ativos de baixa correlação. Mais uma vez, a TMP de Marowitz indicou estar correta.

4.3. Análise das carteiras e resultados obtidos

Ao compilar os resultados obtidos das carteiras calculadas em um quadro resumido, obtém-se o mesmo conforme Tabela 19:

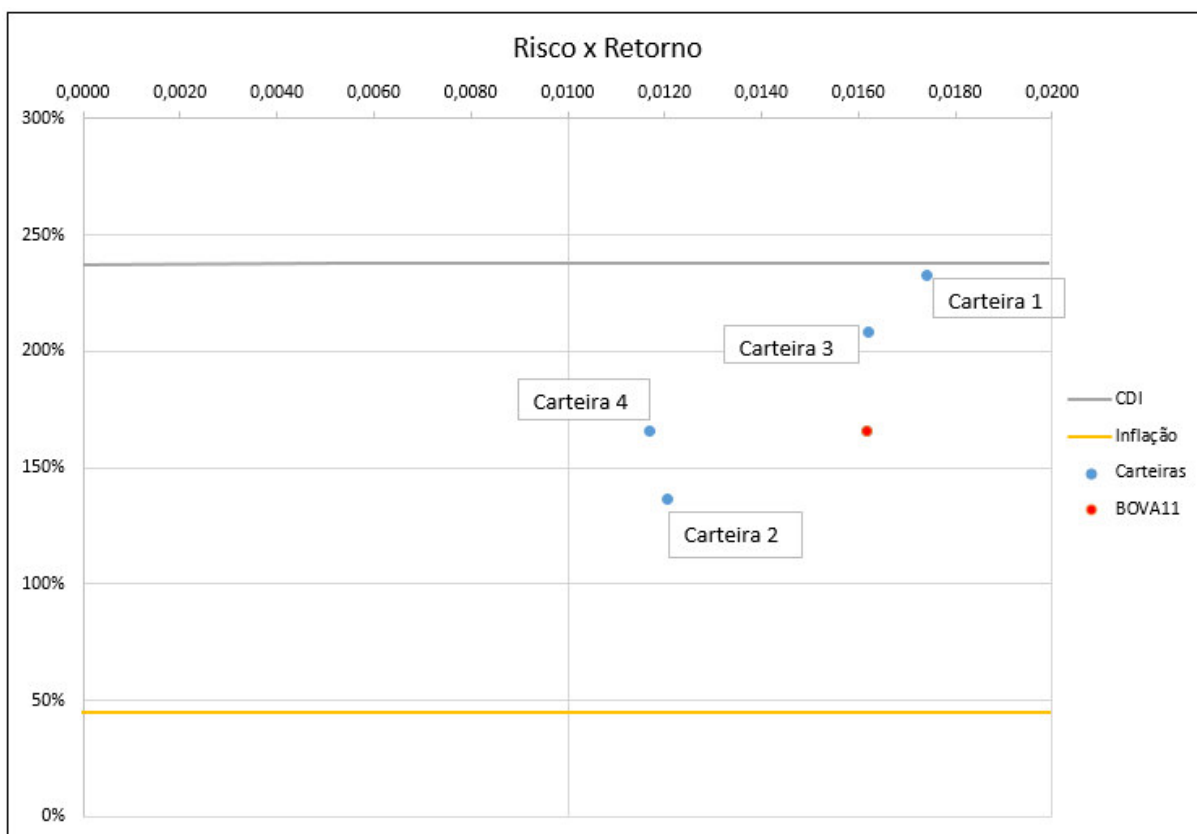
Tabela 19 - Resumo dos dados de cada carteira e das bases para comparação

