



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

**Construção de Carteiras Eficientes com Ações
Blue Chips: Uma Aplicação do CAPM e da
Teoria de Markowitz**

Nicolas Larin Ribeiro Jagoda

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - CCS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

Graduação em Administração de Empresas

Rio de Janeiro, Junho de 2024.



Nicolas Larin Ribeiro Jagoda

**Construção de Carteiras Eficientes com Ações *Blue Chips*:
Uma Aplicação do CAPM e da Teoria de Markowitz**

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao programa de graduação em Administração da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de graduação em Administração.

Orientador (a): Graziela Fortunato

Rio de Janeiro, Junho de 2024.

Agradecimentos

Agradeço ao meu avô, Marcos e minha mãe, Cristiane, pelo amor incondicional e por sempre colocarem minha educação em primeiro plano, proporcionando as melhores oportunidades que um filho/neto poderia pedir. Me faltam palavras para expressar a gratidão que tenho por esses dois.

Agradeço também aos meus amigos de escola, que se tornaram irmãos para toda a vida e me mostraram o verdadeiro significado de parceria. Miguel, Cauê, Thomaz, Pedro, João, Thiago e André, sem vocês seria impossível ter uma vida leve e sorridente.

Por fim, agradeço aos meus irmãos, Sacha e Dimitri, que são meus maiores parceiros da vida.

Resumo

Ribeiro, Nicolas Larin. Construção de Carteiras Eficientes com Ações *Blue Chips*: Uma Aplicação do CAPM e da Teoria de Markowitz. Rio de Janeiro, 2024. Número de páginas 26. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O objetivo deste trabalho é explorar a construção de carteiras eficientes compostas por ações de empresas de grande capitalização (blue chips) utilizando o Capital Asset Pricing Model (CAPM) e a Teoria de Carteiras de Markowitz. Foram selecionadas quatro ações do mercado brasileiro: JBSS3, WEGE3, VALE3 e VIVT3, categorizadas como "baratas" e "caras" com base no CAPM. Utilizaram-se dados históricos de cotações mensais de janeiro de 2019 a dezembro de 2023 para calcular o retorno médio, risco, variância e beta das ações. Com essas informações, foram formadas carteiras simples e analisadas suas correlações para verificar a eficiência na redução do risco. Concluiu-se que a melhor composição para a carteira "barata" é 60% WEGE3 e 40% JBSS3, enquanto para a carteira "cara" é 40% VALE3 e 60% VIVT3. Posteriormente, realizou-se um backtesting com dados de 2024 para verificar a rentabilidade das duas carteiras. Este estudo demonstra a aplicação prática dos modelos teóricos de CAPM e Markowitz na construção de carteiras de investimento, destacando a importância da análise de risco e retorno na tomada de decisões financeiras.

Palavras - chave

CAPM; Teoria de Carteiras de Markowitz; *Blue Chips*; Risco e Retorno; Fronteira Eficiente

Abstract

Ribeiro, Nicolas Larin. Construção de Carteiras Eficientes com Ações *Blue Chips*: Uma Aplicação do CAPM e da Teoria de Markowitz. Rio de Janeiro, 2024. Número de páginas 26. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The objective of this work is to explore the construction of efficient portfolios composed of blue-chip stocks using the Capital Asset Pricing Model (CAPM) and Markowitz's Portfolio Theory. Four stocks from the

Brazilian market were selected: JBSS3, WEGE3, VALE3, and VIVT3, categorized as "cheap" and "expensive" based on the CAPM. Historical monthly price data from January 2019 to December 2023 were used to calculate the average return, risk, variance, and beta of the stocks. With this information, simple portfolios were formed, and their correlations were analyzed to verify efficiency in risk reduction. It was concluded that the best composition for the "cheap" portfolio is 60% WEGE3 and 40% JBSS3, while for the "expensive" portfolio, it is 40% VALE3 and 60% VIVT3. Subsequently, a backtest was performed with 2024 data to verify the profitability of the two portfolios. This study demonstrates the practical application of the theoretical models of CAPM and Markowitz in the construction of investment portfolios, highlighting the importance of risk and return analysis in financial decision-making..

Keywords

CAPM, Markowitz Portfolio Theory, Blue Chips, Risk and Return, Efficient Frontier.

Sumário

1 . Introdução	1
1.1. Introdução ao tema e ao problema do estudo	1
1.2. Objetivo do estudo	2
1.3. Objetivos intermediários do estudo	3
1.4. Delimitação e foco do estudo	3
1.5. Justificativa e relevância do estudo	4
2 . Referencial Teórico	6
2.1 Avaliação de ativos	6
2.2. Teoria de Markowitz	7
2.2.1 Diversificação e Risco	8
2.2.2 Cálculo da Correlação	9
2.2.3. Fronteira Eficiente	10
2.3. <i>Capital Asset Pricing Model</i> (CAPM)	11
2.3.1. Cálculo do Beta	12
2.3.2. Prêmio de Risco	13
3 . Metodologia	14
3.1. Amostra e Coleta de dados	14
3.2. Variáveis e tratamento dos dados	16
3.3. Análise de Correlação	18
3.4. Carteira de Menor Variância	18
4 . Análise dos resultados	20
4.1. Composição das carteiras e riscos associados	20
4.2. Rentabilidade das Carteiras em 2024	21
4.2.1. Rentabilidade da Carteira "Cara"	21
4.2.2. Rentabilidade da Carteira "Barata"	22
4.3. Comparação com Outras Carteiras	22

5 . Conclusões e contribuições do estudo	24
6 . Referências	25

Lista de tabelas

Tabela 1: Cotações Ações selecionadas.....	16
Tabela 2: Rentabilidade das ações.....	16
Tabela 3: Retorno Médio, Desvio Padrão, Variância das Ações e Beta.....	18
Tabela 4: Retornos Esperados das Ações (CAPM).....	18
Tabela 5: Matriz de Correlação.....	20
Tabela 6: Distribuições de Pesos para Carteiras.....	21
Tabela 7: Rentabilidade carteiras.....	23
Tabela 8: Rentabilidade e Índices.....	24

Lista de Fórmulas

Fórmula 1: Correlação entre dois ativos.....	9
Fórmula 2: CAPM.....	11
Fórmula 3: Beta.....	12
Fórmula 4: Rentabilidade da ação.....	15
Fórmula 5: Covariância entre o retorno da ação e o retorno do mercado.....	16
Fórmula 6: Rentabilidade da Carteira "Cara"	21
Fórmula 7: Resultado da Rentabilidade da Carteira "Cara"	21
Fórmula 8: Rentabilidade da Carteira "Barata".....	22
Fórmula 9: Resultado da Rentabilidade da Carteira "Barata".....	22

1. Introdução

No presente estudo, foi realizada uma análise sobre a construção de carteiras eficientes utilizando ações de empresas de grande capitalização (*blue chips*) do mercado brasileiro. A pesquisa focou na aplicação do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) e da Teoria de Carteiras de Markowitz para formar e otimizar essas carteiras. As ações selecionadas para este estudo foram JBSS3, WEGE3, VALE3 e VIVT3, categorizadas como "baratas" e "caras" com base em seus preços de mercado e indicadores financeiros.

