



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
CAMPUS JOÃO PESSOA  
DIRETORIA DE ENSINO SUPERIOR  
UNIDADE ACADÊMICA DE GESTÃO E NEGÓCIOS  
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**RICHARD YKARO MONTENEGRO BEZERRA DE MELO**

**SELEÇÃO DE CARTEIRA DE ATIVOS: APLICAÇÃO COM EMPRESAS DA B3**

**João Pessoa**

**2022**

**RICHARD YKARO MONTENEGRO BEZERRA DE MELO**

**SELEÇÃO DE CARTEIRA DE ATIVOS: APLICAÇÃO COM EMPRESAS DA B3**



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO** apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), curso Superior de Bacharelado em Administração, como requisito institucional para a obtenção do Grau de Bacharel(a) em **ADMINISTRAÇÃO**.

**Orientador(a):** Robson Oliveira Lima

**JOÃO PESSOA**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

M528s	Melo, Richard Ykaro Montenegro Bezerra de.  Seleção de carteira de ativos : aplicação com empresas da B3 / Richard Ykaro Montenegro Bezerra de Melo. – 2022. 47 f. : il. TCC (Graduação – Bacharelado em Administração)- Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica de Gestão e Negócios, 2022. Orientação : Profº. Robson Oliveira Lima.  1. Mercado de capitais. 2. Investimento. 3. Seleção de carteira. 4. Teoria moderna de Markowitz. I. Título.  CDU 336.76(043)
-------	--

Lucrecia Camilo de Lima  
Bibliotecária - CRB 15/132



**INSTITUTO FEDERAL**  
Paraíba

CAMPUS JOÃO PESSOA  
SECRETARIA ACADEMICA - CAMPUS JOAO PESSOA

PARECER 20/2022 - SAC/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB

Em 1 de julho de 2022.

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**RICHARD YKARO MONTENEGRO BEZERRA DE MELO**

Matrícula: 20181460076

**SELEÇÃO DE CARTEIRA DE ATIVOS: APLICAÇÃO COM EMPRESAS DA B3**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO** apresentado em **30 de junho de 2022**

no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Curso Superior de Bacharelado em Administração, como requisito institucional para a obtenção do Grau de Bacharel(a) em **ADMINISTRAÇÃO**.

**Resultado: APROVADO**

João Pessoa, 01/07/2022.

**BANCA EXAMINADORA:**

*(assinaturas eletrônicas via SUAP)*

**Robson Oliveira Lima (IFPB)**

Orientador(a)

**Patrícia Soares de Araújo Carvalho (IFPB)**

Examinador(a) interno(a)

**Cristiano Lourenço Elias (IFPB)**

## Examinador(a) interno(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- Robson Oliveira Lima, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/07/2022 15:31:39.
- Patricia Soares de Araujo Carvalho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/07/2022 17:24:46.
- Cristiano Lourenco Elias, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - UA5-IP, em 04/07/2022 16:08:28.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/07/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 310899

Código de Autenticação: 32ba3477f3



NOSSA MISSÃO: Ofertar a educação profissional, tecnológica e humanística em todos os seus níveis e modalidades por meio do Ensino, da Pesquisa e da Extensão, na perspectiva de contribuir na formação de cidadãos para atuarem no mundo do trabalho e na construção de uma sociedade inclusiva, justa, sustentável e democrática.

VALORES E PRINCÍPIOS: Ética, Desenvolvimento Humano, Inovação, Qualidade e Excelência, Transparência, Respeito, Compromisso Social e Ambiental.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela salvação, dom da vida, saúde e intelecto. À minha família por todo apoio, incentivo e contribuição que deram até aqui, e que sei que permanecerão ao meu lado. Aos Professores desta instituição maravilhosa que com excelência ministraram aulas e compartilharam conhecimentos comigo e com meus colegas, em especial ao Professor Dr. Robson Oliveira Lima que aceitou orientar este trabalho no final desta árdua, mas prazerosa caminhada, que foi a graduação do Bacharelado em Administração. Agradeço também aos meus colegas de classe que dividiram comigo as dificuldades e os aprendizados da graduação, em especial a José Nestor, Rodolfo Barbosa, Lucas Matheus, Redva, Ingrid e Camila que na grande maioria das vezes formamos grupos para as atividades e apresentações. Sei que o futuro deles será extremamente próspero pelas pessoas que são. Por fim, agradecer a mim, por não ter desistido e ter chegado até aqui neste momento singular da minha vida.

*“Apressa-te a viver bem e pensa que cada dia é, por si só, uma vida.”*

**Sêneca**

## RESUMO

Este estudo aborda conceitos de risco e retorno à luz da teoria de seleção de portfólios de Markowitz, de forma a contribuir para a aplicação destas estratégias de otimização que permitam a maximização de retornos ou minimização de risco no mercado de capitais a partir do conhecimento de informações históricas dos preços dos ativos. Ao desenvolver este estudo espera-se elucidar investidores inexperientes e provar que é possível uma exposição a este mercado sem correr grandes riscos. Com os conceitos abordados será possível apresentar quatro tipos de carteiras com estratégias diferentes: maximização de retorno, minimização de risco, maximização do retorno ajustado ao risco e alocação igualitária de ativos, oferecendo opções de investimento de acordo com o perfil de cada investidor. Através de uma pesquisa explicativa e de abordagem quantitativa será observado que mesmo em um momento de queda das ações a teoria de seleção de carteiras pode auxiliar na tomada de decisão.

**Palavras-chave:** Investimentos; seleção de carteira; mercado de capitais.

## **ABSTRACT**

This study addresses risk and return discussed in Markowitz's theory of portfolio selection in order to contribute to the application of these optimization strategies that allow the maximization of returns or risk minimization in the capital market. By developing this study we hope to enlighten inexperienced investors and prove that it is possible to be exposed to this market without running major risks. With the concepts discussed it will be possible to present four types of portfolios with different strategies: return maximization, risk minimization, risk-adjusted return maximization and equal asset allocation, offering investment options according to each investor's profile. Through an explanatory research and quantitative approach it will be observed that even in a time of falling stocks the theory of portfolio selection can assist in decision making.

**Keywords:** Investments; portfolio selection; capital market.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Código utilizado para criar portfólio.....	28
<b>FIGURA 2:</b> Retorno acumulado das empresas selecionadas (2012-2021).....	29
<b>FIGURA 3:</b> Retornos Acumulados da Carteira que Maximiza Retorno Médio (Jan/21 a Dez/21).....	33
<b>FIGURA 4:</b> Retornos Acumulados da Carteira que Minimiza Risco (Jan/21 a Dez/21).....	33
<b>FIGURA 5:</b> Retornos Acumulados da Carteira que maximiza o Índice de Sharpe (Jan/21 a Dez/21).....	34
<b>FIGURA 6:</b> Retornos Acumulados da Carteira que Alocação Igualitária (Jan/21 a Dez/21).....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> Empresas listadas na B3 com maior valor de mercado (2021T3).....	24
<b>TABELA 2:</b> Estatísticas descritivas do retorno dos ativos selecionados (2012 - 2021).....	30
<b>TABELA 3:</b> Pesos por cada estratégia de otimização de carteira (2012-2021).....	31
<b>TABELA 4:</b> Resultados aproximado de Cada Estratégia de Carteira com Investimento Inicial de R\$1000,00 em Jan/21.....	36

## **LISTA DE SIGLAS**

**B3** - Brasil, Bolsa, Balcão

**Bovespa** - Bolsa de Valores de São Paulo

**BM&F** - Bolsa de Mercadorias e Futuros

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**Taxa Selic** - Taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
JUSTIFICATIVA.....	15
OBJETIVOS.....	16
<b>Objetivos gerais.....</b>	<b>16</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
HISTÓRICO DO MERCADO DE CAPITAIS NO BRASIL.....	17
RISCO E RETORNO ESPERADO DOS ATIVOS.....	18
TEORIA MODERNA DE MARKOWITZ.....	20
ÍNDICE DE SHARPE.....	21
<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	23
UNIVERSO, AMOSTRA E AMOSTRAGEM.....	23
TRANSFORMANDO PREÇOS DOS ATIVOS EM RETORNOS.....	24
ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO.....	25
Maximização de Retorno.....	25
Minimização de Risco.....	26
Maximização do Índice de Sharpe.....	27
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS.....	29
CALCULAR PESO DAS TRÊS ESTRATÉGIAS.....	31
PERFORMANCE DAS CARTEIRAS.....	32
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICES A - Código R dos Resultados.....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado de capitais de um país está diretamente relacionado ao seu sucesso econômico. Lopes et al (2007) definem o mercado de capitais como um importante instrumento para o desenvolvimento econômico do país tendo em vista que representa uma importante fonte de captação de capital para as empresas, o que possibilita crescimento das empresas e geração de renda para investidores. Todavia, o mercado de capitais expõe o investidor a riscos associados ao dinamismo econômico global e até mesmo há instabilidades de políticas internas.

