

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB

Centro de Ciências Sociais Aplicadas - CCSA

Curso de Administração - CADM

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE PORTFÓLIOS DESENVOLVIDOS
COM BASE NA TEORIA MODERNA DE CARTEIRAS DE
MARKOWITZ E O MODELO DE ÍNDICE ÚNICO DE SHARPE NO
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO**

ANA BEATRIZ BATISTA DE OLIVEIRA

João Pessoa

Julho de 2021

ANA BEATRIZ BATISTA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DE PORTFÓLIOS DESENVOLVIDOS
COM BASE NA TEORIA MODERNA DE CARTEIRAS DE
MARKOWITZ E O MODELO DE ÍNDICE ÚNICO DE SHARPE NO
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Administração, pelo Centro de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal da Paraíba / UFPB.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Pilar da Silva Júnior

João Pessoa

Julho de 2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

O48a Oliveira, Ana Beatriz Batista de.

Análise de desempenho de portfólios desenvolvidos com base na Teoria Moderna de Carteiras de Markowitz e o Modelo de Índice único de Sharpe no mercado acionário brasileiro / Ana Beatriz Batista de Oliveira. - João Pessoa, 2021.

76 f. : il.

Orientação: Claudio Pilar da Silva Júnior.
TCC (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Modelo Sharpe. 2. Modelo Markowitz. 3. Mercado brasileiro de ações. 4. Carteira de ações. 5. Mercado Financeiro. I. Silva Júnior, Claudio Pilar da. II. Título.

UFPB/CCSA

CDU 658

Folha de aprovação

Trabalho apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a Conclusão de Curso do Bacharelado em Administração

Aluno: Ana Beatriz Batista de Oliveira

Trabalho: Análise de desempenho de portfólios desenvolvidos com base na Teoria Moderna de Carteiras de Markowitz e o Modelo de Índice Único de Sharpe no mercado acionário brasileiro

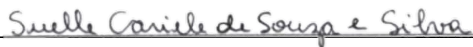
Área da pesquisa: Finanças

Data de aprovação:

BANCA EXAMINADORA



Prof. Doutor Cláudio Pilar da Silva Júnior (Orientador)



Profa. Mestre Suelle Cariele de Souza e Silva (Examinadora Interna)

Universidade Federal da Paraíba

*Dedico esse trabalho a todas as pessoas
que me apoiaram e me incentivaram a
sempre estudar e buscar o conhecimento.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir chegar até aqui e enfrentar os dias mais difíceis da minha graduação.

Aos meus pais, Livia e Josinaldo, por sempre me incentivarem a estudar e ter palavras de conforto quando mais precisei durante essa jornada.

Ao meu namorado, Mateus Outi, por me ajudar durante parte da graduação e entender que em certos momentos eu precisei estar ausente para que eu obtivesse sucesso no curso.

Ao meu orientador, professor Dr. Cláudio Pilar por me orientar em projetos de pesquisa e na minha monografia. Seus ensinamentos foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

A professora Dra. Pamela Albertins que além de coordenadora de extensão, se tornou uma amiga, muito obrigada. Tudo que me ensinou foi essencial para que eu chegasse aqui.

Agradeço também aos meus amigos que a UFPB me trouxe, os dias de aula não seriam os mesmos sem vocês, que dividiam alegrias, choros e conhecimentos acerca de cada disciplina.

Gratidão aos meus colegas de turma que permaneceram até o fim do curso e persistiram em seguir a graduação por mais que em muitas circunstâncias a vontade era de desistir.

Agradeço também a todos os professores que passaram pelas disciplinas que cursei, todos vocês foram importantes para a minha formação e formação de valor.

A todos os amigos e familiares que sempre torceram pelo meu sucesso e me auxiliaram em momentos da vida.

*Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os
seus planos serão bem-sucedidos.*

Provérbios 16:3

RESUMO

Por possuírem aversão aos riscos, os investidores sempre buscaram modelos que trouxessem os melhores resultados, com uma maximização dos lucros e a minimização dos riscos/perdas que possam existir. Assim, estudiosos como Markowitz e Sharpe desenvolveram teorias que pudessem de alguma forma auxiliar os investidores na seleção de uma carteira otimizada, surgindo então a Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952), pioneira na criação de portfólios com máximo retorno e risco reduzido, e o Modelo de Índice Único de Sharpe (1963), este que por sua vez foi criado devido à complexidade existente para a formulação de uma carteira otimizada com base na MTP. Com este trabalho objetivou-se analisar qual dos dois modelos possuem melhor desempenho no mercado acionário brasileiro, bem como criar carteiras de ações com base na Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952) e no Modelo de Índice Único de Sharpe (1963). Os dados obtidos para a construção das carteiras foram colhidos do banco de dados Economática, com dados de janeiro de 2010 a dezembro de 2019 para o desenvolvimento das carteiras. Fazendo uso do software Microsoft Excel e com a ferramenta Solver foi possível criar uma carteira otimizada para cada um dos dez anos estudados, encontrando os quinze papéis com o maior coeficiente de variação nos portfólios de Markowitz e para os de Sharpe, com base no C^* encontrar o ponto de corte, ou seja, o limite de quais carteiras entrariam na otimização. Na comparação da Moderna Teoria de Portfólios com o IBOVESPA, foi observado que mesmo em anos onde o portfólio otimizado possuiu valores baixos, ainda assim foi superior ao mercado, sendo algo ideal para quem investe. Comparando o MIU com o SELIC foi perceptível a superioridade do modelo, em anos em que a carteira otimizada alcançou 47,11% de retorno, o SELIC estava com 6,75%. O índice de Treynor, o índice de Sharpe e o índice de Jensen foram utilizados para analisar o desempenho de cada carteira ano a ano, sendo os primeiros anos com resultados favoráveis ao desempenho da carteira de Markowitz e o último à carteira otimizada de Sharpe.

Palavras-chave: Sharpe; Markowitz; Otimização; Avaliação de desempenho; Brasil.

ABSTRACT

As they are risk-averse, investors have always sought models that bring the best results, with a maximization of profits and a minimization of risks/losses that may exist. Thus, scholars such as Markowitz and Sharpe developed theories that could somehow help investors in selecting an optimized portfolio, giving rise to the Modern Theory of Portfolios by Markowitz (1952), a pioneer in the creation of portfolios with maximum return and reduced risk, and Sharpe's Single Index Model (1963), which in turn was created due to the complexity involved in formulating an optimized portfolio based on MTP. This work aimed to analyze which of the two models have better performance in the Brazilian stock market, as well as to create stock portfolios based on the Modern Portfolio Theory of Markowitz (1952) and Sharpe's Single Index Model (1963). The data obtained for the construction of the portfolios were collected from the Economática database, with data from January 2010 to December 2019 for the development of the portfolios. Using Microsoft Excel software and the Solver tool, it was possible to create an optimized portfolio for each of the ten years studied, finding the fifteen papers with the highest coefficient of variation in the Markowitz and Sharpe portfolios, based on the C^* find the cutoff point, that is, the limit of which portfolios would enter the optimization. When comparing the Modern Portfolio Theory with the IBOVESPA, it was observed that even in years where the optimized portfolio had low values, it was still superior to the market, being something ideal for those who invest. Comparing the MIU with the SELIC, the superiority of the model was noticeable, in years when the optimized portfolio reached a 47.11% return, the SELIC was at 6.75%. The Treynor index, the Sharpe index and the Jensen index were used to analyze the performance of each portfolio year after year, the first years with favorable results for the performance of the Markowitz portfolio and the last for the optimized Sharpe portfolio.