1.1 Introdução ao tema e ao problema do estudo

A construção de carteiras eficientes é um tema central em finanças, essencial para investidores que buscam maximizar o retorno ajustado ao risco. Desde os estudos pioneiros de Harry Markowitz na década de 1950, a diversificação de ativos tem sido reconhecida como uma estratégia fundamental para a redução do risco não sistemático. Markowitz introduziu a ideia de que, ao combinar ativos que não são perfeitamente correlacionados, é possível reduzir a variabilidade dos retornos da carteira. Este conceito estabeleceu as bases para a Moderna Teoria de Portfólios.

O *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), desenvolvido por William Sharpe, John Lintner e Jan Mossin nos anos 60, introduziu uma forma de estimar o retorno esperado de um ativo com base em seu risco sistemático, medido pelo beta. O CAPM sugere que o retorno de um ativo é proporcional ao seu risco em relação ao mercado, e essa relação é representada pela linha de mercado de títulos.

No contexto do mercado financeiro brasileiro, as ações de grande capitalização, conhecidas como *blue chips*, são frequentemente escolhidas por investidores devido à sua estabilidade e liquidez. Este estudo foca na

aplicação do CAPM e da Teoria de Carteiras de Markowitz para formar carteiras eficientes com ações *blue chips* do mercado brasileiro. A utilização de métodos quantitativos e estatísticos possibilita a otimização das escolhas de investimento, visando sempre a maximização do retorno esperado para um dado nível de risco. Muitos investidores baseiam suas decisões no conceito de "*greater fool*" se refere à estratégia de investimento em que um indivíduo compra um ativo a um preço elevado, muitas vezes acima do seu valor intrínseco, na esperança de encontrar um "tolinho maior" (ou seja, um investidor menos informado ou mais disposto a pagar um preço ainda mais alto) para vender o ativo no futuro. Essa abordagem, embora possa gerar ganhos temporários, é intrinsecamente arriscada, pois não se baseia em fundamentos sólidos ou na avaliação real do valor do ativo. O investidor que pratica o conceito de "*greater fool*" está essencialmente confiando na capacidade de encontrar alguém disposto a pagar um preço maior, criando assim uma dinâmica de mercado baseada na especulação e na esperança de que sempre haverá outro investidor disposto a assumir o ativo a preços crescentes Damodaran (2008).

Um ponto pacífico entre acadêmicos na área de finanças é de que para se tomar uma decisão de investimento é preciso fazer uma avaliação fundamentalista dos ativos alvo, que leva em consideração o passado dos ativos, não sendo possível contar com achismos para conseguir lucrar com transações.

1.2 Objetivo do estudo

O objetivo principal desta monografia é explorar a construção de carteiras eficientes compostas por ações de empresas de grande capitalização (*blue chips*) através da aplicação do CAPM e da Teoria de Carteiras de Markowitz. A pesquisa será dividida em várias etapas que incluem a seleção de ações, montagem de carteiras, avaliação da correlação entre as ações selecionadas e análise de risco e retorno. Inicialmente, será utilizado o CAPM para identificar e selecionar quatro ações *blue chips*, categorizando-as em "caras" e "baratas". Em seguida, serão formadas carteiras simples compostas por JBSS3 e WEGE3 (ações

baratas) e VALE3 e VIVT3 (ações caras). Será feita uma análise da correlação entre essas ações para verificar se a combinação de ações com baixa correlação pode reduzir o risco da carteira. Por fim, aplicaremos a Teoria de Markowitz para avaliar a eficiência das carteiras formadas, calculando o risco (desvio padrão) e o retorno esperado das carteiras, e comparando se essas combinações oferecem um retorno maior para um dado nível de risco.

1.3 Objetivos intermediários do estudo

- Identificar as 13 ações analisadas no mercado brasileiro e categorizá-las como "caras" e "baratas".
- Calcular o retorno teórico das ações utilizando o Capital Asset Pricing Model (CAPM) para determinar quais são consideradas caras e quais são baratas.
- Selecionar as ações categorizadas como caras e baratas, formar duas carteiras distintas e avaliar a correlação entre as ações escolhidas para compreender a dinâmica de risco e retorno.
- Aplicar a Teoria de Markowitz para determinar a carteira de mínima variância.
- Realizar um backtesting com dados de 2024 para verificar se a carteira de ações baratas apresentou um retorno superior e se a carteira de ações caras apresentou um retorno inferior, conforme previsto.

1.4 Delimitação e foco do estudo

Após a análise de 13 ações, observou-se que apenas 6 estavam fora do preço justo. No entanto, este estudo se limita apenas às ações com características de blue chips, que incluem grande capitalização de mercado, estabilidade nos lucros e um histórico sólido de dividendos. Dentre as ações fora do preço justo, apenas 4 atendiam a esses critérios: JBSS3, WEGE3, VALE3 e VIVT3. A análise será baseada em dados

históricos de preços e retornos dessas ações, abrangendo um período de cinco anos (2019 a 2023). A escolha dessas ações se baseia em sua relevância e representatividade no mercado de capitais brasileiro. Inicialmente, foram analisadas 13 ações do mercado brasileiro, e essas quatro ações foram selecionadas por se enquadrarem nos critérios estabelecidos, categorizando-as como "caras" e "baratas" conforme o CAPM.

A pesquisa se concentra na análise específica dessas quatro ações. O estudo também não abrange outros tipos de ativos financeiros além das ações mencionadas. A análise observa exclusivamente na eficiência das carteiras formadas pelas ações selecionadas, sem considerar a integração dessas carteiras em um portfólio maior e mais diversificado.

A delimitação temporal do estudo é restrita ao período de 2019 a 2024, não sendo consideradas projeções futuras além desse intervalo. A metodologia aplicada inclui a coleta e tratamento de dados históricos de preços e retornos das ações, a aplicação do CAPM para calcular e comparar o retorno esperado do retorno teórico e a utilização da Teoria de Carteiras de Markowitz para encontrar as carteiras de menor variância. A análise de correlação entre as ações selecionadas é fundamental para entender a dinâmica de risco e retorno das carteiras formadas.

1.5 Justificativa e relevância do estudo

A relevância deste estudo reside na contribuição para a teoria e prática da formação de carteiras, oferecendo análise simples sobre a combinação de ações caras e baratas para a maximização do retorno e minimização do risco. Investidores e assessores de investimentos podem se beneficiar das estratégias aqui discutidas, aplicando os conceitos do CAPM e da Teoria de Markowitz para otimizar suas decisões de investimento.

O mercado financeiro brasileiro tem mostrado uma evolução significativa nos últimos anos, com um aumento na participação de investidores individuais e institucionais. No entanto, o processo da formação de carteiras em Renda Variável ainda é um campo que necessita

de mais estudos e aplicações práticas, visto a proporção do aumento dos investidores na bolsa e a falta de profissionais preparados realizando a montagem de carteiras de ativos.

A aplicação das teorias de Markowitz e do CAPM no contexto brasileiro pode fornecer uma base sólida para estratégias de investimento mais robustas e informadas. Este estudo também se enquadra para a academia, pois amplia o corpo de conhecimento existente sobre a aplicação de teorias financeiras em mercados emergentes. A pesquisa contribui para a compreensão de como técnicas clássicas de formação de carteiras podem ser adaptadas e aplicadas em diferentes contextos econômicos e de mercado.