O potencial de crescimento do mercado de capitais no Brasil é enorme. As estatísticas da presença do brasileiro neste mercado mostram que ainda existe um grande medo e um certo tabu quando se trata desse tipo de investimento, revelando uma forte aversão ao risco do brasileiro. De acordo com o Valor Investe (2021), a partir de dados disponibilizados pela Bolsa de Valores do Brasil mostram que em 2020 apenas 3% dos brasileiros investiram no mercado de capitais. Esse percentual ocorreu após um aumento de pouco mais de 92% em relação ao ano de 2019 (Valor Investe, 2021). Esse forte aumento é explicado pela baixa taxa básica de juros (Selic). Com um valor de apenas 2% ao ano durante o fim de 2020 e início de 2021, investimentos de renda fixa se tornam menos atrativos, forçando uma migração para mercado de maiores riscos e com possibilidades de maiores ganhos. Assim, com o retorno da elevação dos juros no Brasil, espera-se uma redução da exposição dos investidores ao mercado de capitais.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o Brasil tinha mais de 11 milhões de desempregados no primeiro trimestre de 2022, com um histórico de inflação elevada, associado a instabilidades políticas e econômicas que interferem diretamente no mercado de capitais. Associado a esses riscos, temos um déficit em educação financeira da população brasileira, o que explica e justifica esses números quando comparamos o Brasil a países desenvolvidos como os Estados Unidos e Japão, que possuem uma exposição ao mercado de capitais muito maior, chegando a 55% e 45%, respectivamente (Valor Investe, 2021).

Apesar de haver uma correlação entre o risco e o retorno, é possível sim estar exposto a este mercado de forma mais segura e não correr riscos relacionados

a perdas de patrimônio. Neste contexto, o presente trabalho tem como problema de pesquisa o seguinte questionamento: *Como investir em carteiras de diferentes estratégias?* Busca-se responder o problema proposto à luz da teoria de Seleção de Portfólios, a exemplo da Teoria de Markowitz (1952) que serviram como base para o início do desenvolvimento da moderna gestão de risco, reforçadas por outros teóricos como Fama e Lintner (Neto e Lima, 2009).

Assim, espera-se analisar o desempenho de empresas que estão entre as maiores em valor de mercado da Bolsa Brasileira e apresentar quatro tipos de carteiras para diferentes tipos de estratégias de investimento. O trabalho estrutura-se em cinco capítulos, iniciado pela introdução onde é apresentado o problema de pesquisa, objetivos gerais e específicos e justificativa. Na segunda seção temos o referencial teórico onde apresentam-se conceitos de risco e retorno e fundamenta-se às teorias de Markowitz e os conceitos ligados ao Índice de Sharpe. Na terceira seção será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, bem como a apresentação das empresas listadas na Bolsa de Valores Brasileira selecionadas para serem usadas na execução das teorias apresentadas. Na quarta seção serão apresentados os resultados encontrados e, por fim, no quinto capítulo, as conclusões finais do trabalho.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

Com o intuito de concluir o curso de Administração nesta respeitada Instituição de Ensino, faz-se necessário o desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso. Para tanto, optei por um tema que tem chamado minha atenção há algum tempo. A ideia de abordar este tema se deu por um interesse pessoal sobre a área, um setor que tem crescido a cada ano e tem atraído mais investidores.

Todavia, por ser um assunto complexo e desafiador não é apenas um mar de rosas, por se tratar de investimento de renda variável. Da mesma forma que é possível ter lucros significativos, há chances relativamente grandes de perdas de dinheiro, muitas destas perdas se dão por falta de conhecimento.

Diante disso, este estudo justifica-se como uma forma de contribuir com a informação acerca do mercado de capitais, e dar a oportunidade de pessoas comuns estarem expostas ao mercado de forma a gerar rentabilidades maiores,

possibilitando uma maior tranquilidade financeira. Assim, o trabalho apresenta-se como uma forma de divulgar informações e conhecimento sobre teorias relativas à seleção de portfólio, apresentar formas de investimentos que tragam mais segurança, e que contribua para que novos investidores não percam suas economias por falta de informações.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. **Objetivos gerais**

Analisar o desempenho de empresas que estão entre as maiores em valor de mercado da Bolsa de Valores brasileira e apresentar as principais estratégias de criação de portfólio.

### 1.2.2. **Objetivos específicos**

- Identificar empresas com maior valor de mercado na Bolsa de Valores brasileira;
- Analisar o desempenho das empresas selecionadas durante os últimos 10 anos;
- Apresentar o desempenho de um portfólio com essas empresas que busque maximizar o retorno para investidores que querem mais risco;
- Criar um portfólio que minimize o risco da carteira para investidores avessos a risco.
- E produzir um portfólio que maximize o retorno ajustado ao risco.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção serão apresentadas um pouco do histórico do mercado de capitais no Brasil, a teoria sobre risco e retorno, além da Teoria Moderna de Seleção de carteiras.

## 2.1. HISTÓRICO DO MERCADO DE CAPITAIS NO BRASIL

Yazbek (2006) define a bolsa como o “lugar em que se encontram possíveis compradores e vendedores de certos bens, para realização das correspondentes operações de compra e venda, conforme regras e procedimentos predeterminados.” Reforçando a definição, Mota e Tomé (1991) afirmam que a “Bolsa de Valores é um mercado organizado e dotado de instrumentos jurídicos adequados que permite que se efetuem transações ou operações de compra e venda de valores com segurança.”

Brasil, Bolsa, Balcão é o atual nome da Bolsa de Valores no Brasil, a B3. Para entender o desenvolvimento da empresa, que atualmente é a 5º maior em comercialização de ativos financeiros do mundo, será apresentado um pouco da sua história.

Em 1895 a Bolsa de Fundos Públicos de São Paulo foi criada, essa que anos depois passaria a ser conhecida como Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). No início do século XXI esta instituição juntamente com a Bolsa do Rio de Janeiro comandavam boa parte de todo Mercado de Ações Brasileiro. Nesse período, a Bovespa passou a concentrar toda a negociação do Mercado de Ações no Brasil.

Outra Bolsa que atuava de forma paralela à Bovespa negociando contratos de mercadorias, em sua maioria *commodities* e derivativos à vista para pagamento futuro, era a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F).

Em 2008 essas duas gigantes se uniram formando a BM&F Bovespa tornando-se uma das empresas mais valiosas da América Latina. Anos depois, mais precisamente em 2017, a Central de Custódia e Liquidação Financeira de Títulos (ETIP) incorporou-se à essa valiosa empresa e assim, tornou-se a 5º maior em comercialização de ativos financeiros do mundo, tendo patrimônio superior a 10 bilhões de dólares.

Em 2021, a B3 registrou um volume financeiro recorde negociado no mercado à vista da bolsa. O valor total negociado ultrapassou R\$ 7 trilhões, um aumento de mais de 3,5% em relação ao ano anterior. Atualmente mais de 400 empresas brasileiras são negociadas nela, além de mais 100 empresas estrangeiras que são negociadas indiretamente.

## 2.2. RISCO E RETORNO ESPERADO DOS ATIVOS

### 2.2.1. Risco e Retorno de Ativos Individuais

Um ativo financeiro possui um preço de negociação, e a partir do seu preço é possível calcular os retornos de um ativo com o uso da equação 1:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_t} \quad (1)$$

onde  $R_t$  é o retorno no período atual, calculado a partir de  $P_t$ , que representa o preço no período atual, subtraído por  $P_{t-1}$  que representa o preço do período anterior. Entre as propriedades do retorno de um ativo estão o seu retorno esperado e uma medida de risco.

O retorno de ações se dá por dois componentes. O retorno normal ou esperado é aquele que se espera de acordo com as informações da ação que o investidor detém, e esse é mais fácil de obter, já que depende de uma análise histórica da ação.