Carteira	Objetivo	Resultado	Risco	Sharpe	Retorno / BOVA	Risco / BOVA	vs. CDI	vs Inflação
Carteira 1	Máximo Retorno	232,33%	0,0174	-3,38	1,40	1,08	0,98	-4,22
Carteira 2	Mínimo Risco	136,45%	0,0120	-84,50	0,82	0,74	0,57	-2,48
Carteira 3	Risco do IBOV	208,00%	0,0162	-18,66	1,25	1,00	0,87	-3,78
Carteira 4	Retorno do IBOV	166,00%	0,0117	-61,79	1,00	0,72	0,70	-3,02
BOVA11	Replicar o IBOV	166,00%	0,0162	-44,67	1,00	1,00	0,70	-3,02
CDI	Ativo livre de risco	238%						
Inflação	Perda poder de compra do dinheiro	-55%						

Fonte: Do próprio autor (2021)

Para uma análise visual, com os dados do quadro acima, considerando risco e retorno é possível obter o seguinte gráfico:

Figura 12 - Gráfico Risco x Retorno dos portfólios



Fonte: Do próprio autor (2021)

4.3.1. Carteira 1 e Carteira 2 vs BOVA11

As carteiras de máximo retorno e mínimo risco, quando comparadas ao retorno do índice replicado pelo BOVA11, apresentam comportamento de acordo com o esperado, no que diz respeito à uma análise fria de risco e retorno. Afinal, a carteira 1 apresenta retorno maior que o BOVA11, porém, também apresenta um risco maior que o ETF. Já a carteira 2, por sua vez, apresenta um retorno menor que o ETF, associado também ao menor risco assumido.

Com relação a estas carteiras, vale a seguinte observação:

- **A relação risco-retorno se mostra não-linear e assimétrica:** o risco do BOVA11 é apenas 8% menor que o da carteira 1. Porém, a mesma carteira 1 apresenta um resultado 40% maior que o retorno do fundo. Ou seja, o investidor que aceita um maior risco da carteira, para este caso, é recompensado com um retorno muito maior para seu capital, para apenas um pequeno incremento de risco ao qual é submetido o seu capital. Da mesma maneira, para a carteira 2, o risco total foi 26% menor que o risco do mercado, enquanto que o retorno foi apenas 18% menor. Não é aplicável a estes casos a definição de uma regra, ou muito menos objetivo deste trabalho determinar se é certo ou se é melhor investir na carteira 1 ou carteira 2 ao invés do que o índice, pois a tolerância ao risco é muito particular de cada investidor, sendo que é este o responsável por ponderar o quanto de risco deseja-se assumir. O fato é que para estes dois portfólios, o fato de assumir maior risco, retribuiu o investidor com maior retorno, enquanto que para menor risco, menor retorno.

4.3.2. Carteiras 3 e 4 vs BOVA11

A terceira e quarta carteiras propostas objetivam-se a verificar o principal questionamento proposto por este trabalho: afinal, é possível vencer o mercado? Neste caso, “vencer o mercado” deve ser entendido como a possibilidade de uma das duas condições a seguir serem atendidas:

- a) Obter portfólio com risco menor que o risco do mercado, sob condição de um mesmo retorno obtido no período.
- b) Obter portfólio com retorno acima do retorno do mercado, sob condição de mesmo risco assumido.

De fato, a análise do gráfico apresentado na Figura 12 mostra que as carteiras 3 e 4 foram capazes de satisfazer exatamente as proposições “a” e “b” acima descritas, respectivamente. Tal fato mostra uma inconsistência no que propõe a consequência da Hipótese dos Mercados Eficientes, que infere que para um mesmo nível de risco, não seria possível obter um retorno maior que o do mercado.

Vale ressaltar que, todas as carteiras propostas foram obtidas com auxílio de softwares, considerando uma série de restrições, e tendo conhecidos todos os retornos da última década. É muito pouco provável que um investidor seria capaz de selecionar exatamente os ativos e suas proporções, de modo a estruturar um portfólio ideal que lhe atribuísse o melhor retorno para o menor risco ao qual desejasse expor seu capital. O interessante é que o presente estudo provou com significância estatística que, ao menos na última década, seria de fato possível vencer o mercado com consistência.