A justificativa para a escolha das ações JBSS3, WEGE3, VALE3 e VIVT3 reside em sua representatividade no mercado brasileiro e na diversidade de seus setores, proporcionando uma análise abrangente de diferentes dinâmicas de mercado.

2. Referencial Teórico

2.1 Avaliação de ativos

As *blue chips* são ações de empresas grandes, estabelecidas e financeiramente sólidas que possuem uma reputação de qualidade, confiabilidade e capacidade de operar lucrativamente em bons e maus momentos. O termo "*blue chip*" é derivado do pôquer, onde a ficha azul é a de maior valor. No contexto do mercado financeiro, são consideradas as ações de maior valor e prestígio.

As *blue chips* são ações de empresas que possuem uma capitalização de mercado elevada, uma longa história de operação e uma forte presença em seus respectivos setores. Essas empresas geralmente são líderes de mercado, com uma marca estabelecida e uma ampla base de clientes. As principais características das *blue chips* incluem estabilidade financeira, dividendos consistentes, alta liquidez e reputação de boa governança corporativa (InfoMoney, 2024).

Enquanto essas ações representam os ativos de maior prestígio e valor, existem outras categorias de ações que diferem em termos de risco e retorno. As ações *mid caps* e *small caps*, por exemplo, são emitidas por empresas de tamanho médio e pequeno, respectivamente. Essas empresas têm maior potencial de crescimento, mas também apresentam maior volatilidade e risco. Já as ações de crescimento são emitidas por empresas que esperam crescer a taxas acima da média do mercado e geralmente não pagam dividendos, pois reinvestem seus lucros para financiar o crescimento.

As ações *blue chips* oferecem várias vantagens, como menor risco devido à sua estabilidade financeira, rendimentos confiáveis de dividendos e alta liquidez, facilitando a entrada e saída do mercado para os investidores. No entanto, também apresentam desvantagens, como menor

potencial de crescimento devido ao seu tamanho já elevado e preços mais altos. Elas desempenham um papel crucial no mercado financeiro, oferecendo uma combinação de estabilidade, liquidez e rendimentos consistentes. Elas são uma escolha popular entre investidores conservadores que buscam minimizar o risco enquanto garantem um fluxo constante de renda.

2.2. Teoria de Markowitz

Harry Markowitz introduziu a Teoria de Carteiras em 1952 com seu artigo seminal "Portfolio Selection". Ele demonstrou que a diversificação de ativos pode reduzir significativamente o risco de uma carteira. A Teoria de Markowitz baseia-se na correlação entre ativos e na maximização do retorno esperado para um dado nível de risco, utilizando a fronteira eficiente. A fronteira eficiente é composta pelas combinações de ativos que oferecem o maior retorno possível para cada nível de risco, ou o menor risco possível para cada nível de retorno.

A fronteira eficiente aponta as melhores alternativas de combinação de investimento, mas nada diz sobre qual combinação ou qual carteira deverá ser selecionada. Assim, com a determinação da fronteira eficiente, os investidores teriam condições de executar melhores análises e se concentrar na seleção de uma melhor carteira na fronteira eficiente, em função de suas características pessoais (Markowitz, 1952). A Teoria de Markowitz é a base da Moderna Teoria de Portfólios e influenciou fortemente as práticas de investimento, fornecendo uma estrutura matemática para a diversificação e otimização das carteiras.

Diversos estudos subsequentes ampliaram e refinaram a teoria original de Markowitz, integrando novos elementos como restrições de liquidez e taxas de transação. Por exemplo, Liu et al. (2011) exploraram como as restrições de liquidez, custos de margem e custos de transação podem ser incorporados na seleção de portfólios long-short, mostrando como essas restrições afetam a composição ideal do portfólio.

Outro estudo relevante é o de Giorgio Arici et al. (2019), que propõe um método unificado para avaliar a melhor alocação de portfólio, incluindo fatores como alavancagem, vendas a descoberto e custos de transação. Esse trabalho destaca como a inclusão de custos de transação pode complicar, mas também refinar, a aplicação prática da teoria de Markowitz ([MDPI](#)).

Além disso, a aplicação prática da teoria em diferentes mercados e períodos históricos ajudou a validar a robustez e a adaptabilidade dos seus princípios fundamentais. No entanto, um dos desafios contínuos é a coleta e tratamento dos dados necessários para a aplicação precisa dos modelos, especialmente em mercados emergentes como o Brasil, onde a disponibilidade e a qualidade dos dados podem ser limitadas.

2.2.1 Diversificação e Risco

A diversificação é uma estratégia fundamental na Teoria de Carteiras. Ao combinar ativos com diferentes características de risco e retorno, é possível reduzir o risco total da carteira. Markowitz demonstrou que o risco de uma carteira não é simplesmente a média ponderada dos riscos individuais dos ativos, mas também depende das correlações entre eles. Quando os ativos não são perfeitamente correlacionados, a diversificação pode reduzir a variância da carteira. Para Markowitz (1959), a diversificação deve ser feita entre indústrias com diferentes características econômicas, pois empresas de diferentes indústrias tendem a ter covariâncias menores.

A prática da diversificação permite que os investidores não dependam do desempenho de um único ativo ou setor. Ao distribuir os investimentos, o risco específico de um ativo pode ser compensado pelo desempenho de outros ativos não correlacionados ou negativamente correlacionados. Este princípio é particularmente relevante em mercados voláteis, onde eventos inesperados podem impactar significativamente ativos individuais.

A correlação entre ativos é crucial para uma diversificação eficiente, onde ativos com correlação negativa ou baixa proporcionam uma melhor redução de risco. A correlação é uma medida estatística que indica o grau

de relacionamento entre duas variáveis e varia de -1 a +1. Na construção de carteiras, é desejável combinar ativos com baixa correlação para maximizar os benefícios da diversificação.

2.2.2 Cálculo da Correlação

A correlação entre dois ativos i e j é dada por:

$$\rho_{ij} = \frac{\text{Cov}(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (1)$$

Onde ρ_{ij} é o coeficiente de correlação, $\text{Cov}(R_i, R_j)$ é a covariância entre os retornos dos ativos i e j, e σ_i e σ_j são os desvios padrão dos retornos dos ativos i e j, respectivamente. A correlação varia de -1 a +1, onde -1 indica correlação perfeita negativa, +1 indica correlação perfeita positiva, e 0 indica ausência de correlação. Para maximizar os benefícios da diversificação, é ideal selecionar ativos que apresentem baixa correlação, de forma a reduzir a volatilidade total da carteira e melhorar o perfil de risco-retorno.