Por outro lado, o retorno incerto (ou anormal) é proveniente de informações inesperadas, como variação nas taxas de juros, mudança de administração de empresas, planos governamentais, etc. Esse retorno incerto é difícil de prever.

Quando quando discutimos risco associados a ativos individuais, Ross et al (2002) esclarece que há dois tipos de riscos:

- **RISCO NÃO SISTEMÁTICO:** Risco que afeta um pequeno grupo de ativos ou apenas um ativo, também conhecido como risco específico, por se tratar de empresa ou pequeno grupo de ativos. Os principais riscos associados ao risco não sistemático são o risco da administração, risco do setor e risco financeiro.
- **RISCO SISTEMÁTICO:** Segundo o autor, também conhecido como risco de mercado ou risco não diversificado, o risco sistemático influencia um grande número de ativos, em grau de maior ou menor dano. As principais causas

deste risco são mudanças no sistema político, econômico, social e taxas de juros.

### 2.2.2. Risco e Retorno de um Portfólio

O portfólio é um conjunto de ativos financeiros. Para Ross et al (2002) o retorno de um portfólio é medido por intermédio de uma média ponderada simples dos retornos dos ativos individuais em relação a cada participação na carteira, conforme a equação 2:

$$R_c = \sum_{i=1}^n X_i R_i \quad (2)$$

onde:

$R_c$  é o retorno esperado da carteira;

$R_i$  é o retorno esperado do ativo  $i$ ;

$n$  é o número de ativos da carteira;

$X_i$  é o peso do ativo  $i$  na carteira.

Através da mensuração do estado de incerteza de uma tomada de decisão, apresenta-se o risco de uma operação, a partir do conhecimento das probabilidades associadas à ocorrência de determinados valores ou resultados. O conceito associa-se diretamente às probabilidades de ocorrência de determinados resultados em relação a um valor médio esperado, e revela a possibilidade de perda (NETO; LIMA, 2009).

Ainda segundo os autores, o risco de uma carteira pode ser reduzido por meio da seleção de ativos que tenham alguma relação inversa entre si, uma vez que o objetivo da diversificação é combinar ativos para reduzir o risco da carteira. Teoria que já é confirmada e adotada desde os anos 1950, por meio da teoria de seleção de portfólio de Markowitz que será abordada à frente.

### 2.3. TEORIA MODERNA DE MARKOWITZ

O vencedor do prêmio Nobel de 1990 foi o economista especializado em análise de investimentos Harry Max Markowitz. Americano de Chicago, nascido em agosto de 1927, é autor de diversos livros e artigos científicos. Tendo seu doutorado concluído em 1954, deixou sua enorme contribuição na análise de risco e retorno.

Markowitz (1952) contribuiu excepcionalmente com o processo de seleção de carteiras de investimentos ao desenvolver uma metodologia de avaliação e compensação de risco por meio da diversificação de investimento, comprovando matematicamente que não se deve carregar “todos os ovos na mesma cesta”.

Segundo ele, o processo de seleção de um portfólio de ações pode ser dividido em dois estágios. Primeiro, com a observação, experiência e opiniões sobre a performance futura dos negócios avaliados; e segundo, com a escolha da carteira.

O método desenvolvido por Markowitz (1952) registra a variância de uma carteira de acordo com a soma das variâncias individuais de cada ação e covariância entre pares de ações da carteira, de acordo com o peso de cada ação da carteira. O autor argumenta ainda que deve haver uma carteira de ações que maximize o retorno esperado ou minimize a variância, e assim, gerando uma recomendação de carteira ao investidor (Gonçalves et al, 2002).

Dito isto, o modelo básico de Markowitz pode ser dado matematicamente por meio da equação 3.

$$\begin{aligned} E &= \sum_{i=1}^n X_i R_i \\ V &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \\ \sum_{i=1}^n X_i &= 1 \\ X_i &\geq 0 \end{aligned} \tag{3}$$

Onde:

$E$ : Retorno esperado da carteira;

$V$ : Variância da carteira (o risco da carteira);

$X_i$ : Participação de cada ativo na carteira;

$R_i$  : Retorno esperado de cada ativo;

$\sigma_{ij}$ : Covariância entre o par de ativos diferentes;

A terceira linha diz que a soma dos pesos tem que ser igual a 100% e a quarta linha quer dizer que cada peso deve ser maior que zero.

Segundo Bernstein (1997), é interessante para o investidor que o mesmo utilize a noção de risco para compor portfólios que considerem o retorno esperado algo desejável e a variância do retorno algo indesejável. Para o autor este foi o objetivo de Markowitz em seu artigo "*Portfolio Selection*". Segundo Bernstein (1997) pode-se combinar grupos de ativos com altos riscos, dando oportunidades de altos retornos em uma carteira relativamente segura, ao minimizar as covariâncias ou correlações entre os retornos individuais, tornando assim, a diversificação uma espécie de "dádiva". Tendo em vista que em uma carteira diversificada o retorno equivale a média dos retornos de seus componentes individuais, sua volatilidade, entretanto, será inferior à volatilidade média de seus componentes individuais (Bernstein, 1997).

## 2.4. ÍNDICE DE SHARPE

William Forsyth Sharpe, vencedor do Nobel de economia de 1990 ao lado de Markowitz, deixou seu nome registrado na história com o desenvolvimento de uma das teorias mais utilizadas pela literatura de seleção de carteiras da atualidade: o Índice de Sharpe.

Para além de apenas maximizar o retorno ou apenas minimizar o risco, o investidor pode estar interessado em uma estratégia que mescle ganhos e riscos. Segundo Sharpe (1966) o índice de Sharpe é um indicador que isola o retorno em

excesso por unidade de risco tomado. Assim, permite a comparação entre diferentes ativos e informa se a rentabilidade do ativo em questão é compatível com o risco tomado pelo investidor.

Este índice é dado pela seguinte fórmula:

$$IS = \frac{Ra - Rf}{\sigma_a} \quad (4)$$

Onde:

*IS*: Índice de Sharpe

*Ra*: Retorno do Ativo em Questão

*Rf*: Retorno Livre de Risco

$\sigma$ : Desvio Padrão

Com enfoque no comparativo entre dois ou mais ativos, o índice apresenta a melhor opção de investimento em relação risco/retorno.

### **3. METODOLOGIA**

Vamos apresentar nesta seção a metodologia utilizada para se alcançar os objetivos propostos neste trabalho, tais como a caracterização do estudo, o universo, amostra e amostragem utilizada, além das estratégias de maximização de retorno, minimização de risco e maximização do índice de Sharpe.

### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

A pesquisa configura-se como descritiva por apresentar uma descrição fidedigna dos fatos, e exigem que o pesquisador observe e descreva fatos e dados de uma determinada realidade (Triniños, 1987).

A abordagem metodológica utilizada nesta pesquisa será quantitativa tendo em vista o uso de instrumentos estatísticos na coleta de dados e apresentação dos resultados, que serão analisados por meio de técnicas estatísticas, as quais podem ser descritivas (quantidades, frequências, médias e outras), comparativas, ou classificatórias, de acordo com Saccol et al (2012).

### 3.2. UNIVERSO, AMOSTRA E AMOSTRAGEM

O universo deste estudo é a totalidade das empresas listadas na B3 entre o período de estudo, uma vez que o objetivo é estudar o comportamento do mercado de renda variável. O critério de seleção das empresas que vão compor os três tipos de carteira desta pesquisa será o valor de mercado das empresas. Para tanto, foram escolhidas as oito empresas com maior valor de mercado da Bolsa Brasileira no terceiro trimestre de 2021. A tabela 1 descreve o valor de mercado das empresas escolhidas.

**Tabela 1** - Empresas Listadas na B3 com Maior Valor de Mercado (2021T3)

<b>Nome da Empresa</b>	<b>Valor de Mercado em R\$ bilhões</b>	<b>Código da ação no Yahoo Finance</b>
Vale S.A.	546	VALE3.SA
Petrobras S.A.	310	PETR3.SA
Itaú Unibanco S.A.	253	ITUB3.SA
Ambev S.A.	244	ABEV3.SA
Bradesco S.A.	213	BBDC3.SA
WEG S.A.	158	WEGE3.SA
Santander S.A.	144	SANB3.SA
Magazine Luiza S.A.	140	MGLU3.SA

**Fonte:** dados do site da B3

A escolha das empresas entre as oito maiores em valor de mercado se deu por representarem um bom parâmetro para análise de performance dentro do mercado brasileiro. A amostra inclui empresas de segmentos como mineração, logística, siderurgia, setor energético, bancário, de bebidas e varejo. Na tabela 1 vemos que empresas como Vale, Petrobras, Itaú, Ambev e Bradesco totalizaram mais de 1,5 trilhões de reais em valor de mercado no primeiro trimestre de 2022.