4.4. Outras inferências e observações

Além das observações realizadas anteriormente sobre as carteiras, outras inferências podem ser feitas a partir da análise dos dados obtidos:

- **Nenhum ativo analisado, individualmente, apresentou risco menor que o risco de mercado no período.**

Tal observação reforça a ideia de que a diversificação de fato reduz o risco do portfólio, e para reduzir o risco de grandes perdas de capital, é interessante manter mais de um ativo na carteira.

- **De maneira geral, o investimento em bolsa de valores, na média, não se mostrou uma boa opção ao longo da última década, dadas as restrições propostas neste trabalho.**

Além do resultado do ETF BOVA11, nenhuma das carteiras propostas foi capaz de superar o resultado do CDI, ativo livre de risco. Nenhum

investidor estaria satisfeito caso seu portfólio apresentasse retorno menor do que o ativo mais seguro da economia, ainda mais expondo seu capital a determinado risco. E, dadas as condições e restrições propostas neste trabalho, foi justamente isso o que ocorreu nas carteiras que foram apresentadas acima. Certamente, seria possível obter retorno melhor que o CDI, visto que analisando os ativos individualmente, 30% deles tiveram retorno maior do que o mesmo. Porém, seriam exigidas restrições de quantidade e peso dos ativos em carteira diferentes das que aqui foram utilizadas.

Vale ressaltar que tal resultado expressivo do CDI é fruto de uma década de fortes recessões da economia nacional e da elevada inflação quase que estrutural do Brasil (fatores que sustentaram as taxas de juros em patamares altos, acima de 2 dígitos), e também pela derrocada da bolsa em 2020, em decorrência da pandemia do COVID-19.

- **Apesar de todos os ativos individuais apresentarem risco maior que o risco de mercado, nem todos performaram melhor que o índice.**

Das 50 ações estudadas neste trabalho, 31 apresentaram retorno menor que o mercado, cerca de 59,6%. Isto também reforça a importância da diversificação, pois mostra que investir em somente 1 ativo dos estudados mostraria-se uma escolha ruim de investimento em 60% dos casos, já que estaria-se obtendo retorno menor, para um risco assumido maior. Tal como indica a TMP, diversificar reduz o risco do portfólio e incrementa o potencial de resultados.

- **Um maior risco atribui também maior probabilidade de resultados do investimento.**

Complementando ao que se observou no tópico anterior, e conforme o que foi previamente apresentado na Figura 2, os maiores riscos associados aos ativos de maneira individual, refletiram um maior intervalo possível de resultados, isso porque as ações performaram de formas distintas no períodos, mesmo com riscos semelhantes, tal como da seguinte forma exemplificada na Tabela 20:

Tabela 20 - Exemplos do intervalo de retornos possíveis para riscos semelhantes

Ativo	Risco	Retorno
EMBR3	0,0249	-13%
GOAU4	0,0312	-51%
MGLU3	0,0376	4871%
PRI03	0,0506	3091%
USIM5	0,0372	-22%

Fonte: Do próprio autor (2021)

Enquanto os ativos USIM5 e MGLU3 apresentam riscos muito parecidos, o primeiro obteve resultado negativo no período, enquanto o segundo foi o ativo de melhor performance da década. Além deste exemplo, EMBR3 é o ativo de menor risco na lista, e mesmo assim obteve retorno negativo no período. Por esta razão, mais do que observar somente os números, reforça-se a ideia de que é importante entender qual o modelo de negócios da empresa, como ela se posiciona no mercado em que atua e também a macroeconomia à qual está inserida.

- **No longo prazo, é menos provável que o investidor perca dinheiro, se tiver paciência.**

Apesar de 60% dos ativos terem apresentado retorno menor que o mercado, ainda assim, seria pouco provável que o investidor perdesse, de fato, dinheiro nos seus investimentos neste período. A análise dos retornos na última década mostrou que dos 50 ativos individuais apresentados, apenas 6 tiveram retorno negativo (12%), 15 ativos tiveram retorno abaixo da inflação (30%) e 35 deles (70%) tiveram retorno menor que o CDI. Este fato indica que, apesar da maior probabilidade de não realizar a melhor escolha de investimento e submeter capital a um risco que não traria retorno adequado, pelo fato de obter menor resultado que o CDI, seria mais provável que o investidor obtivesse ganhos e resultados positivos ao final do período, caso mantivesse seus ativos em carteira do início ao final do período.