Keywords: Sharpe; Markowitz; Optimization; Performance evaluation; Brazil.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Cálculo da Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz

Equação 2: Cálculo para o princípio da diversificação

Equação 3: Cálculo da covariância

Equação 4: Cálculo do Modelo de Índice Único de Sharpe

Equação 5: Cálculo do retorno esperado

Equação 6: Cálculo da variância do retorno

Equação 7: Cálculo da covariância entre os retornos com base no MIU de Sharpe

Equação 8: Cálculo da derivação do MIU

Equação 9: Cálculo da variância do portfólio com base no MIU

Equação 10: Cálculo do ponto de corte

Equação 11: Cálculo do Índice de Treynor

Equação 12: Cálculo do Índice de Sharpe

Equação 13: Cálculo do Índice de Jensen

LISTA DE SIGLAS

MIU – Modelo de Índice Único

MTP – Moderna Teoria de Portfólios

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Comparação entre retorno da carteira de Markowitz e retorno do Ibovespa

Tabela 02: Retorno esperado e o retorno real da construção da carteira com base no Modelo de Índice Único

Tabela 03: Comparação entre os modelos de Markowitz (1952) e Sharpe (1963)

Tabela 04: Resultados do Índice de Treynor na carteira de Markowitz e na carteira de Sharpe

Tabela 05: Resultados do Índice de Sharpe na carteira de Markowitz e na carteira de Sharpe

Tabela 06: Resultados do Índice de Jensen na carteira de Markowitz e na carteira de Sharpe

Tabela 07: Carteira de ações de 2010 de Markowitz

Tabela 08: Carteira de ações de 2011 de Markowitz

Tabela 09: Carteira de ações de 2012 de Markowitz

Tabela 10: Carteira de ações de 2013 de Markowitz

Tabela 11: Carteira de ações de 2014 de Markowitz

Tabela 12: Carteira de ações de 2015 de Markowitz

Tabela 13: Carteira de ações de 2016 de Markowitz

Tabela 14: Carteira de ações de 2017 de Markowitz

Tabela 15: Carteira de ações de 2018 de Markowitz

Tabela 16: Carteira de ações de 2019 de Markowitz

Tabela 17: Carteira de ações de 2011 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 18: Carteira de ações de 2011 de Sharpe – Retorno real

Tabela 19: Carteira de ações de 2012 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 20: Carteira de ações de 2012 de Sharpe – Retorno real

Tabela 21: Carteira de ações de 2013 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 22: Carteira de ações de 2013 de Sharpe – Retorno real

Tabela 23: Carteira de ações de 2014 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 24: Carteira de ações de 2014 de Sharpe – Retorno real

Tabela 25: Carteira de ações de 2015 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 26: Carteira de ações de 2015 de Sharpe – Retorno real

Tabela 27: Carteira de ações de 2016 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 28: Carteira de ações de 2016 de Sharpe – Retorno real

Tabela 29: Carteira de ações de 2017 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 30: Carteira de ações de 2017 de Sharpe – Retorno real

Tabela 31: Carteira de ações de 2018 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 32: Carteira de ações de 2018 de Sharpe – Retorno real

Tabela 33: Carteira de ações de 2019 de Sharpe – Retorno esperado

Tabela 34: Carteira de ações de 2019 de Sharpe – Retorno real

Tabela 35: Carteira de ações de 2020 de Sharpe – Retorno real

Tabela 36: Carteira de ações de 2020 de Sharpe – Retorno real

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de riscos financeiros

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Fronteira eficiente de Markowitz