### 3.3. TRANSFORMANDO PREÇOS DOS ATIVOS EM RETORNOS

Para o levantamento de dados e aplicação das teorias será usado o programa de linguagem de programação **R** (R Core Team, 2014), um programa multi-paradigma orientado a objetos, programação funcional, dinâmica, voltada à manipulação, análise e visualização de dados. Os dados foram coletados através da função *tq\_get* do pacote *tidyquant* (Dancho et al, 2011). A função permite a importação de dados das ações apenas informando o código da ação (terceira

coluna da tabela 1) e o período desejado. As informações são baixadas diretamente da plataforma *Yahoo Finance*, permitindo a obtenção das informações de preços de abertura e fechamento das oito empresas da amostra no período de dez anos, entre janeiro de 2012 e dezembro de 2021.

Para cada empresa, o preço de fechamento diário é transformado em retorno mensal de acordo com a equação 1. Já para obter o retorno do portfólio com esses oito ativos é utilizado a soma dos retornos dos ativos ponderados por seus pesos na carteira, conforme a equação 2. São exatamente esses pesos que estaremos interessados em encontrar.

### 3.4. ESTRATÉGIAS DE OTIMIZAÇÃO

Para encontrar os pesos de uma carteira pode-se adotar estratégias que buscam a maximização ou minimização de cada medida de avaliação de portfólios. Ou seja, podemos estar interessados em encontrar a carteira que maximize o retorno, minimize o risco ou maximize o índice de Sharpe.

#### 3.4.1. Maximização de Retorno

A carteira de maximização de retorno é recomendada para investidores mais agressivos, que não têm muita aversão ao risco e é distribuída de forma que a maior parte percentual da carteira seja de empresas que trouxeram maiores retornos, dando maiores possibilidades de retornos tendo em vista o histórico das empresas. Esse problema pode ser escrito matematicamente como representado na equação 5:

$$\begin{aligned} & \max E \\ & \text{s.a.} \\ & \sum_{i=1}^N X_i = 1 \\ & 0,05 \leq X_i \leq 0,45 \end{aligned} \tag{5}$$

A equação 5 informa que queremos encontrar os pesos  $X_i$  de cada ação tal que o valor do retorno da carteira seja o máximo possível sujeito a duas restrições. A primeira restrição, chamada de restrição de “investimento máximo” (a soma dos pesos seja igual a 1), significa que utilizaremos todo o orçamento da carteira com os ativos selecionados. A segunda restrição significa que cada ativo terá um peso entre um valor mínimo e máximo. Para este trabalho, utilizaremos o peso 5% como mínimo e 45% como máximo. Esta última restrição foi adicionada ao cálculo como critério de forma que todas as empresas selecionadas estejam nas carteiras e que tenham participação percentual de no mínimo 5% e no máximo 45%, de forma a garantir a diversificação da carteira e não permitindo que um único ativo domine grande parte da carteira.

### 3.4.2. Minimização de Risco

A carteira de minimização de risco é para investidores mais conservadores e que desejam minimizar sua exposição à renda variável. Ela atribui mais peso a empresas que apresentarem a menor variância possível. A variância é a volatilidade do ativo, que por sua vez representa o risco. As restrições serão aplicadas neste sentido. Esse problema pode ser anunciado matematicamente de acordo com a equação 6:

$$\begin{aligned} & \min V \\ & \text{s.a.} \\ & \sum_{i=1}^n X_i = 1 \\ & 0,05 \leq X_i \leq 0,45 \end{aligned} \tag{6}$$

Na função acima, o objetivo é encontrar os pesos que gerem uma carteira com a menor variância possível sujeita às mesmas restrições da estratégia de maximização de carteira.

### 3.4.3. Maximização do Índice de Sharpe

A carteira que maximiza o índice de Sharpe é comumente utilizada como uma medida de retorno por unidade de risco. É um tipo de carteira que busca maximizar o retorno ajustado ao nível de risco, sendo um meio termo entre a maximização de retorno e a minimização de risco. Assim, o objetivo será maximizar o índice de Sharpe sujeito às mesmas restrições anteriores.

A equação 7 mostra que queremos maximizar o índice de Sharpe sujeito a duas restrições.

$$\begin{aligned} & \max IS \\ & \text{s. a.} \\ & \sum_{i=1}^n X_i = 1 \\ & 0,05 \leq X_i \leq 0,45 \end{aligned} \tag{7}$$

### 3.4.4. Otimização de Carteira no R

Aplicadas as teorias abordadas, as carteiras serão estimadas utilizando o pacote *PortfolioAnalytics* do programa estatístico R. Usando a função *portfolio.spec*<sup>1</sup> é possível informar o objetivo (minimizar ou maximizar algo) e suas restrições. A figura 1 mostra como é possível usar a função *portfolio.spec* para criar a equação 5 no R. Informamos a lista de empresas, depois adicionamos as restrições e o objetivo do portfólio. Na segunda parte, executamos o portfólio nos dados de retorno das empresas.

---

<sup>1</sup> Os códigos em R podem ser vistos no Apêndice A.

**Figura 1:** Código Utilizado para Criar Portfólio

```
# Parte 1: Configurar o portfolio

configurar_portfolio <-
  # informar a lista de ativos
  portfolio.spec(assets = ATIVOS) %>%
  # adicionar as restrições
  add.constraint(type = "full_investment") %>%
  add.constraint(type = "box", min = 0.05, max = 0.45) %>%
  # informar o objetivo: maximizar o retorno
  add.objective(type = "return", name = "mean")

# Parte 2: Rodar o portfolio configurado nos dados de retorno

OTIMIZACAO <- optimize.portfolio(R = dados,
                                portfolio = configurar_portfolio)
```

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A saída da função informa os pesos de cada estratégia. Para possibilitar a comparação com as demais estratégias, foi montada uma quarta estratégia que envolve investir o mesmo valor igualmente entre as oito empresas analisadas.

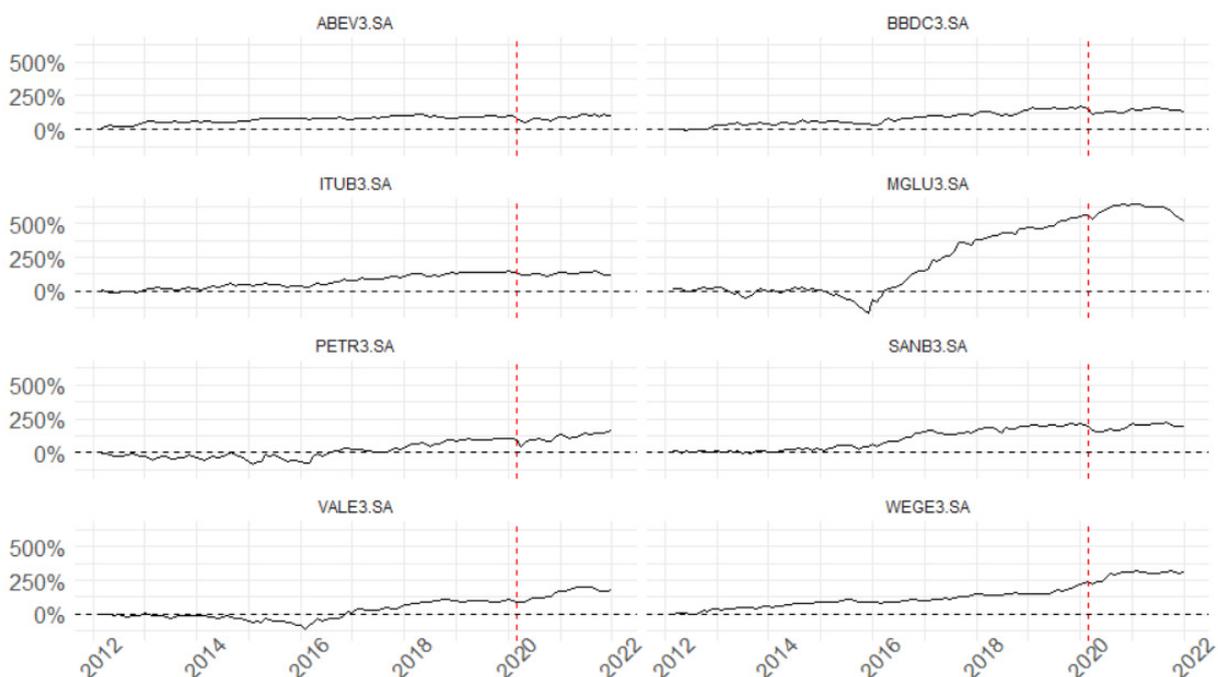
## 4. RESULTADOS

Esta seção apresenta os principais resultados deste trabalho. Começamos por uma análise das estatísticas descritivas dos dados coletados até chegarmos a análise das carteiras de investimento produzidas pelo método de otimização de carteiras.