O principal problema é que, como vimos, o risco dos ativos é maior que o risco de mercado, o que reflete em uma maior volatilidade dos mesmos. Por uma série de fatores psicológicos, os quais o detalhamento dos mesmos não pertence ao escopo deste trabalho, é instintivamente difícil

para o ser-humano não ganhar dinheiro quando todos estão ganhando (o que induz o investidor a comprar nos momentos de alta), e também difícil ter retorno negativo de seus investimentos (que induz o investidor a vender nos momentos de baixa, sobretudo em momentos de pânico generalizado no mercado). Por estas e outras razões, muitas vezes os indivíduos que iniciam no mercado de renda variável de forma despreparada para lidar com a volatilidade do mercado, acabam por perder parte de seu capital investido e nunca mais retornam para tais instrumentos de investimento, levando consigo apenas o prejuízo, a frustração e o preconceito de que a bolsa de valores é um “cassino”.

- **Tal como sugere a TMP, a baixa correlação entre ativos melhora a relação entre retorno e risco da carteira.**

A Tabela 21 apresenta o risco, retorno e correlação média das 4 carteiras calculadas e do BOVA11, que representa o mercado:

Tabela 21 - Média da correlação dos ativos de cada portfólio analisado

Portfólio	Objetivo	Resultado	Risco	Correlação Média
Carteira 1	Máximo Retorno	232,33%	0,0174	0,405
Carteira 2	Mínimo Risco	136,45%	0,0120	0,317
Carteira 3	Risco do IBOV	208,00%	0,0162	0,332
Carteira 4	Retorno do IBOV	166,00%	0,0117	0,309
BOVA11	Replicar o IBOV	166,00%	0,0162	0,370

Fonte: Do próprio autor (2021)

Por meio da análise dos dados acima, é possível observar que, em condições de otimização das carteiras, a maior parte delas tende a minimizar a correlação média dos ativos selecionados, exatamente como sugere Markowitz em sua Teoria Moderna de Portfólio. Tomadas como exemplo a carteira 4 e o ETF BOVA11, vemos que apesar do mesmo retorno, a correlação média dos ativos menor se mostrou presente no portfólio que apresentou o menor risco (carteira 4), o que indica que de fato, uma menor correlação entre ativos reduz a variabilidade da carteira.

Ademais, vemos que ambas carteiras 3 e 4 possuem correlação média menor que a do mercado e também possuem desempenho melhor que

o BOVA11. Este ponto também fortalece o argumento de que baixas correlações melhoram o desempenho das carteiras, conforme sugere a TMP.

5. CONCLUSÃO

Investir na bolsa de valores é de fato um grande desafio. Alocar capital de maneira eficaz por meio da ponderação de risco e retorno, tomando-se em consideração a tolerância ao risco do indivíduo, certamente intriga não só cada um dos investidores pessoa física comuns, mas também os estudiosos e profissionais da área, que visam obter os melhores resultados para seus clientes. Engana-se aquele que define-a como uma atividade estritamente quantitativa. Pelo contrário, investir envolve e desperta sentimentos nos indivíduos, os quais, na grande maioria das vezes guiam todas as atitudes dos agentes de mercado e ditam o rumo dos ativos.

O presente trabalho objetivou-se a analisar a possibilidade de existirem inconsistências no que diz respeito ao risco e ao retorno do mercado acionário brasileiro, verificando a possibilidade de que fossem obtidos retorno maior que o do índice de mercado para um mesmo nível de risco, ou mesmo retorno do mercado submetendo o capital a um menor risco. Ambas as possibilidades se mostraram factíveis, o que põe em questionamento, no mercado brasileiro, a proposta da Hipótese dos Mercados Eficientes que sugere que os investimentos sejam feitos de maneira genérica, expondo-se simplesmente ao risco e ao retorno do mercado visto que em teoria não seria possível obter maior retorno do investimento para um mesmo nível de risco ao qual se submeta o capital. Ainda, apenas a comparação do resultado do CDI com o resultado do BOVA11 já seria suficiente para questionar eficiência de mercado na precificação dos ativos, dado que o ativo livre de risco superou com consistência o resultado do mercado de ações brasileiro, que apresentou menor retorno e maior risco no período. Sendo assim, é possível considerar que o objetivo do trabalho foi atingido de maneira satisfatória.