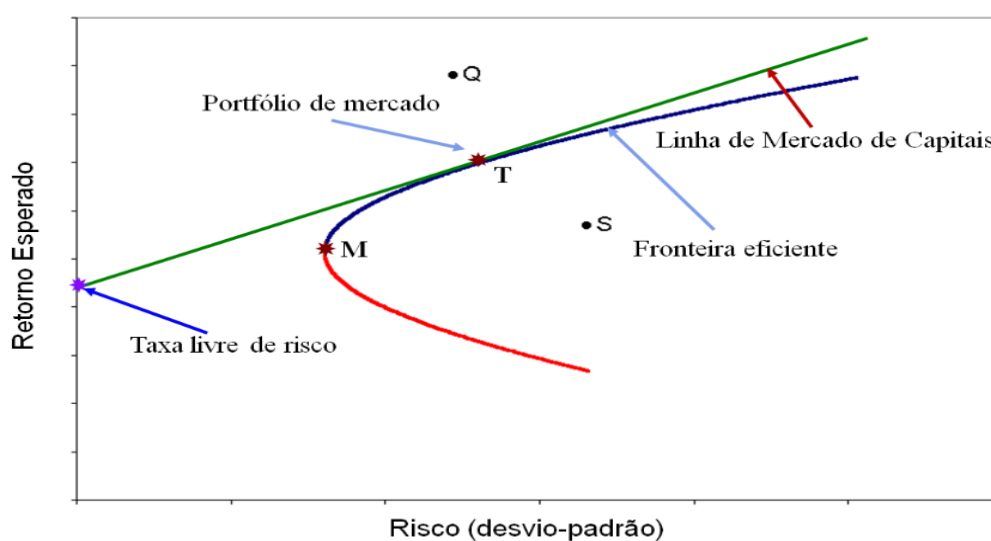
A correlação é uma ferramenta poderosa na análise de portfólios, permitindo a identificação de pares de ativos que podem ser combinados para reduzir o risco. Por exemplo, se duas ações têm uma correlação de -1, significa que seus preços se movem em direções opostas. Portanto, combiná-las em um portfólio pode, teoricamente, eliminar todo o risco não sistemático. Na prática, a correlação perfeita negativa é rara, mas mesmo correlações moderadamente negativas podem proporcionar benefícios significativos.

Ao calcular a correlação, é importante considerar o período de tempo e a frequência dos dados utilizados (diários, semanais, mensais). Diferentes períodos podem revelar diferentes padrões de correlação. Além disso, eventos específicos, como crises financeiras, podem alterar temporariamente a correlação entre ativos. Portanto, uma análise contínua e atualização dos dados são cruciais para manter a eficácia da diversificação.

2.2.3 Fronteira Eficiente

A fronteira eficiente representa o conjunto de carteiras que oferecem o maior retorno esperado para um dado nível de risco. Investidores racionais escolheriam uma carteira na fronteira eficiente, pois qualquer carteira abaixo dessa fronteira é subótima, oferecendo um menor retorno para o mesmo nível de risco.

Imagem 1 – Fronteira eficiente.



Fonte – Suno Research (<https://www.suno.com.br/artigos/fronteira-eficiente/>)

A fronteira eficiente é visualmente representada como uma curva no gráfico de risco-retorno, onde cada ponto na curva representa uma carteira diferente. A inclinação da curva revela a relação entre risco e retorno, e a escolha de uma carteira específica na fronteira depende da tolerância ao risco do investidor. A diversificação, conforme proposto por Markowitz, é essencial para atingir esses pontos na fronteira eficiente, pois ela ajuda a equilibrar o risco e o retorno.

Estudos posteriores expandiram a teoria de Markowitz, incorporando restrições adicionais, como limitações na alocação de ativos e a inclusão de ativos sem risco. Essas expansões permitiram uma aplicação mais prática e refinada da teoria em diferentes cenários de mercado. A fronteira

eficiente permanece uma ferramenta central na gestão de investimentos, usada para guiar a alocação de ativos em carteiras diversificadas.

2.3 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

O CAPM, desenvolvido por Sharpe, Lintner e Mossin, estima o retorno esperado de um ativo com base em seu beta, que mede a sensibilidade do ativo em relação ao mercado. A equação do CAPM é dada por:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f) \quad (2)$$

Onde $E(R_i)$ é o retorno esperado do i , R_f é o retorno livre de risco, β_i é o beta do ativo i , e $E(R_m)$ é o retorno esperado do mercado. O modelo CAPM considera que os investidores são avessos ao risco e, portanto, exigem um prêmio pelo risco assumido ao investir em ativos mais voláteis.

O CAPM é uma das ferramentas mais utilizadas para precificação de ativos e avaliação de desempenho. Ele fornece uma relação linear entre o risco sistemático (beta) e o retorno esperado, simplificando a avaliação de ativos em um portfólio diversificado. O beta, sendo uma medida de risco relativo, ajuda a entender como o retorno de um ativo se comporta em relação ao retorno do mercado como um todo.

Apesar de suas contribuições significativas, o CAPM não é isento de críticas. Algumas limitações incluem a suposição de mercados eficientes, a constância do beta no tempo e a dificuldade de estimar o retorno esperado do mercado. Essas limitações levaram ao desenvolvimento de modelos alternativos como o Arbitrage Pricing Theory (APT) e modelos multifatoriais, que tentam capturar um conjunto mais amplo de riscos.

2.3.1 Cálculo do Beta

O beta de um ativo é calculado como a covariância entre o retorno do ativo e o retorno do mercado, dividida pela variância do retorno do mercado:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\text{Var}(R_m)} \quad (3)$$

O beta indica o grau de sensibilidade do retorno do ativo em relação ao retorno do mercado. Um beta maior que 1 indica que o ativo é mais volátil que o mercado, enquanto um beta menor que 1 indica que o ativo é menos volátil.

Para calcular o beta, são necessários dados históricos de retornos do ativo e do mercado. Esses dados são frequentemente extraídos de fontes financeiras confiáveis e processados para calcular a covariância e a variância. O beta é uma medida dinâmica e pode variar ao longo do tempo, refletindo mudanças nas condições de mercado e nas características específicas do ativo.

Investidores e gestores de portfólio utilizam o beta para construir carteiras alinhadas com suas tolerâncias ao risco. Por exemplo, uma carteira com um beta inferior a 1 tende a ser menos volátil que o mercado, adequada para investidores mais conservadores. Em contraste, uma carteira com beta superior a 1 é mais volátil e potencialmente oferece retornos mais elevados, adequada para investidores com maior tolerância ao risco.

2.3.2 Prêmio de Risco

O CAPM considera o prêmio de risco, que é a diferença entre o retorno esperado do mercado e o retorno livre de risco. Este prêmio compensa os investidores pelo risco adicional assumido ao investir em ativos arriscados. A equação do CAPM reflete esta compensação, ajustando o retorno esperado de acordo com o beta do ativo. O prêmio de

risco é essencial para entender a atratividade de um investimento, sendo uma métrica crucial para a avaliação do desempenho ajustado ao risco.

O prêmio de risco é influenciado por diversas variáveis econômicas, incluindo a inflação, as taxas de juros e as expectativas de crescimento econômico. Em mercados emergentes, como o Brasil, o prêmio de risco tende a ser maior devido à maior incerteza e volatilidade associadas a esses mercados. Esta maior incerteza pode ser resultado de fatores como instabilidade política, flutuações cambiais e riscos econômicos.

Para investidores, entender o prêmio de risco é fundamental para a tomada de decisões de investimento. Ele ajuda a determinar se os retornos potenciais de um investimento são suficientes para justificar o risco assumido. Um prêmio de risco elevado pode indicar oportunidades de alto retorno, mas também implica uma maior probabilidade de perda. Por isso, é essencial equilibrar a busca por retornos elevados com uma gestão eficaz do risco.