### 4.1. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

A figura 2 mostra o retorno acumulado das empresas selecionadas em forma gráfica. É possível observar as oscilações de retorno por empresa, e são apresentados os retornos médios mensais e desvio-padrão em seguida, na tabela 2. Na tabela abaixo pode ser observado, de forma clara, que a Magazine Luiza e a Weg apresentaram os melhores resultados, além de mostrar que as empresas que tiveram retorno menor do que zero em algum momento do período analisado, foram: Magazine Luiza, Petrobras, Vale e de forma bem discreta, Santander.

**Figura 2:** Retorno acumulado das empresas selecionadas (2012-2021)



**Fonte:** Elaborado pelo autor

**Nota:** A linha vermelha representa o período de Covid-19

A tabela 2 apresenta o retorno médio mensal e o desvio padrão que cada ativo desempenhou no período estudado. É possível perceber que a totalidade das empresas estudadas apresentaram retornos médios positivos dentro do período analisado, das quais a Magazine Luiza, Petrobras, Santander e Vale foram as que apresentaram os maiores desvios-padrão, ou seja, maior volatilidade e risco. Ambev, Itaú, Weg e B3 apresentaram uma menor oscilação de preços, representado na tabela como os menores desvios-padrão.

**Tabela 2:** Estatísticas Descritivas do Retorno dos Ativos Seleccionados (2012 - 2021)

<b>Ativo</b>	<b>Média Mensal</b>	<b>Desvio-padrão (Risco)</b>
ABEV3.SA	0,874%	6,746%
BBDC3.SA	1,164%	9,166%
ITUB3.SA	0,957%	7,614%
MGLU3.SA	4,417%	19,925%
PETR3.SA	1,376%	14,128%
SANB3.SA	1,617%	11,373%
VALE3.SA	1,502%	10,953%
WEGE3.SA	2,590%	7,996%

**Fonte:** Elaboração do autor a partir dos dados do Yahoo Finance

Magazine Luiza, Weg, B3 e Santander apresentaram os maiores retornos entre as empresas estudadas. A partir dos dados coletados da tabela 2 constata-se que as empresas obtiveram um retorno médio de 1,81% e um desvio-padrão médio de 10,99%. As empresas que obtiveram retornos médios acima da média foram apenas a Magazine Luiza 4,42% e Weg 2,59%. As que tiveram um desvio-padrão acima da média foram a Magazine Luiza 19,92%, Petrobras 14,13%, Santander 11,37% e Vale 10,95%.

## 4.2. CALCULAR PESO DAS TRÊS ESTRATÉGIAS

Com base nos dados coletados para o período de 2012 a 2021, vamos separar as informações em dois grupos. Primeiro, para os anos de 2012 e 2020, que serão usados como anos de análise, ou de treinamento. Os pesos das carteiras serão calculados para esse período. O segundo período é o chamado período de comparação.

A tabela 3 mostra os pesos que foram calculados em cada uma das estratégias de seleção de carteira como foi explicado na seção 3.4. Observa-se, portanto, que na carteira de maximização de retorno as ações que se sobressaíram foram as da Magazine Luiza e Weg. A carteira que minimiza o risco foi dominada pelas empresas Ambev e Weg. Já a carteira que maximiza o retorno ajustado ao risco foi dominada por Magazine Luiza e Weg. Verifica-se de forma mais precisa que as restrições foram seguidas e que a maioria das empresas têm participação mínima nas carteiras, e que três empresas se destacam por representar boa parte das carteiras.

**Tabela 3:** Pesos Por cada Estratégia de Otimização de Carteira (2012-2021)

Ativo	Estratégia de Minimização de Risco	Estratégia de Maximização de Retorno	Estratégia com Risco de Sharpe	Estratégia com alocação igualitária
Vale	7,60%	5%	5%	12,50%
Petrobras	5%	5%	5%	12,50%
Itaú	5%	5%	5%	12,50%
Ambev	42,95%	5%	11,68%	12,50%
Bradesco	5%	5%	5%	12,50%
Weg	24,45%	25%	45%	12,50%
Magazine Luiza	5%	45%	18,32%	12,50%
Santander	5%	5%	5%	12,50%

**Fonte:** Elaborado pelo autor

A Ambev, Magazine Luiza e Weg foram as empresas que desempenharam os melhores resultados. A Ambev apesar de ter tido o menor retorno médio de quase 0,9% teve o menor risco 6,75%, e a Weg que obteve retorno médio de 2,59% e um

risco de 7,99%, justificando os 42,95% Ambev e 24,45% da Weg na carteira que minimiza o risco.

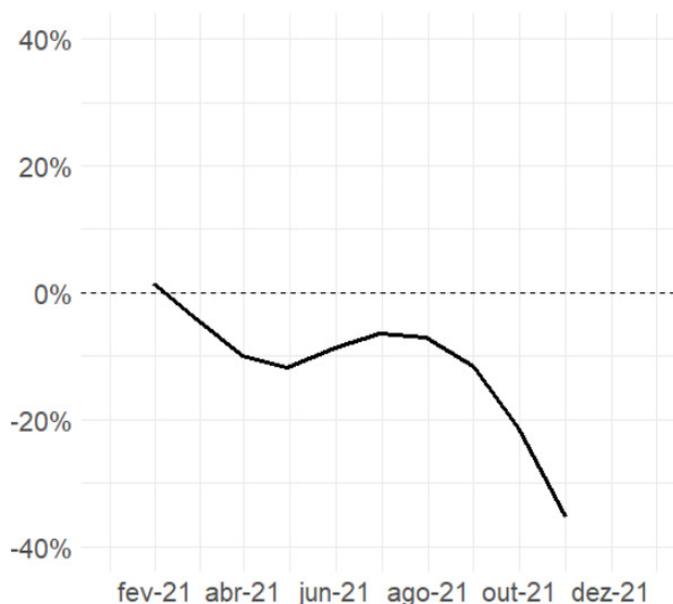
Nas carteiras de maximização de retorno e de índice de Sharpe as empresas que se destacaram foram a Magazine Luiza e Weg. A Magazine Luiza obteve o melhor retorno médio entre as empresas estudadas com 4,42%, estando bem acima do retorno médio de 1,81%, mas que por outro lado carrega consigo o maior risco, de 19,92%, muito acima da média de risco de 10,99%. A Weg obteve um retorno médio de 2,59% e um risco de 7,99%, tendo retorno médio superior à média e o risco inferior, tornando-a uma ótima opção de investimento, sendo a única entre as estudadas com retorno médio superior à média e o risco inferior, justificando o grande percentual da Weg nos três tipos de carteira. A Magazine Luiza ocupou 45% e Weg 25% na carteira de maximização de retorno, enquanto as demais ações compõem o mínimo de 5% cada. Na carteira que maximiza o índice de Sharpe a Weg compõe 45%, a Magazine Luiza 18,32% e a Ambev 11,68%. As demais ações compõem o mínimo de 5%.

#### 4.3. PERFORMANCE DAS CARTEIRAS

Após calcular os pesos ótimos das quatro estratégias é possível calcular o quanto essas carteiras teriam de retorno caso um investidor resolvesse investir nelas a partir de janeiro de 2021. Vamos utilizar um valor padrão de R\$1.000,00 e avaliar como as estratégias teriam se saído durante todo o ano.