É interessante ressaltar que houve a limitação de um fator essencial que não foi levado em consideração no presente trabalho, e que não foi possível de ser considerado fria e quantitativamente na análise: o sentimento dos investidores, também chamado de “humor do mercado”. Como dito anteriormente, as expectativas, a tolerância ao risco e as distorções geradas pelo comportamento dos agentes são o que de fato ditam o direcionamento do mercado, o que muitas vezes acaba por penalizar o retorno dos ativos e do índice para além do que seria racional. Tais distorções se mostram não simétricas com o impacto real dos fatos e dos desempenhos das empresas dado que em muitas ocasiões os riscos às empresas

são superestimados, derrubando o preço das ações, sem que haja de fato uma degradação do potencial de geração de valor e riqueza por parte da corporação.

Diante dessa situação, mostra-se como sugestão de trabalhos futuros a análise do quanto o fator subjetivo do comportamento humano afeta a eficiência de mercado, e também como em momentos de crise, como na pandemia de COVID-19 no ano de 2020, surgem as distorções entre preço e valor das companhias sem razão racional para tanto e como tais eventos podem influenciar no desempenho de longo prazo do mercado. Além disso, sugere-se a realização da mesma análise deste trabalho através de novas abordagens e novas restrições, tomando como comparativo não somente o desempenho geral do mercado, mas também o CDI, dado que com os resultados encontrados, verifica-se que para o investidor o maior desafio da última década não foi “vencer o mercado”, mas sim “vencer o ativo livre de risco”. Vale o estudo de se e como isso seria possível, quais os riscos, entre outros fatores. Por fim, realizar o estudo da eficiência de mercado em outros países seria de semelhante forma interessante, a citar como exemplo o mercado norte-americano, por se tratar de um ambiente de investimentos muito mais desenvolvido e maduro que o mercado brasileiro, fato observado por exemplo pelo número de ações listadas na bolsa: enquanto a bolsa brasileira possui em torno de 400 empresas listadas, apenas um dos mais famosos índices da bolsa norte americana, o S&P 500, possui 500 ações em seu portfólio. O total de empresas listadas na bolsa dos Estados Unidos superam a casa de 2700 ativos.