3. Metodologia

3.1 Amostra e Coleta de Dados

A amostra do estudo consistiu inicialmente em 13 ações da bolsa de valores brasileira, abrangendo um período de cinco anos, de janeiro de 2019 a dezembro de 2023. As cotações mensais dessas ações foram coletadas das plataformas *Yahoo Finance* (<https://br.financas.yahoo.com/>) e *Investing* (<https://investing.com/>). Essas plataformas foram escolhidas devido à sua confiabilidade, acessibilidade e abrangência de dados históricos.

A escolha do período de cinco anos se baseia na necessidade de capturar um ciclo econômico completo, permitindo uma análise robusta dos dados. Este período também inclui eventos macroeconômicos relevantes que poderiam impactar os preços das ações, como a pandemia de COVID-19, que trouxe volatilidade significativa aos mercados financeiros.

Para assegurar a qualidade e a precisão dos dados, foram realizadas verificações preliminares para identificar e corrigir possíveis inconsistências, como valores faltantes ou outliers. A limpeza dos dados é um passo crucial para evitar que erros comprometam a validade dos resultados.

Tabela 1 – Cotações Ações selecionadas.

Cotação Mensal															
Pricing Date	CDI	IBOVESPA	Vale3	WEGE3	VIVT3	TIMS3	CPLE6	CSRN6	PETR4	PCAR3	KLBN4	BRAP4	ABCB4	GGBR4	JBSS3
dez-18	0,49%	89.504	36,19	8,58	37,36	10,26	2,21	3,89	24,63	82,46	2,72	9,95	12,79	15,38	10,60
jan-19	0,49%	87.887	32,29	8,47	36,31	10,25	2,15	4,17	22,68	80,32	2,63	9,92	13,10	14,72	12,57
fev-19	0,54%	97.675	33,43	9,10	36,58	10,87	2,49	5,06	25,56	93,20	2,93	8,99	16,12	15,31	15,61
mar-19	0,49%	96.161	36,14	8,93	37,93	10,36	2,52	5,95	26,94	92,69	2,91	9,21	14,77	14,81	17,26
abr-19	0,47%	95.473	35,56	8,75	39,04	10,34	2,56	6,05	27,93	94,50	2,87	10,19	15,39	14,91	16,76
mai-19	0,52%	97.025	34,78	9,03	38,22	10,25	2,93	6,75	27,01	94,51	2,81	10,19	15,71	13,94	19,66
jun-19	0,54%	97.140	36,78	9,26	39,49	9,64	3,41	7,65	25,35	94,52	2,73	9,99	14,60	13,73	23,41
jul-19	0,47%	101.570	35,35	10,38	39,02	10,20	3,45	7,93	27,20	94,53	2,89	10,69	15,53	15,05	25,89
ago-19	0,57%	101.967	32,34	11,65	42,10	10,71	3,49	8,22	25,88	94,54	2,76	10,29	14,91	13,61	22,34
set-19	0,50%	102.221	33,89	11,00	43,01	10,92	3,70	8,42	25,33	100,00	2,75	9,25	15,30	12,81	22,49
out-19	0,46%	105.139	33,50	11,87	41,84	10,57	3,53	9,54	27,00	90,00	2,80	10,27	14,89	13,10	20,37
nov-19	0,48%	107.885	35,47	12,49	41,63	10,28	3,96	10,50	29,78	81,50	2,90	10,42	15,01	13,37	21,78
dez-19	0,38%	108.359	38,83	14,90	43,31	12,19	4,49	10,28	28,75	86,00	3,33	11,13	15,31	16,97	17,93
jan-20	0,37%	115.952	36,62	17,00	45,88	14,10	5,09	10,61	30,18	88,88	3,49	12,72	16,79	19,96	16,06
fev-20	0,38%	113.761	32,28	19,33	49,75	15,17	5,41	10,32	28,45	93,67	4,01	12,30	18,51	19,91	18,83
mar-20	0,29%	104.172	31,49	21,23	46,17	14,61	5,28	10,88	25,34	81,28	3,83	11,09	17,03	16,81	17,75
abr-20	0,34%	73.020	32,68	16,53	48,07	11,27	3,94	11,66	13,99	65,76	3,17	9,69	11,29	10,00	17,09
mai-20	0,28%	80.506	38,61	19,67	44,15	11,56	4,01	11,76	18,05	65,64	3,47	9,92	12,18	11,68	17,40
jun-20	0,24%	87.403	40,74	20,60	45,71	12,33	4,66	11,86	20,34	62,98	3,84	11,71	11,94	13,36	18,13
jul-20	0,21%	95.056	44,23	24,94	47,26	12,86	4,48	13,37	21,55	70,98	4,03	12,13	12,00	15,92	16,70
ago-20	0,19%	102.912	43,48	33,26	51,85	14,26	4,89	12,97	22,20	71,00	4,03	14,30	11,99	17,36	15,71
set-20	0,16%	99.369	44,86	31,91	47,85	12,97	4,55	12,01	21,89	63,51	4,95	14,62	11,62	18,99	18,70
out-20	0,16%	94.603	45,95	32,46	43,87	11,83	4,57	11,74	19,61	69,74	4,62	14,92	10,15	20,69	19,12
nov-20	0,16%	93.952	59,20	37,47	42,44	10,91	4,55	12,16	18,94	61,95	4,66	15,53	10,54	21,69	19,54
dez-20	0,15%	108.893	66,37	36,35	44,75	12,42	5,03	11,53	24,90	69,25	4,91	20,13	12,55	22,60	20,86
jan-21	0,16%	119.017	68,45	37,44	46,50	13,71	5,76	12,09	28,34	75,05	5,12	22,07	13,54	24,45	24,46
fev-21	0,15%	115.068	73,56	41,42	45,20	12,45	5,01	11,74	26,69	75,48	5,37	21,66	13,42	23,25	24,33
mar-21	0,13%	110.035	79,68	38,58	44,00	11,98	4,50	11,32	22,24	83,00	5,78	21,78	13,64	25,87	25,25
abr-21	0,20%	115.202	88,67	37,04	44,72	11,86	5,48	10,96	22,39	83,00	5,39	23,67	12,88	27,62	24,29
mai-21	0,21%	119.317	93,35	34,78	43,03	11,41	5,30	11,90	23,62	38,50	5,42	25,91	13,34	29,69	26,75
jun-21	0,27%	126.255	93,93	33,93	44,20	11,39	5,40	12,67	26,87	39,43	5,05	25,98	15,55	29,77	26,02
jul-21	0,31%	127.254	90,20	33,49	42,00	10,92	5,02	43,55	29,43	38,66	4,93	27,12	14,31	26,77	31,95
ago-21	0,36%	121.923	81,84	35,50	41,21	10,72	5,18	34,97	26,91	31,03	4,60	27,60	13,62	27,85	33,66
set-21	0,43%	119.011	69,80	35,51	43,73	11,80	5,79	16,29	27,19	28,33	4,93	23,57	15,29	26,07	30,73
out-21	0,44%	110.773	65,56	39,59	42,87	11,18	6,16	14,02	27,23	25,74	4,48	22,03	13,61	25,31	33,59

A coleta de dados foi realizada utilizando as cotações mensais das 13 ações selecionadas. Essas cotações foram utilizadas para calcular a rentabilidade mensal de cada ação. A rentabilidade foi calculada utilizando o logaritmo natural (LN) da seguinte forma:

$$R_i = \ln\left(\frac{P_{\{i,t\}}}{P_{\{i,t-1\}}}\right) \quad (4)$$

Onde R_i é a rentabilidade da ação i no período t , $P_{\{i,t\}}$ é o preço da ação i no período t e $P_{\{i,t-1\}}$ é o preço da ação i no período anterior.