Na figura 3 verifica-se o desempenho da carteira que maximiza o retorno médio no período de 2021 e pode-se observar que ela obteve um desempenho negativo. Essa carteira de maximização de retorno registrou uma perda de cerca de 35% no período, representando a pior performance entre as quatro carteiras.

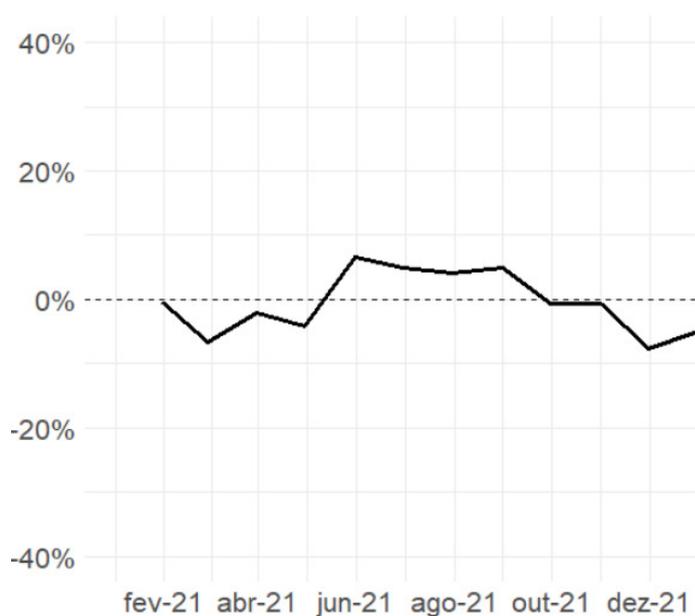
**Figura 3** - Retornos Acumulados da Carteira que Maximiza Retorno Médio (Jan/21 a Dez/21)



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Na figura 4 temos o retorno acumulado da carteira que minimiza risco. Entre as opções de carteira, essa foi a que produziu a menor perda no ano de 2021, registrando uma desvalorização de aproximadamente 5%.

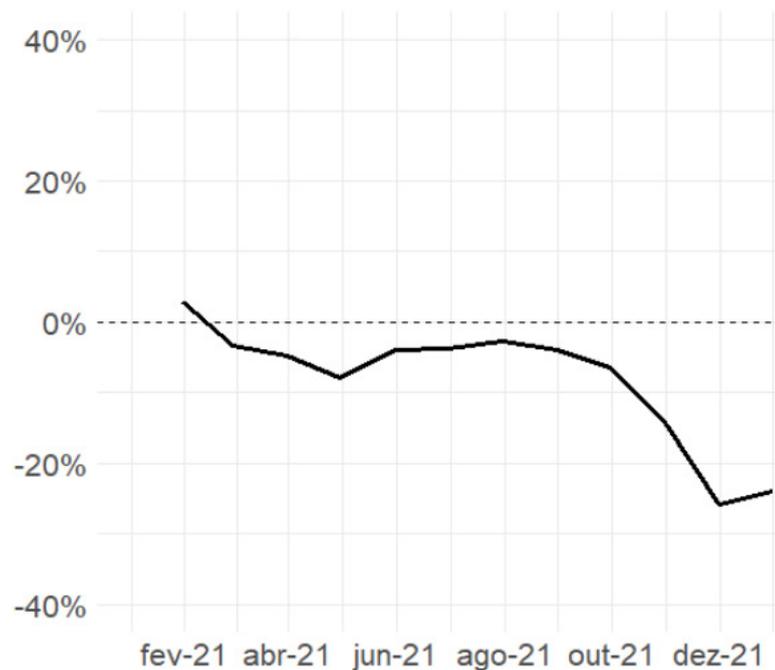
**Figura 4** - Retornos Acumulados da Carteira que Minimiza Risco (Jan/21 a Dez/21)



**Fonte:** Elaborado pelo autor

A figura 5 mostra a carteira de otimização de Sharpe. Essa carteira tenta maximizar o retorno, mas também levando em consideração o risco. Ela registrou uma redução de aproximadamente 25%.

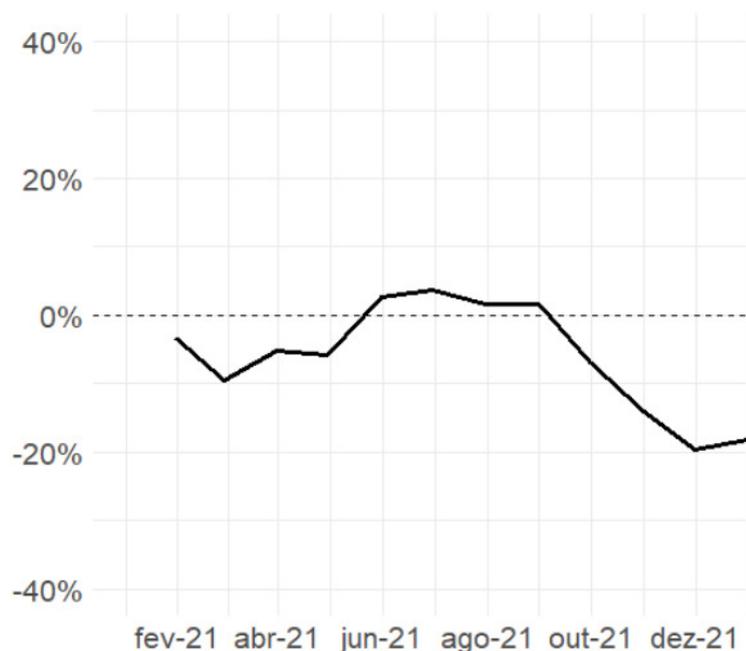
**Figura 5** - Retornos Acumulados da Carteira que maximiza o Índice de Sharpe (Jan/21 a Dez/21)



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Na figura 6 vemos a carteira de alocação igualitária. Essa carteira pode ser usada como referência, já que ela supõe que o investidor resolveu apenas dividir seu recurso investido igualmente entre as empresas, sem preocupação de reduzir risco ou aumentar o retorno. Essa carteira registrou uma desvalorização de aproximadamente 20% no período.

**Figura 6** - Retornos Acumulados da Carteira de Alocação Igualitária (Jan/21 a Dez/21)



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Após análise e aplicação das teorias, observa-se na tabela 4 que a melhor opção de investimento para o ano de 2021 foi a de minimização de risco, que apesar de ter registrado prejuízo, apresentou o melhor desempenho entre as carteiras. Os resultados das bolsas de valores mundiais nesse período foram majoritariamente negativas devido a situação global, com incertezas quanto a pandemia do COVID-19, aumento da inflação em todo o mundo, bem como o aumento de juros, que faz com que investidores institucionais transfiram investimentos de maior risco para investimentos de menor risco, como títulos de renda fixa.

**Tabela 4:** Resultados aproximado de Cada Estratégia de Carteira com Investimento Inicial de R\$1000,00 em Jan/21

<b>Estratégia</b>	<b>Estratégia de Minimização de Risco</b>	<b>Estratégia de Maximização de Retorno</b>	<b>Estratégia com índice de Sharpe</b>	<b>Estratégia com alocação igualitária</b>
Resultado aproximado	R\$ 950,00	R\$ 650,00	R\$ 750,00	R\$ 800,00
Lucro/Prejuízo aproximado	-R\$ 50,00	-R\$ 350,00	-R\$ 250,00	-R\$ 200,00

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Como pode ser observado, a melhor opção de investimento entre as empresas e dentro do período selecionado foi a carteira que minimiza o risco, onde apresentou uma queda de aproximadamente 5%, culminando em um prejuízo de R\$ 50,00 no caso de um investimento de R\$ 1.000,00 e a pior opção foi a carteira de maximização de retorno que registrou uma queda de 35%, representando uma perda de R\$ 350,00.

Além disso, ganhos passados não são garantias de ganhos futuros, no mercado de renda variável existe a possibilidade de rentabilidade negativa, mas também há possibilidade de grandes retornos positivos. Antes de fazer qualquer tipo de investimento é interessante também analisar a macroeconomia mundial para que os investimentos sejam o mais assertivos possível e tragam resultados positivos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma necessidade de maior acesso a ferramentas de análise de investimentos confiáveis e claras por parte dos investidores, ainda mais quando se trata de novos investidores, uma vez que estes se deparam com um ambiente de incertezas e riscos. Neste contexto, estudos como o de Markowitz (1952) e de Sharpe (1966) são base para o desenvolvimento de métodos de análise e tomada de decisão no mercado financeiro.