Vale destacar ainda que o mercado de ações brasileiro possui grande avenida de crescimento pela frente. Até 2019, apenas 1% da população brasileira tomava participação nos investimentos em bolsa de valores, e este número tem apresentado forte crescimento desde então. O desenvolvimento, crescimento e maturação do mercado de capitais é extremamente positivo para a economia de um país, dado que quanto maior a liquidez, melhor será a eficiência do mercado, mais atrativo será a capitalização das empresas via mercado de capitais, e mais irá se desenvolver o mercado de trabalho no país, melhorando assim as condições de vida da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. L. F. de; CUNHA, D. P. A. Estudo Do Mercado Brasileiro De Renda Fixa E O Perfil Do investidor brasileiro. p. 100, 2017.
- ALVES, L. H. L. R. Teoria Moderna De Portfólio Aplicada Ao Mercado Brasileiro . Markowitz Vs Diversificação Ingênua. **Insper**, p. 57, 2015. Disponível em: <[http://dspace.insper.edu.br/xmlui/bitstream/handle/11224/1313/Luiz Henrique Leal Rodrigues Alves_Trabalho.pdf?sequence=1](http://dspace.insper.edu.br/xmlui/bitstream/handle/11224/1313/Luiz%20Henrique%20Leal%20Rodrigues%20Alves_Trabalho.pdf?sequence=1)>.
- AMORIM, D. P. de L.; CAMARGOS, M. A. de. Mean reversion in a price-earnings ratio and under / overvaluation in the Brazilian stock market. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 32, n. 86, p. 301–313, 2021.
- BARROSO, C. H. F. **ANÁLISE DE UMA CARTEIRA DE INVESTIMENTO UTILIZANDO A TEORIA DE MARKOWITZ E O MODELO CAPM**. 2018. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76887-8>>
<<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-93594-2>>
<<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00007-3>>
<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>>
<<http://dx.doi.org/10.1038/s41559-019-0877-3>>.
- BERK, C.; TUTARLI, B. Dead or alive: Modern portfolio theory based on financial analysis. **Universal Journal of Accounting and Finance**, v. 8, n. 4, p. 83–91, 2021.
- BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Investments**. 10ª ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- BRUNI, A. et al. A Eficiência do Modelo de Elton-Gruber na Formação de Carteira de Ações no Brasil. **Revista de Contabilidade da UFBA**, v. 3, n. 2, p. 65–77, 2009.
- CARVALHO, L. F.; GIACHERO, O. S.; RIBEIRO, K. C. de S. Uma crítica a Hipótese da Eficiência de Mercado: Análise dos casos Ambev e Submarino. p. 1–12, [s.d.]
- CAUCHICK-MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2018.
- COSTA, O. L. do V.; ASSUNÇÃO, H. G. V. de. **Análise de Risco e Retorno em Investimentos Financeiros**. São Paulo: Manole, 2005.
- DIAS, R. et al. Random walks and market efficiency tests: Evidence on US, Chinese and European capital markets within the context of the global Covid-19 pandemic. **Oeconomia Copernicana**, v. 11, n. 4, p. 585–608, 2020.
- ELTON, E. J. et al. **Modern Portfolio Theory and investment analysis**. 9th. ed. [s.l.] John Wiley & Sons, Inc., 2014.
- FAMA, E. **Foundations of Finance**. [s.l.] Basic Books, Inc. Publishers, 1976.
- FAMA, E. F. Efficient Capital Markets : A Review of Theory and Empirical Work. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383–417, 1970.
- FARIAS, T. A.; MOURA, F. R. CARTEIRAS EFICIENTES E INGÊNUAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM O USO DO MODELO DE MARKOWITZ. **Registro Contábil**, v. Vol.3, p. 75–103, 2012.
- FERREIRA, E. da C.; COSTA, S. R. R. da. A Utilização do Índice de Sharpe Como Ferramenta Para Comparação de Risco/Retorno em Fundos de Investimento. **Revista Espacios Vol.37 Nº 15**, 2016.
- FONTE NETO, J. W. da. Jayme Wanderley da Fonte Neto A Hipótese de Eficiência de Mercado e as Finanças Comportamentais : evidências empíricas no mercado acionário brasileiro e uma proposta teórica integrativa A Hipótese de Eficiência de Mercado e as Finanças Comportamentais : e. 2006.