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.2. Objetivos.....	19
1.2.1. Objetivo geral	19
1.2.2. Objetivos específicos	19
1.3. Justificativa	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1. Risco e Retorno	21
2.2. Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz	24
2.3. Modelo de Índice Único de Sharpe.....	30
3. METODOLOGIA.....	34
3.1. Amostra	34
3.2. Construção das carteiras do modelo de Markowitz.....	34
3.3. Construção das carteiras com o modelo de Sharpe	36
3.4. Comparação dos modelos.....	38
3.4.1. Índice de Treynor.....	38
3.4.2. Índice de Sharpe	39
3.4.3. Índice de Jensen.....	39
4.4. Análise do desempenho das carteiras com base nos índices	47
4.4.1. Índice de Treynor.....	47
4.4.2. Índice de Sharpe	48
Fonte: Elaborado pela autora (2021)	48
4.4.3. Índice de Jensen.....	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

1.1. Delimitação do tema e problema de pesquisa

Estudiosos da área de finanças, como Markowitz e Sharpe são famosos por buscarem criar modelos e teorias que pudessem calcular da melhor forma o risco de um investimento, ou seja, analisar da melhor forma o que não conseguimos prever no retorno. São vários os fatores que influenciam o risco, tais como a economia de um país, inflação, PIB e até mesmo uma greve em determinada empresa.

Em 1952, Markowitz trouxe à tona sua Moderna Teoria de Portfólios, ou MTP, sendo um divisor de águas no que se refere a análise de carteiras de investimentos, pois tratou da diversificação na alocação de recursos para a composição de uma carteira como algo positivo e que traria maiores benefícios no *trade off* risco - retorno (MARKOWITZ, 1952).

A Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz raramente era utilizada na prática tendo em vista que determinados pontos, que de forma irônica, tornavam a teoria muito complexa de ser usada, diferentemente do que foi idealizado pelo autor, ser um modelo de fácil implementação e prático. As principais queixas quanto à MTP foram: a complexidade de repassar o modelo, o custo elevado e a dificuldade em estimar o que entraria como dados para calcular o risco - retorno (ELTON; GRUBER; PADBERG, 1976).

As adversidades encontradas na Moderna Teoria de Portfólios levaram Sharpe (1963) a desenvolver um modelo que fosse mais acessível e prático, surgindo então o Modelo de Índice Único – MIU que calcula o retorno de cada título com o retorno de um índice de mercado.

Se comparado com o modelo de MTP de Markowitz fica evidente que os custos são menores, bem como há maior praticidade e facilidade na realização dos cálculos, pois além de serem mais simples, não precisam de grandes máquinas para a resolução deles.

De acordo com Zanini e Figueiredo (2005), quando Sharpe criou o modelo, sua ideia não era a de que os retornos entre os ativos estariam correlacionados entre si, mas sim com um índice único. Para este modelo, ao se relacionar os retornos de cada ativo com o retorno do mercado, estar-se-á, indiretamente, relacionando os retornos dos ativos entre si.

Recente pesquisa divulgada no site da Bolsa, Brasil e Balcão (B3)¹ demonstrou que o número de pessoas físicas inscritas na bolsa de valores cresceu de forma exponencial se comparado com anos anteriores. Postada em maio de 2020, a pesquisa diz que o número de CPFs cadastrados na bolsa dobrou em abril de 2020, chegando à marca de 2 milhões. A B3 (2020) diz que “esse crescimento representa uma mudança estrutural no mercado de capitais brasileiro e para entender quem é este novo investidor, a B3 divulgou hoje um estudo que traça o perfil da pessoa física que está na bolsa”.

Segundo Rambo (2014), hoje a população conhece mais sobre poupança do que sobre outros tipos de investimentos. Isso se confirma no levantamento feito pelo Google em julho de 2020 mostrando que poucas pessoas possuem informações sobre como investir e sobre o mercado de ações, que tende a refletir a falta de aplicações financeiras em ações.