Markowitz apresentou condições para que investidores consigam maximizar retornos e minimizar riscos de um investimento por intermédio da diversificação de uma carteira de investimentos. Sharpe, apresentou um índice que mede o excesso de rendimento por unidade de risco, possibilitando a verificação de qual ativo tende a render mais em relação ao seu risco.

Após contextualização do estudo, definiu-se como principal objetivo da pesquisa, analisar o desempenho de empresas que estão entre as maiores em valor de mercado da Bolsa brasileira e apresentar quatro tipos de carteiras com diferentes tipos de estratégia.

A análise dos dados se deu entre Janeiro de 2012 e Dezembro de 2021, que forneceu informações para criação das carteiras de investimentos que tiveram seus rendimentos verificados durante o ano de 2021. Os resultados gerados pelas carteiras apresentadas foram em sua totalidade negativas. A carteira de maximização de retorno obteve o pior desempenho entre as carteiras (de aproximadamente 35% negativo); a carteira de minimização de risco apresentou o melhor desempenho entre as carteiras, uma desvalorização de aproximadamente 5%. Os resultados das carteiras foram negativos devido a um movimento de baixa no mercado brasileiro no geral. O índice Ibovespa, que é um parâmetro de temperatura da economia, performou negativamente, em quase 12% em 2021.

Diante do exposto, acredita-se que os objetivos do trabalho foram alcançados. Houve a apresentação das empresas selecionadas, análise de dados, aplicação de teorias, apresentação de carteiras de investimentos e apresentação dos resultados das carteiras. Espera-se, portanto, que o estudo sirva como base para que novos investidores possam conhecer estratégias de investimentos.

## REFERÊNCIAS

BRIAN. Peterson and Peter Carl (2018). PortfolioAnalytics: Portfolio Analysis, Including Numerical Methods for Optimization of Portfolios. R package version 1.1.0. <https://CRAN.R-project.org/package=PortfolioAnalytics>

BERNSTEIN, Peter L. Desafio aos deuses: a fascinante história do risco. Gulf Professional Publishing, 1997.

DANCHO, Matt, VAUGHAN, Davis (2021). tidyquant: Tidy Quantitative Financial Analysis. R package version 1.0.3. <https://CRAN.R-project.org/package=tidyquant>

Desemprego, **IBGE**, **2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php>. Acesso em 06/07/2022

GOEKING, Weruska. Apenas 3% dos brasileiros investiram em ações em 2020 e média aplicada caiu 31%. **Valor Investe**, **2021**. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/bolsas-e-indices/noticia/2021/01/15/apenas-3percent-dos-brasileiros-investiram-em-aco-es-em-2020-e-media-aplicada-caiu-31percent.ghtml>. Acesso em: 10/06/2021.

GONÇALVES JR, Cleber; PAMPLONA, Edson de Oliveira; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. Seleção de carteiras através do modelo de Markowitz para pequenos investidores (com uso de planilhas eletrônicas). IX Simpep. Bauru, São Paulo, 2002.

MARKOWITZ, Harry. The utility of wealth. **Journal of political Economy**, v. 60, n. 2, p. 151-158, 1952.

MOTA, António Gomes ; TOMÉ, Jorge Correia (1991) - Mercado de títulos : uma abordagem integrada. 6.a ed. Lisboa : Texto editora.

NETO, Alexandre Assaf; LIMA, Fabiano Guasti. Curso de administração financeira. Atlas, 2009.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

SHARPE, William F. Mutual fund performance. The Journal of business, v. 39, n. 1, p. 119-138, 1966.

Valor de mercado das empresas listadas, **B3, 2021**. Disponível em: [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-a-vista/valor-de-mercado-das-empresas-listadas/bolsa-de-valores-diario/](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-a-vista/valor-de-mercado-das-empresas-listadas/bolsa-de-valores-diario/). Acesso em: 07/07/2021.

LOPES, Carlos Fernando Lagrota Rezende; ANTUNES, Luanda Pereira; CARDOSO, Marco Aurélio Santos. Financiamento de longo prazo: mercado de debêntures e programa de emissão da BNDESPAR. 2007.

Ross, S. et all (1998). Princípios de Administração Financeira. São Paulo: Atlas

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, RW JAFFE; JAFFE, JEFFREY. JF  
Administração financeira. São Paulo: Atlas, 2002.

SACCOL, Amarolinda Zanela et al. Metodologia de pesquisa em administração: uma  
abordagem prática. São Leopoldo: Unisinos, 2012.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: A  
pesquisa Qualitativa em Educação – O Positivismo, A Fenomenologia, O Marxismo.  
5 ed. 18 reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

YAZBEK, Otavio. A regulamentação das bolsas de valores e das bolsas de  
mercadorias e futuros e as novas atribuições da comissão de valores mobiliários.  
Revista de Direito Bancário e do Mercado de Capitais, v. 34, p. 687-709, 2006.



```
# Transformando as informações de preço em retornos usando a função tq_transmute:
# Guardar retornos no objeto tbl_retornos
```

```
> tbl_retornos <- tbl_precos %>%
>   group_by(symbol) %>%
>   tidyquant::tq_transmute(
>     select = adjusted,
>     col_rename = "retorno",
>     mutate_fun = periodReturn,
>     period = "monthly",
>     type = "arithmetic",
>     leading = FALSE,
>     indexAt = "lastof") %>%
>   rename(ativo = symbol, data = date) %>%
>   na.omit()
```

```
#-----#
```

```
# Nome do projeto: SELEÇÃO DE CARTEIRA DE ATIVOS: APLICAÇÃO COM EMPRESAS DA B3
```

```
# Propósito do código: Criar as carteiras de investimentos
```

```
# Author: Richard Ykaro Montenegro Bezerra de Melo
```

```
# Criado em: 09/05/2022
```

```
#-----#
```

```
# Colocar os dados no formato certo
```

```
tbl_retornos_wide <- tbl_retornos %>%
  pivot_wider(names_from = ativo, values_from = retorno) %>%
  column_to_rownames("data") %>%
  as.xts()
```

```
# A carteira é analisada no período entre 2012 e 2020
```

```
tbl_retornos_wide_training <- tbl_retornos %>%
  filter(data < as.Date("2021-01-01")) %>%
  pivot_wider(names_from = ativo, values_from = retorno) %>%
  column_to_rownames("data") %>%
  as.xts()
```

```
tbl_retornos %>%
  group_by(ativo) %>%
  mutate(retorno_acumulado = cumsum(retorno)) %>%
  ggplot(aes(x = data, y = retorno_acumulado, color = ativo)) +
  geom_line() +
  geom_vline(xintercept = as.Date("2020-03-01"), linetype = 2, color = "red") +
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = 2) +
  scale_y_continuous(labels = scales::percent) +
  labs(x = "", y = "Retorno acumulado",
  title = "Retorno acumulado por empresa selecionada, 2012-2022",
  subtitle = "Linha vermelha represe o início da crise de Covid-19") +
```

```
facet_wrap(~ativo, scales = "free_y", ncol = 2) +  
theme(legend.position = "none",  
      axis.text.x = element_text(angle=45, size = 8))
```

#### # CARTEIRA DE MINIMIZAÇÃO DE RISCO

```
min_var_portfolio <- portfolio.spec(assets = tickers_2) %>%  
  add.constraint(type = "full_investment") %>%  
  add.constraint(type = "box", min = 0.05, max = 0.45) %>%  
  add.objective(type = "risk", name = "var")
```

```
otimizacao_risco <- tbl_retornos_wide_training %>%  
  optimize.portfolio(  
    portfolio = min_var_portfolio,  
    optimize_method = "quadprog",  
    trace = TRUE)
```

#### # salvar os pesos em arquivo csv

```
pesos_var_minima <- extractWeights(otimizacao_risco)
```

```
tibble(ativos = tickers_2, pesos = pesos_var_minima) %>%  
  mutate(soma_pesos = cumsum(pesos)) %>%  
  write.csv("pesos_portfolio_de_risco.csv")
```