- GEORGALOS, K.; PAYA, I.; PEEL, D. A. On the contribution of the Markowitz model of utility to explain risky choice in experimental research. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 182, p. 527–543, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jebo.2018.11.010>>.
- GINTING, J. et al. Optimal Portfolio Models for an Inefficient Market. **Journal of Asian Finance, Economics and Business**, v. 8, n. 2, p. 57–64, 2021.
- GITMAN, L. J.; ZUTTER, C. J. **Princípios da Administração Financeira**. 14th. ed. [s.l.] Pearson Universidades, 2017.
- GRUSZKA, J.; SZWABIŃSKI, J. Advanced strategies of portfolio management in the Heston market model. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 574, p. 125978, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.125978>>.
- HERTELIU, C.; LEVANTESI, S.; ROTUNDO, G. Network analysis of pension funds investments. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 579, p. 126139, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.126139>>.
- Índice Ibovespa - Ibovespa - Composição da carteira | B3**. Disponível em: <http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/indice-ibovespa-ibovespa-composicao-da-carteira.htm>. Acesso em: 8 abr. 2021.
- LAILA, N.; SARASWATI, K. A.; KHOLIDAH, H. Efficient portofolio composition of Indonesian islamic bank financing. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 7, n. 1, p. 34–43, 2019.
- MACCARTHY, B. L. et al. The same old methodologies? Perspectives on OM research in the post-lean age. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 7, p. 934–956, 14 jun. 2013. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOPM-08-2013-0373/full/html>>.
- MARKOWITZ, H. M. **Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments**. 1959. New York, 1959.
- MARKS, H. **O mais importante para o investidor**. 1ª Edição ed. São Paulo: Edipro Edições Profissionais Ltda, 2020.
- MARQUES, S. et al. Comparação de Desempenhos de Carteiras Otimizadas pelo Modelo de Markowitz e a Carteira de Ações do Ibovespa. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**, v. 1, n. 1, p. 20–37, 2013.
- MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EDUSER; revista de Educação, vol2(2)**, p. 17, 2010.
- MIKHAYLOV, A.; SOKOLINSKAYA, N.; LOPATIN, E. Asset allocation in equity, fixed-income and cryptocurrency on the base of individual risk sentiment. **Investment Management and Financial Innovations**, v. 16, n. 2, p. 171–181, 2019.
- MUKHERJI, S.; JEONG, J.-G. Long-term international diversification of equities. **Global Finance Journal**, p. 100584, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.gfj.2020.100584>>.
- NABARRO, W. W. O mercado de capitais no território brasileiro: ascensão da BM&F Bovespa e centralidade financeira de São paulo (SP). p. 251, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-28112016-111632/publico/2016_WagnerWendtNabarro_VCorr.pdf>.
- NACCARATO, A.; PIERINI, A.; FERRARO, G. Markowitz portfolio optimization through pairs trading cointegrated strategy in long-term investment. **Annals of Operations Research**, v. 299, n. 1–2, p. 81–99, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10479-019-03225-y>>.
- NAIBERT, P.; CALDEIRA, J. Seleção de carteiras ótimas sob restrições nas normas

- dos vetores de alocação. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 13, n. 3, p. 504–543, 2015.
- NIROOMAND, F.; METGHALCHI, M.; HAJILEE, M. Efficient market hypothesis: a ruinous implication for Portuguese stock market. **Journal of Economics and Finance**, v. 44, n. 4, p. 749–763, 2020.
- O'DONNELL, N.; SHANNON, D.; SHEEHAN, B. Immune or at-risk? Stock markets and the significance of the COVID-19 pandemic. **Journal of Behavioral and Experimental Finance**, v. 30, p. 100477, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100477>>.
- OKORIE, D. I.; LIN, B. Adaptive market hypothesis: The story of the stock markets and COVID-19 pandemic. **North American Journal of Economics and Finance**, v. 57, n. March, p. 101397, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101397>>.
- OLOKO, T. F. Portfolio diversification between developed and developing stock markets: The case of US and UK investors in Nigeria. **Research in International Business and Finance**, v. 45, n. July 2017, p. 219–232, 2018.
- RABELO JUNIOR, T. S.; IKEDA, R. H. Mercados eficientes e arbitragem: um estudo sob o enfoque das finanças comportamentais. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 15, n. 34, p. 97–107, 2004.
- RAO, P. et al. Vulnerability of financial markets in India: The contagious effect of COVID-19. **Research in International Business and Finance**, v. 58, n. March, p. 101462, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101462>>.
- SALAS-MOLINA, F. et al. A multicriteria extension of the efficient market hypothesis. **Mathematics**, v. 9, n. 6, p. 1–16, 2021.
- SALISU, A. A.; VO, X. V.; LUCEY, B. Gold and US sectoral stocks during COVID-19 pandemic. **Research in International Business and Finance**, v. 57, n. February, p. 101424, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101424>>.
- SAMANEZ, C. P. **Gestão de investimentos e geração de valor**. [s.l.: s.n.]
- SEMENOV, A. Measuring the stock's factor beta and identifying risk factors under market inefficiency. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 80, p. 635–649, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.qref.2021.03.014>>.
- SHADABFAR, M.; CHENG, L. Probabilistic approach for optimal portfolio selection using a hybrid Monte Carlo simulation and Markowitz model. **Alexandria Engineering Journal**, v. 59, n. 5, p. 3381–3393, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.05.006>>.
- SHLEIFER, A. **Inefficient Markets**. [s.l.] Oxford University Press, 2000.
- SIEGEL, J. J. **Investindo em ações no longo prazo**. 5th. ed. São Paulo: Bookman (Grupo A Educação S.A.), 2015.
- SILVA, D. B. da. **Análise de Retorno do Mercado Acionário Imobiliário sob a Ótica do Modelo de Precificação de Ativos CAPM**. 2014. Universidade Federal do Paraná, 2014.
- SILVER, C. et al. **The Difference Between Active vs. Passive Investing**. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/news/active-vs-passive-investing/>>. Acesso em: 4 jun. 2021.
- SINGH, J. E.; BABSHETTI, V.; SHIVAPRASAD, H. N. Efficient Market Hypothesis to Behavioral Finance: A Review of Rationality to Irrationality. **Materials Today: Proceedings**, n. xxxx, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.318>>.
- SIQUEIRA, L. S.; DE CAMARGOS, M. A. Análise Comparativa de Estratégias de Investimentos em Ações de Companhias Brasileiras. **Revista Gestão & Tecnologia**,