Isabela Lima que é Manager da TC School Roadshow, fala que a linguagem complexa não faz com que todos os públicos entendam melhor o que é investimento, levando as pessoas a entenderem que investir é uma ação somente de ricos, ou seja, falta de informação sobre finanças. (SPERANDIO, 2020)

Tendo em vista os resultados já encontrados acerca do mercado de ações no Brasil, os investidores e futuros investidores não investem grandes valores, mas apesar da média se encontrar em torno dos R\$6000 (seis mil reais) eles investem por um período considerado razoável. É importante haver a diversificação pois como enfatiza Goeking (2020), a ideia da diversificação entre renda fixa e variável, como também na reserva de emergência, é que o investidor não se desfaça de seus investimentos quando ele estiver passando por uma situação financeira complicada ou até mesmo quando o mercado não estiver em alta. Sabendo dos problemas de investir sem conhecer os ativos e compreendendo as dificuldades encontradas pelas pessoas que desejam investir, busca-se com esta pesquisa responder ao seguinte problema de pesquisa:

No mercado acionário brasileiro, entre o modelo MIU de Sharpe e a Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz, qual que possui um melhor desempenho?

¹ Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/noticias/pessoa-fisica.htm Acesso em: 20 out. 2020

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Analisar, entre o modelo MIU de Sharpe e a Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz, qual modelo possui melhor desempenho no mercado acionário brasileiro.

1.2.2. Objetivos específicos

- Construir e apresentar uma carteira de ações do mercado acionário brasileiro utilizando o MTP de Markowitz;
- Construir e apresentar uma carteira de ações do mercado acionário brasileiro utilizando MIU de Sharpe;
- Analisar o desempenho dos modelos através dos retornos e dos índices de desempenho: índice de Sharpe, índice de Jensen e índice de Treynor.

1.3. Justificativa

O aumento de pessoas físicas no mercado de ações é algo inevitável, ainda mais quando recebemos diversas informações sobre como investir, opções de corretoras e cursos gratuitos oferecidos pelas mais diversas plataformas. Percebendo o crescimento de investidores na bolsa, é de extrema relevância que sejam desenvolvidos mais estudos na área de finanças, mais especificamente tratando de diversificação e construção de carteiras.

É natural o interesse pelo tema da seleção de portfólios ideais, tendo em vista a importância do estudo e da escassez de materiais atuais que tratam especificamente dessa área nos estudos de finanças no Brasil. As oscilações no mercado nos mostram que são necessárias pesquisas diversas, analisando modelos e teorias específicas em determinado período de tempo.

A escolha deste tema também está intrinsecamente ligada ao fato de a aluna ter participado de dois trabalhos voltados para a área de finanças, esta que por sua vez é a sua linha de pesquisa acadêmica, contribuindo de forma rica para o seu crescimento profissional.

Visualizando o cenário econômico brasileiro, observa-se um crescente aumento de investidores no mercado de ações no Brasil o que desperta interesse em apresentar resultados sobre modelos famosos como o MTP e o MIU, trazendo respostas sobre qual teoria possui um melhor desempenho no mercado acionário brasileiro.

Outro fato decisivo na escolha dessa pesquisa é a relevância social que esse trará, pois com esta será possível mostrar para a sociedade – e a quem interessar – o modelo que possui o melhor desempenho no mercado acionário brasileiro, se é a MTP ou o MIU. Em suma, os benefícios serão acadêmicos, científicos e sociais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

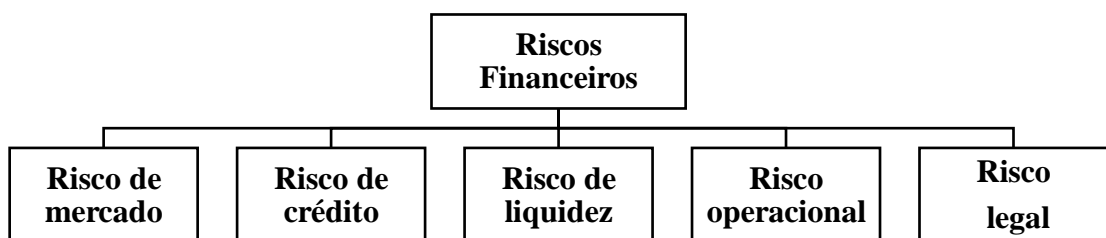
2.1. Risco e Retorno

Ao tratarmos da estimação dos retornos esperados em portfólios, é indubitável que se faça necessário tratar dos riscos envolvidos. Não é de hoje que se fala da relevância entre risco e retorno na avaliação de ativos, pois é de acordo com essas variantes -o risco e o retorno- que há a disposição das pessoas –físicas ou jurídicas– em assumir ou não os riscos e avaliar de acordo com os retornos se isso vale a pena (SCHWERZ; GRANDO, 2014).