Com base nas rentabilidades mensais, foram calculados o retorno médio, o risco (desvio padrão) e a variância de cada ação. O retorno médio foi calculado como a média aritmética das rentabilidades mensais. O risco foi calculado através do desvio padrão das rentabilidades, que mede a variabilidade dos dados em relação à média. A variância foi obtida elevando o desvio padrão ao quadrado.

Tabela 2 - Rentabilidade

Pricing Date	IBOVESPA	Vale3	WEGE3	VIVT3	TIMS3	CPLE6	CSRN6	PETR4	PCAR3	KLBN4	BRAP4	ABCB4	GGBR4	JBSS3
mar-19	-1,56%	7,79%	-1,82%	3,62%	-4,81%	1,20%	16,20%	5,26%	-0,55%	-0,84%	2,42%	-8,75%	-3,32%	10,05%
abr-19	-0,72%	-1,62%	-2,05%	2,88%	-0,19%	1,57%	1,67%	3,61%	1,93%	-1,29%	10,11%	4,11%	0,67%	-2,94%
mai-19	1,61%	-2,22%	3,17%	-2,12%	-0,87%	13,50%	10,95%	-3,35%	0,01%	-1,97%	0,00%	2,06%	-6,73%	15,96%
jun-19	0,12%	5,59%	2,50%	3,27%	-6,14%	15,17%	12,52%	-6,34%	0,01%	-3,13%	-1,98%	-7,33%	-1,52%	17,46%
jul-19	4,46%	-3,97%	11,45%	-1,20%	5,65%	1,17%	3,59%	7,04%	0,01%	5,72%	6,77%	6,18%	9,18%	10,07%
ago-19	0,39%	-8,90%	11,48%	7,60%	4,88%	1,15%	3,59%	-4,97%	0,01%	-4,34%	-3,81%	-4,07%	-10,06%	-14,75%
set-19	0,25%	4,68%	-5,70%	2,14%	1,94%	5,84%	2,40%	-2,15%	5,61%	-0,48%	-10,65%	2,58%	-6,06%	0,67%
out-19	2,81%	-1,16%	7,58%	-2,76%	-3,26%	-4,70%	12,49%	6,38%	-10,54%	1,72%	10,46%	-2,72%	2,24%	-9,90%
nov-19	2,58%	5,71%	5,11%	-0,50%	-2,78%	11,49%	9,59%	9,80%	-9,92%	3,69%	1,45%	0,80%	2,04%	6,69%
dez-19	0,44%	9,05%	17,64%	3,96%	17,04%	12,56%	-2,12%	-3,52%	5,37%	13,79%	6,59%	1,98%	23,84%	-19,45%
jan-20	6,77%	-5,86%	13,16%	5,76%	14,56%	12,54%	3,16%	4,85%	3,29%	4,48%	13,35%	9,23%	16,23%	-11,01%
fev-20	-1,91%	-12,61%	12,84%	8,10%	7,31%	6,10%	-2,77%	-5,90%	5,25%	13,91%	-3,36%	9,75%	-0,25%	15,91%
mar-20	-8,81%	-2,48%	9,40%	-7,47%	-3,76%	-2,43%	5,28%	-11,58%	-14,19%	-4,40%	-10,36%	-8,33%	-16,92%	-5,91%
abr-20	-35,53%	3,71%	-25,01%	4,03%	-25,96%	-29,27%	6,92%	-59,40%	-21,19%	-19,16%	-13,49%	-41,11%	-51,94%	-3,79%
mai-20	9,76%	16,67%	17,37%	-8,51%	2,54%	1,76%	0,85%	25,48%	-0,18%	9,19%	2,35%	7,59%	15,53%	1,80%
jun-20	8,22%	5,37%	4,62%	3,47%	6,45%	15,02%	0,85%	11,94%	-4,14%	10,22%	16,59%	-1,99%	13,44%	4,11%
jul-20	8,39%	8,22%	19,13%	3,33%	4,21%	-3,94%	11,98%	5,78%	11,96%	4,74%	3,52%	0,50%	17,53%	-8,22%
ago-20	7,94%	-1,71%	28,77%	9,27%	10,33%	8,76%	-3,04%	2,97%	0,03%	0,00%	16,46%	-0,08%	8,66%	-6,11%
set-20	-3,50%	3,12%	-4,14%	-8,03%	-9,48%	-7,21%	-7,69%	-1,41%	-11,15%	20,64%	2,21%	-3,13%	8,97%	17,42%
out-20	-4,91%	2,40%	1,71%	-8,68%	-9,20%	0,44%	-2,27%	-11,00%	9,36%	-6,98%	2,03%	-13,53%	8,57%	2,22%
nov-20	-0,69%	25,34%	14,34%	-3,31%	-8,10%	-0,44%	3,52%	-3,48%	-11,84%	0,85%	4,01%	3,77%	4,72%	2,17%
dez-20	14,76%	11,43%	-3,03%	5,30%	12,96%	10,03%	-5,32%	27,36%	11,14%	5,14%	25,94%	17,45%	4,11%	6,54%
jan-21	8,89%	3,09%	2,96%	3,84%	9,88%	13,55%	4,74%	12,94%	8,04%	4,31%	9,20%	7,59%	7,87%	15,92%
fev-21	-3,37%	7,20%	10,10%	-2,84%	-9,64%	-13,95%	-2,94%	-6,00%	0,57%	4,69%	-1,88%	-0,89%	-5,03%	-0,53%

3.2 Variáveis e tratamento dos dados

Para aplicar o CAPM, foi necessário calcular o beta (β) de cada ação. O beta mede a sensibilidade da rentabilidade de uma ação em relação à rentabilidade do mercado. Para calcular o beta, primeiro foi calculada a covariância entre o retorno da ação e o retorno do mercado (Ibovespa). A fórmula para o cálculo da covariância é:

$$\text{Cov}(R_i, R_m) = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{i,t} - \bar{R}_i)(R_{m,t} - \bar{R}_m)}{T-1} \quad (5)$$

Onde $\text{Cov}(R_i, R_m)$ é a covariância entre a rentabilidade da ação i e a rentabilidade do mercado, $R_{i,t}$ e $R_{m,t}$ são as rentabilidades da ação i e do mercado no período t , e \bar{R}_i e \bar{R}_m são os retornos médios da ação i e do mercado, respectivamente

A partir da covariância calculada e da variância do mercado, o beta foi obtido pela fórmula (2).