v. 19, n. 4, p. 58–80, 2019.

TRICHILLI, Y.; ABBES, M. B.; MASMOUDI, A. Islamic and conventional portfolios optimization under investor sentiment states: Bayesian vs Markowitz portfolio analysis. **Research in International Business and Finance**, v. 51, n. July 2019, p. 101071, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.101071>>.

TURCAS, F. et al. Practical aspects of portfolio selection and optimisation on the capital market. **Economic Research-Ekonomska Istrazivanja**, v. 30, n. 1, p. 14–30, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/1331677X.2016.1265893>>.

VUKOVIC, D.; LAPSHINA, K. A.; MAITI, M. European Monetary Union bond market dynamics: Pre & post crisis. **Research in International Business and Finance**, v. 50, n. September 2018, p. 369–380, 2019.

WAGDI, O. Relationship between Risk and Common Stock Return in CML and CAPM. n. January 2014, 2016. Disponível em:

<<http://ssrn.com/abstract=2393361>Electroniccopyavailableat:<http://ssrn.com/abstract=2393361>>.

WANG, C. D. et al. Asset selection based on high frequency Sharpe ratio. **Journal of Econometrics**, n. xxxx, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.05.007>>.

WAY, R. et al. Wright meets Markowitz: How standard portfolio theory changes when assets are technologies following experience curves. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 101, p. 211–238, 2019. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.jedc.2018.10.006>>.

WILK, M. Gestão de risco financeiro: Um estudo dos principais modelos de gerenciamento de risco (no mercado financeiro). p. 73, 2000.

YAO, Z.; RABBANI, A. G. Association between investment risk tolerance and portfolio risk: The role of confidence level. **Journal of Behavioral and Experimental Finance**, v. 30, p. 100482, 2021. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100482>>.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman (Grupo A Educação S.A.), 2001.

YOUSEFI, V. et al. The impact made on project portfolio optimisation by the selection of various risk measures. **Engineering Economics**, v. 29, n. 2, p. 168–175, 2018.

ZANFERRARI, D. A. G.; SILVA, S. S. da. O Modelo de Carteira Eficiente de Markowitz: Uma Análise de Ativos Negociados BM&FBOVESPA. **Revista de Pós-Graduação da Faculdade Cidade Verde v.2, n.2**, p. 51–56, 2016.

ZHANG, D.; HU, M.; JI, Q. Financial markets under the global pandemic of COVID-19. **Finance Research Letters**, v. 36, n. March, p. 101528, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101528>>.