#### # CARTEIRA DE MAXIMIZAÇÃO DE RETORNO

```
max_ret_portfolio <- portfolio.spec(assets = tickers_2) %>%  
  add.constraint(type = "full_investment") %>%  
  add.constraint(type = "box", min = 0.05, max = 0.45) %>%  
  add.objective(type = "return", name = "mean")
```

```
otimizacao_retorno <- tbl_retornos_wide_training %>%  
  optimize.portfolio(  
    portfolio = max_ret_portfolio,  
    optimize_method = "glpk",  
    trace = TRUE)
```

#### # salvar os pesos em arquivo csv

```
pesos_ret_maximo <- extractWeights(otimizacao_retorno)
```

```
tibble(ativos = tickers_2, pesos = pesos_ret_maximo) %>%  
  mutate(soma_pesos = cumsum(pesos)) %>%  
  write.csv("pesos_portfolio_de_retorno.csv")
```

#### # CARTEIRA DE SHARPE

```
sharpe_portfolio <- portfolio.spec(assets = tickers_2) %>%  
  add.constraint(type = "full_investment") %>%  
  add.constraint(type = "box", min = 0.05, max = 0.45) %>%  
  add.objective(type = "return", name = "mean") %>%  
  add.objective(type = "risk", name = "StdDev")
```

```
otimizacao_sharpe <- tbl_retornos_wide_training %>%
  optimize.portfolio(
    portfolio = sharpe_portfolio,
    optimize_method = "ROI",
    maxSR = TRUE,
    trace = TRUE)
```

```
# salvar os pesos em arquivo csv
pesos_sharpe <- extractWeights(otimizacao_sharpe)
```

```
tibble(ativos = tickers_2, pesos = pesos_sharpe) %>%
  mutate(soma_pesos = cumsum(pesos)) %>%
  write.csv("pesos_sharpe.csv")
```

```
#-----#
```

```
# Nome do projeto: SELEÇÃO DE CARTEIRA DE ATIVOS: APLICAÇÃO COM EMPRESAS DA B3
```

```
# Propósito do código: Tabelas e Gráficos
```

```
# Author: Richard Ykaro Montenegro Bezerra de Melo
```

```
# Criado em: 09/05/2022
```

```
#-----#
```

```
#TABELA ESTATÍSTICA
```

```
# Criar média e desvio-padrão e salvar como arquivo scv
tbl_retornos %>%
  group_by(ativo) %>%
  summarise(`Média` = mean(retorno),
            `Desvio-padrão` = sd(retorno)) %>%
  write.csv("estatisticas.csv")
```

```
#recuperar o retorno dos portfolios
```

```
retorno_portfolio_retorno_maximo <- tbl_retornos %>%
  filter(data > as.Date("2021-01-01")) %>%
  tq_portfolio(
    assets_col = ativo,
    returns_col = retorno,
    weights = pesos_ret_maximo,
    col_rename = "retorno_max_retorno",
    rebalance_on = "months")
```

```
retorno_portfolio_risco_minimo <- tbl_retornos %>%
  filter(data > as.Date("2021-01-01")) %>%
  tq_portfolio(
    assets_col = ativo,
    returns_col = retorno,
    weights = pesos_var_minima,
```

```

        col_rename = "retorno_minimo_risco",
        rebalance_on = "months"
    )

retorno_portfolio_sharpe <- tbl_retornos %>%
  filter(data > as.Date("2021-01-01")) %>%
  tq_portfolio(
    assets_col = ativo,
    returns_col = retorno,
    weights = pesos_sharpe,
    col_rename = "retorno_max_sharpe",
    rebalance_on = "months"
  )

# Retorno acumulado

peso_naive <- rep(1/9, 9)

retorno_portfolio_naive <- tbl_retornos %>%
  filter(data > as.Date("2021-01-01")) %>%
  tq_portfolio(
    assets_col = ativo,
    returns_col = retorno,
    weights = peso_naive,
    col_rename = "retorno_naive",
    rebalance_on = "months"
  )

retorno_portfolio <- retorno_portfolio_naive %>%
  left_join(retorno_portfolio_retorno_maximo, by = "data") %>%
  left_join(retorno_portfolio_risco_minimo, by = "data") %>%
  left_join(retorno_portfolio_sharpe, by = "data")

retorno_portfolio_acumulado <- retorno_portfolio %>%
  pivot_longer(cols = "retorno_naive":"retorno_max_sharpe",
    names_to = "estrategia",
    values_to = "retorno") %>%
  mutate(estrategia = case_when(
    estrategia == "retorno_max_retorno" ~ "Maximizar Retorno Médio",
    estrategia == "retorno_minimo_risco" ~ "Minimizar o risco",
    estrategia == "retorno_naive" ~ "Alocação igualitária",
    estrategia == "retorno_max_sharpe" ~ "Maximizar Razão de Sharpe")) %>%
  group_by(estrategia) %>%
  mutate(retorno_acumulado = cumsum(retorno)) %>%
  ungroup()

# Gráfico dos retornos acumulados

retorno_portfolio_acumulado %>%
  filter(estrategia == "Maximizar Retorno Médio") %>%
  ggplot(aes(x = data, y = retorno_acumulado)) +

```

```

geom_line(size = 1.2) +
geom_hline(aes(yintercept = 0), linetype = 2) +
scale_y_continuous(label = scales::percent, limits = c(-0.4, 0.4)) +
scale_x_date(date_breaks = "2 months", date_labels = "%b-%y", limits =
c(as.Date("2021-01-01"),as.Date("2021-12-31"))) +
#facet_wrap( ~ estrategia) +
theme_minimal() +
labs(x = "", y = "") +
theme(legend.position = "none", text = element_text(size = 20),
axis.text.x = element_text(angle = 0))

```

```

retorno_portfolio_acumulado %>%
filter(estrategia == "Minimizar o risco") %>%
ggplot(aes(x = data, y = retorno_acumulado)) +
geom_line(size = 1.2) +
geom_hline(aes(yintercept = 0), linetype = 2) +
scale_y_continuous(label = scales::percent, limits = c(-0.4, 0.4)) +
scale_x_date(date_breaks = "2 months", date_labels = "%b-%y", limits =
c(as.Date("2021-01-01"),as.Date("2021-12-31"))) +
#facet_wrap( ~ estrategia) +
theme_minimal() +
labs(x = "", y = "") +
theme(legend.position = "none", text = element_text(size = 20),
axis.text.x = element_text(angle = 0))

```

```

retorno_portfolio_acumulado %>%
filter(estrategia == "Maximizar Razão de Sharpe") %>%
ggplot(aes(x = data, y = retorno_acumulado)) +
geom_line(size = 1.2) +
geom_hline(aes(yintercept = 0), linetype = 2) +
scale_y_continuous(label = scales::percent, limits = c(-0.4, 0.4)) +
scale_x_date(date_breaks = "2 months", date_labels = "%b-%y", limits =
c(as.Date("2021-01-01"),as.Date("2021-12-31"))) +
#facet_wrap( ~ estrategia) +
theme_minimal() +
labs(x = "", y = "") +
theme(legend.position = "none", text = element_text(size = 20),
axis.text.x = element_text(angle = 0))

```

```

retorno_portfolio_acumulado %>%
filter(estrategia == "Alocação igualitária") %>%
ggplot(aes(x = data, y = retorno_acumulado)) +
geom_line(size = 1.2) +
geom_hline(aes(yintercept = 0), linetype = 2) +
scale_y_continuous(label = scales::percent, limits = c(-0.4, 0.4)) +
scale_x_date(date_breaks = "2 months", date_labels = "%b-%y", limits =
c(as.Date("2021-01-01"),as.Date("2021-12-31"))) +
#facet_wrap( ~ estrategia) +
theme_minimal() +
labs(x = "", y = "") +

```

```
theme(legend.position = "none", text = element_text(size = 20),  
      axis.text.x = element_text(angle = 0))
```

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### Trabalho de conclusão de curso

**Assunto:** Trabalho de conclusão de curso  
**Assinado por:** Richard Melo  
**Tipo do Documento:** Anexo  
**Situação:** Finalizado  
**Nível de Acesso:** Ostensivo (Público)  
**Tipo do Conferência:** Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Richard Ykaro Montenegro Bezerra de Melo, ALUNO (20181460076) DE BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO - JOÃO PESSOA, em 13/07/2022 13:31:53.

Este documento foi armazenado no SUAP em 13/07/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 570293

Código de Autenticação: 4b39500448