Tabela 3 – Beta das ações

Pricing Date	IBOVESPA	Vale3	WEGE3	VIVT3	TIMS3	CPLE6	CSRN6	PETR4	PCAR3	KLBN4	BRAP4	ABCB4	GGBR4	JBSS3
Retorno Médio	0,67%	0,92%	2,32%	0,60%	0,45%	2,57%	3,27%	0,69%	-5,21%	0,81%	1,58%	1,11%	0,42%	1,42%
Risco	7,25%	8,25%	9,53%	5,28%	7,76%	8,87%	20,52%	13,49%	24,15%	7,22%	8,72%	9,48%	12,01%	9,66%
Variância	0,53%	0,68%	0,91%	0,28%	0,60%	0,79%	4,21%	1,82%	5,83%	0,52%	0,76%	0,90%	1,44%	0,93%
Covariância	0,53%	0,10%	0,26%	0,05%	0,33%	0,41%	0,06%	0,57%	0,39%	0,26%	0,37%	0,51%	0,50%	0,05%
Beta	1,0	0,2	0,5	0,1	0,6	0,8	0,1	1,1	0,7	0,5	0,7	1,0	1,0	0,1

A partir dos betas, foi possível aplicar o CAPM para determinar o retorno esperado de cada ação, conforme a fórmula (1).

Com os retornos esperados e os betas calculados, as ações foram classificadas como "caras" (VIVT3 e VALE3) e "baratas" (JBSS3 e WEGE3), baseando-se na relação entre preço e valor intrínseco determinado pelo CAPM.

Tabela 4: Retornos Esperados das Ações (CAPM).

	Retorno pelo				
	Beta	Retorno Atual	CAPM	Diferença	Status
IBOVESPA	1,00	0,67%	0,67%	0,00%	no preço
Vale3	0,19	0,30%	0,95%	-0,65%	caro
WEGE3	0,49	2,32%	0,33%	1,99%	barato
VIVT3	0,10	0,25%	0,83%	-0,58%	caro
TIMS3	0,63	0,45%	0,43%	0,02%	no preço
CPLE6	0,78	2,57%	0,53%	2,05%	barato
CSRN6	0,11	3,27%	0,08%	3,19%	barato
PETR4	1,08	0,69%	0,73%	-0,04%	no preço
PCAR3	0,75	-5,21%	0,50%	-5,71%	caro
KLBN4	0,50	0,81%	0,33%	0,47%	no preço
BRAP4	0,70	1,58%	0,47%	1,11%	barato
ABCB4	0,96	1,11%	0,65%	0,46%	no preço
GGBR4	0,96	0,42%	0,65%	-0,23%	no preço
JBSS3	-0,11	1,49%	0,60%	0,89%	barato

3.4 Análise de Correlação

A análise de correlação foi realizada para verificar a interdependência entre as ações selecionadas. A correlação é uma medida estatística que indica a direção e a força da relação linear entre duas variáveis, conforme a fórmula (3).

Tabela 5 – Matriz de Correlação.

	CDI	Dólar	IBOVESPA	Vale3	WEGE3	VIVT3	JBSS3
CDI							
Dólar	-0,098						
IBOVESPA	-0,012	-0,549					
Vale3	-0,262	-0,077	0,180				
WEGE3	-0,114	-0,109	0,402	-0,024			
VIVT3	-0,057	-0,103	0,086	-0,127	0,049		
JBSS3	0,024	-0,364	0,600	-0,500	-0,056	0,405	

Foram identificadas que as correlações entre JBSS3 e WEGE3, e entre VALE3 e VIVT3, eram negativas, o que é benéfico para a diversificação, pois combinações de ativos com correlações negativas tendem a reduzir o risco da carteira.

3.5 Carteira de Menor Variância

Após a classificação das ações e a análise de correlação, foi aplicada a Teoria de Markowitz para encontrar a carteira de menor risco com maior retorno. A fronteira eficiente representa as combinações de ativos que oferecem o maior retorno esperado para um dado nível de risco, ou o menor risco para um dado nível de retorno.

Foram formadas duas carteiras: uma composta por JBSS3 e WEGE3 (ações baratas) e outra por VALE3 e VIVT3 (ações caras). As distribuições de pesos que formam a fronteira eficiente foram determinadas através da minimização da variância da carteira, sujeita a um retorno esperado.

Tabela 6- Carteiras de menor variância

Comp WEGE3	Comp JBSS3	Carteira Retorno	Carteira Risco
0	100%	-0,39%	12,51%
20%	80%	0,18%	9,95%
40%	60%	0,75%	8,01%
60%	40%	1,31%	7,22%
80%	20%	1,88%	7,92%
100%	0%	2,45%	9,80%

Comp Vale3	Comp VIVT3	Carteira Retorno	Carteira Risco
0	100%	0,56%	5,42%
20%	80%	0,65%	4,44%
40%	60%	0,74%	4,35%
60%	40%	0,84%	5,18%
80%	20%	0,93%	6,60%
100%	0%	1,02%	8,31%

4. Análise dos resultados

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a eficácia da Teoria de Markowitz e do modelo CAPM na construção de carteiras eficientes. A carteira "barata" mostrou-se resiliente e capaz de oferecer um retorno positivo mesmo em um ano economicamente desafiador, enquanto a carteira "cara" evidenciou os riscos associados a ações consideradas caras pelo CAPM.

A comparação com os índices de referência destaca a eficiência da carteira "barata", que não apenas superou o IBOV, mas também ofereceu um retorno superior aos índices de referência como o CDI e IPCA. Por outro lado, a carteira "cara" demonstrou a importância de considerar o perfil de risco das ações, especialmente em um ambiente econômico incerto.

Este estudo oferece uma contribuição significativa para a teoria e prática da formação de carteiras, destacando a importância de uma abordagem metódica e baseada em dados para a tomada de decisões de investimento.

4.1 Composição das Carteiras e Riscos Associados

A melhor composição para a carteira "barata" foi identificada como 60% WEGE3 e 40% JBSS3, enquanto para a carteira "cara" a melhor composição foi 40% VALE3 e 60% VIVT3. Estas distribuições foram determinadas com base na análise de fronteira eficiente, visando maximizar o retorno esperado para um dado nível de risco.

A análise da composição das carteiras envolve entender como a alocação de diferentes pesos em cada ativo afeta o desempenho geral da carteira. Para a carteira "barata", a combinação de 60% WEGE3 e 40% JBSS3 foi escolhida devido à sua capacidade de minimizar o risco enquanto oferece um retorno competitivo. A diversificação entre WEGE3 e

JBSS3 ajuda a suavizar a volatilidade, dado que as duas ações não são perfeitamente correlacionadas, permitindo uma melhor gestão do risco.

Para a carteira "cara", a combinação de 40% VALE3 e 60% VIVT3 foi selecionada para maximizar o retorno ajustado ao risco. Embora ambas as ações apresentem maior volatilidade individual, a alocação específica foi determinada de forma a balancear o risco e o retorno potencial, aproveitando a correlação negativa para reduzir a variabilidade total da carteira.

4.2. Rentabilidade das Carteiras em 2024

Para calcular a rentabilidade das carteiras no ano de 2024, utilizamos as rentabilidades anuais das ações individuais e a composição de cada carteira.