De acordo com Gitman (2010, p.203), “Risco é a chance de perda financeira. Ativos que apresentam maior chance de perda são considerados mais arriscados do que os que trazem uma chance menor”. Sendo assim, é comum acreditar que as ações que possuem um maior risco trazem rentabilidade melhor.

Lima (2018), trata o surgimento do risco diante das imprevisões dos cenários, crises econômicas e mudanças em legislações, tanto a nível Brasil quanto à nível mundo. Ocorrendo em diversas partes do mundo, se faz necessário entender que o risco não é algo local, mas sim um fenômeno que atinge vários locais nas mais diversas formas, sendo inesperados e imprevisíveis se pensarmos em fenômenos da natureza. Duarte Jr et al. (1999) trouxe em seu artigo os tipos de riscos, como demonstrado na Figura 01:

Figura 1: Tipos de riscos financeiros



Fonte: Elaborado com base em Duarte Júnior *et al.* (1999) e Guasti (2016).

Para Lima (2015), os riscos financeiros são divididos em risco de mercado, risco de crédito, risco de liquidez, risco operacional e risco legal, como descritos abaixo.

- Risco de mercado: ocorre com base nas variações dos preços dos ativos e passivos de uma organização. Se associa com as taxas de juros, câmbio, *commodities*, preços de ações, opções, derivativos e outras variáveis que podem afetar tanto os ativos quanto os passivos de qualquer investidor;
- Risco de crédito: acontece quando não há o recebimento de um valor monetário de uma contraparte, podendo ser um bem ou serviço;
- Risco de liquidez: trata da possibilidade de não se conseguir transacionar determinado ativo no mercado. Esse risco pode ocorrer pela própria liquidez do ativo que ocorre quando não se consegue efetuar negócios aos preços praticados por diversas razões, dependendo do ativo.
- Risco operacional: é o causado por erros humanos, sejam intencionais ou não, tecnológicos, efeitos ambientais etc.;
- Risco legal: refere-se ao risco presente quando uma operação não pode ser amparada pela legislação vigente. Tais riscos aparecem quando, por exemplo, contratos são mal elaborados e deixam brechas jurídicas para serem contestados.

Para trazer maior segurança para os investidores, diversos estudiosos propuseram modelos que medissem o risco de um ativo e estimassem o retorno. O pioneiro na discussão sobre os riscos e retornos foi Markowitz (1952) com a sua Moderna Teoria de Portfólios, e que alguns anos após seu estudo, um outro famoso estudioso das finanças, Sharpe (1963) surgiu com um novo modelo, o Modelo de Índice Único, que pode ser considerada uma simplificação do proposto por Markowitz em 1952. Algumas outras teorias surgiram com o intuito de simplificar ainda mais a estimação dos riscos e retornos, tais como o modelo Minimax e o modelo de Konno. (KONDO, 2008)

Para Alcântara (1980), os analistas de mercado lidam diariamente com a função de mensurar os riscos e retornos dentro de determinada carteira, mas analisando com cautela percebe-se que o grau de complexidade envolvido nessa atividade é imenso e impraticável. Isso se dá pela necessidade de o analista traçar a possibilidade de cada evento e cada ocorrência dentro de um ativo, visando os efeitos em cada uma das opções de investimento.

Tendo em vista os estudos de Alcântara (1980), Gitman (2010) e Schwerz e Grando (2014) percebe-se a importância do estudo dos riscos e retornos envolvidos em um portfólio, ainda mais no cenário brasileiro que possui um número crescente de investidores na Bolsa de Valores, trazendo ainda maior relevância para os estudos na área.

A maior magnitude da segurança de um investimento se traduz em menores possibilidades de perdas, porém, em contrapartida, normalmente, apresentam um retorno menor ao investidor. Da mesma forma, investimentos com baixo nível de

segurança podem oferecer maiores retornos, ao passo que podem trazer perdas devido ao risco. (FERREIRA, 2008, p. 29)

O autor acima discorre que ao passo que um ativo oferece maiores chances de retorno sobre o valor que foi investido, maior será o risco que o investidor estará sujeito de enfrentar. O mesmo ocorre da forma oposta, pois se uma ação possui risco baixo é comum que seu retorno não seja tão alto. A partir dos conceitos de risco, vemos que o retorno sobre um investimento é medido de acordo com a totalização dos ganhos ou prejuízos dos investidores durante um determinado período. Quando o investimento é feito em ações ou ativos financeiros, o retorno ocorre através dos dividendos e por meio do ganho de capital, que é quando ocorre o aumento do preço da ação. (RIBEIRO NETO, FAMÁ; 2001)

2.2. Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz

A teoria de portfólios de Markowitz foi pioneira para os retornos de determinado portfólio, e apesar de ter sido desenvolvida na década de 50, ainda gera estudos nos mais diversos mercados acionários pelo mundo. As promessas do modelo eram atraentes, visto que prometia, para os interessados, praticidade, rapidez e facilidade para estimar os retornos dos ativos. Abaixo está a definição do modelo de Markowitz (1952), definida por autores que realizaram o estudo no mercado acionário de Kuala Lumpur:

O modelo de Markowitz tenta maximizar o retorno esperado do portfólio para uma determinada quantidade de risco do portfólio, ou minimizar homogeneamente o risco para um determinado nível de retorno esperado, com as proporções corretas de vários títulos. Este modelo presume que os investidores estão racionais e os mercados são eficientes, tende a ilustrar o retorno de um ativo como uma variável aleatória normalmente distribuída, identifica risco como o desvio padrão de retorno e demonstra um portfólio. Ao combinar diferentes ativos cujos retornos não são perfeitamente correlacionados positivamente, a teoria de portfólio moderna busca reduzir a variância total do retorno do portfólio. Este modelo busca a redução da variância total do retorno do portfólio combinando diferentes ativos. (LEE; FAH; CHUAN, 2015, p. 60)

No ano 2005, Zanini e Figueiredo aplicaram o modelo no mercado acionário brasileiro, avaliando ações entre os meses de julho de 1995 e junho de 2000. Apesar de ser antigo, os autores são amplamente citados por suas contribuições para os estudos na área de finanças. Diferentemente dos autores acima citados, este trabalho apresentará um cenário atualizado e que traduzem melhor a realidade do mercado de ações brasileiro, tendo em vista o período selecionado e a maior participação de investidores na Bolsa de Valores. Zanini e Figueiredo (2005) estruturaram as principais premissas utilizadas por Markowitz na criação da Moderna Teoria de Portfólios, que foram:

1. Avaliação das carteiras pelos investidores com base no retorno esperado e no desvio padrão dos retornos em determinado período;
2. Os investidores possuem aversão ao risco, pois entre duas carteiras de mesmo retorno a escolhida seria a com menor risco;
3. Sempre haveria insatisfação quanto ao retorno por parte dos investidores, pois diante de duas carteiras com o mesmo risco, a escolha seria sempre a com o maior retorno;
4. Há a possibilidade de compra de frações de ações;
5. A existência da taxa livre de risco, à qual é possível o investidor emprestar e tomar emprestado;
6. Irrelevância nos custos e impostos de transação;

Todos os investidores estariam cientes que somente existia um único conjunto com carteiras ideais, concordando com a distribuição de probabilidades das taxas de retorno dos ativos.