Tabela 7 – Rentabilidade carteiras

		Fechamento dia 01/01	Fechamento dia 31/05	Rentabilidade em 2024	PESO CARTEIRA	RENTABILIDADE CARTEIRA
Carteira cara	VIVT3	53,44	45,03	-16%	60%	-14%
	VALE3	67,76	61,24	-10%	40%	
Carteira barata	WEGE3	36,91	37,8	2%	60%	6,80%
	JBSS3	24,91	28,45	14%	40%	

4.2.1 Rentabilidade da Carteira "Cara"

A composição da carteira "cara" é 40% VALE3 e 60% VIVT3. Com as rentabilidades de 2024 fornecidas, calculamos a rentabilidade da carteira da seguinte forma:

$$R_{\{Carteira\}} = (0,40 \times R_{\{VALE3\}}) + (0,60 \times R_{\{VIVT3\}}) \quad (6)$$

Substituindo os valores:

$$R_{\{Carteira\}} = (0,40 \times -0,10) + (0,60 \times -0,16) \quad (7)$$

$$R_{\{Carteira\}} = -0,136$$

$$R_{\{Carteira\}} = -13,6\%$$

Portanto, a rentabilidade da carteira "cara" em 2024 foi de -13,6%.

4.2.2. Rentabilidade da Carteira "Barata"

A composição da carteira "barata" é 60% WEGE3 e 40% JBSS3. Com as rentabilidades de 2024 fornecidas, calculamos a rentabilidade da carteira da seguinte forma:

$$R_{\{Carteira\}} = (0,40 \times R_{\{JBSS3\}}) + (0,60 \times R_{\{WEGE3\}}) \quad (8)$$

Substituindo os valores:

$$R_{\{Carteira\}} = (0,40 \times 0,14) + (0,60 \times 0,02) \quad (9)$$

$$R_{\{Carteira\}} = 0,068$$

$$R_{\{Carteira\}} = 6,8\%$$

Portanto, a rentabilidade da carteira "barata" em 2024 foi de 6,8%.

4.3. Comparação com Outras Carteiras

Para avaliar a eficácia das carteiras selecionadas, dado o cenário observado no comportamento dos investidores que insistem cada vez mais em comparar o benefício de exposição a risco dada a desconfiança no cenário político econômico brasileiro, é útil compará-las com outras carteiras possíveis, bem como com índices de referência, como o Ibovespa (IBOV), o CDI e o IPCA. Em 2024, os resultados comparativos foram os seguintes:

Tabela 8 – Rentabilidade índices.

IBOV	-4,66%
CDI	4,39%
IPCA	2,22%

Comparando os resultados:

- **Carteira "Barata":** A carteira composta por 60% WEGE3 e 40% JBSS3 apresentou uma rentabilidade de 6,8%, superando significativamente o IBOV, CDI e IPCA. Isso demonstra que a seleção e diversificação dessas ações foram eficazes em gerar um retorno superior ao mercado e aos índices de referência.
- **Carteira "Cara":** A carteira composta por 40% VALE3 e 60% VIVT3 apresentou uma rentabilidade de -13,6%, muito inferior ao IBOV, CDI e IPCA. Este resultado evidencia a vulnerabilidade das ações "caras" em um cenário econômico desafiador, resultando em um desempenho negativo.

5. Conclusões e contribuições do estudo

Este estudo teve como objetivo explorar a construção de carteiras eficientes compostas por ações de empresas de grande capitalização (*blue chips*) através da aplicação do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) e da Teoria de Carteiras de Markowitz. A análise das carteiras "barata" e "cara" mostrou resultados significativos e ofereceu insights valiosos sobre a gestão de portfólios no mercado financeiro brasileiro.

Este estudo contribui significativamente para a teoria e prática da formação de carteiras no mercado brasileiro. Primeiramente, demonstra a importância da diversificação e da análise de correlação na construção de portfólios eficientes. A carteira "barata" mostrou que, mesmo em um ano desafiador, uma seleção criteriosa de ações com base em análises quantitativas pode resultar em retornos positivos.

Este estudo destaca a necessidade de uma abordagem informada e baseada em dados para a gestão de investimentos. Em um cenário onde muitos investidores, incluindo profissionais do mercado financeiro, montam carteiras sem conhecimento adequado das técnicas de análise, este trabalho enfatiza a importância de educar e capacitar esses indivíduos. A presença de investidores desinformados no mercado aumenta o risco sistêmico e pode levar a decisões de investimento que não sejam as melhores.

Além disso, a pesquisa sublinha a relevância de considerar o ambiente macroeconômico e político ao tomar decisões de investimento. A volatilidade e incerteza no Brasil reforçam a necessidade de uma análise rigorosa de risco-retorno, especialmente em um contexto onde a renda fixa oferece uma alternativa menos arriscada com retornos relativamente atraentes.

Quando comparadas às *blue chips* nos EUA, as ações brasileiras geralmente apresentam maior volatilidade e risco, refletindo a economia mais instável. As *blue chips* americanas, por outro lado, tendem a oferecer

retornos mais estáveis e previsíveis, beneficiando-se de um ambiente econômico mais robusto e de uma governança corporativa mais consolidada. Nos últimos anos, por exemplo, ações como a Apple registraram um aumento de 15%, Meta (Facebook) 40%, e JPMorgan 13% no ano, destacando a robustez e resiliência das empresas americanas mesmo em contextos desafiadores (INVESTING, 2024).

Portanto, a internacionalização dos investimentos pode ser uma estratégia eficaz para investidores brasileiros que buscam diversificação adicional e uma redução do risco país. Investir em blue chips dos EUA pode proporcionar uma estabilidade maior e compensar a volatilidade do mercado brasileiro, oferecendo um balanço mais equilibrado para a carteira de investimentos.

6. Referências

INFO Money. O que são Blue Chips e como investir nas principais ações do mercado. 2024. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/o-que-sao-blue-chips-e-como-investir-nas-principais-acoes-do-mercado/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

BANCO Central do Brasil. Bcb.gov.br. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/focus>. Acesso em: 20 mai. 2024.

LIU, et al. Pesquisas sobre o Modelo de Portfólio: uma Revisão da Literatura. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220432149_Researches_on_the_Portfolio_Model_a_Literature_Review. Acesso em: 12 jun. 2024.

ARICI, Giorgio; DALAI, Marco; LEONARDI, Riccardo; SPALVIERI, Arnaldo. Uma Interpretação Teórica da Comunicação da Teoria Moderna do Portfólio Incluindo Vendas a Descoberto, Alavancagem e Custos de Transação. *Journal of Risk and Financial Management*, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1911-8074/12/1/4>. Acesso em: 12 jun. 2024.

DAMODARAN, A. *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 2008.

LINTNER, J. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *The Review of Economics and Statistics*, v. 47, n. 1, p. 13-37, 1965.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. The Journal of Finance, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MOSSIN, J. Equilibrium in a Capital Asset Market. Econometrica, v. 34, n. 4, p. 768-783, 1966.

SHARPE, W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. The Journal of Finance, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.

INVESTING. Cotações de ações. Disponível em: <https://www.investing.com/equities/>. Acesso em: 12 jun. 2024.