Segundo Zanini e Figueiredo (2005), Markowitz tomou como base esses princípios e determinou que as características básicas e essenciais de uma carteira são o retorno esperado e o risco da carteira, ou em outras palavras, a sua variância.

Para Markowitz (1952), na medida em que o rendimento do ativo e de sua proporção na carteira cresce, o retorno também aumenta, conforme equação 01:

$$R_c = \sum_{i=1}^N (R_i W_i) \quad (1)$$

Em que:

R_c significa o retorno da carteira;

R_i é o retorno esperado de cada ativo;

W_i significa o percentual investido em cada ativo.

Por sua vez, o risco de um portfólio é calculado a partir do princípio da diversificação discutido por Markowitz (1952) na MTP. Nesse sentido, o cálculo do risco de uma carteira com dois ativos se dá conforme equação 02 abaixo:

$$\sigma_{carteira} = \sqrt{(W_A^2 * \sigma_A^2) + (W_B^2 * \sigma_B^2) + 2 * (W_A * W_B * \rho_{AB} * \sigma_A * \sigma_B)} \quad (2)$$

Em que:

σ = desvio padrão;

ρ = correlação entre dois ativos;

W = peso (%) de cada ativo na carteira

Na equação 2, em que se calcula o risco de uma carteira com dois ativos, a segunda parte da equação trata-se do cálculo da covariância, medida utilizada no princípio da diversificação. Para Gaspar, Santos e Rodrigues (2014), o cálculo da covariância encontrada na equação 2 pode ser feito através da seguinte equação abaixo (3):

$$cov(x, y) = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{n} \quad (3)$$

Assim, com base nas equações apresentadas pode ser medido o risco e o retorno de um portfólio, isso visando a otimização, obtendo a melhor carteira de ativos que forneça para os investidores a maximização dos retornos ou a minimização dos riscos (LIMA, 2019).

A proposta de Markowitz (1952) era de uma teoria que fosse simples, com baixos custos e de fácil aplicação, o que infelizmente não ocorreu, desmistificando a ideia de que a escolha das estratégias de diversificação aleatoriamente traria alguma redução de risco no portfólio. Para que a composição de um portfólio tenha riscos menores que os ativos de forma individual, se faz necessário que os preços dos ativos não variem em conjunto (MARQUES; SILVA; CORSO; DALAZEN, 2013).

Harry M. Markowitz descreveu a teoria de portfólio em 1952 e mostrou que é possível criar carteiras diferentes com níveis variados de risco e retorno. Cada investidor deve decidir quanto risco eles podem administrar e então alocar ou diversificar seus investimentos de acordo com essa decisão. A carteira de risco ideal geralmente é determinada como em algum lugar no meio da curva, porque como quando se sobe na curva, ele assume proporcionalmente mais risco de um retorno incremental menor. Mas carteiras de baixo risco ou de baixo retorno são inúteis pois os investidores podem obter um retorno semelhante investindo em retornos sem risco, como títulos do governo (PAUDEL; KOIRALA, 2006, p. 20).

Os investidores visam maximizar o retorno esperado do portfólio levando em consideração o nível de aceitabilidade de risco, como também objetivam minimizar o risco por um retorno aceitável. Os fatores influenciadores no cálculo da MTP são: período e perfil do investidor quanto ao risco, permitindo que a medição do risco seja feita pela variação ou desvio padrão do retorno da carteira. (PAUDEL; KOIRALA, 2006)

É indubitável a relevância que a fronteira eficiente de Markowitz teve na construção da Moderna Teoria dos Portfólios. Tal ideal consiste na afirmação de que o investidor sempre irá buscar uma carteira com menores riscos e maiores retornos, como esquematizado no gráfico 01.

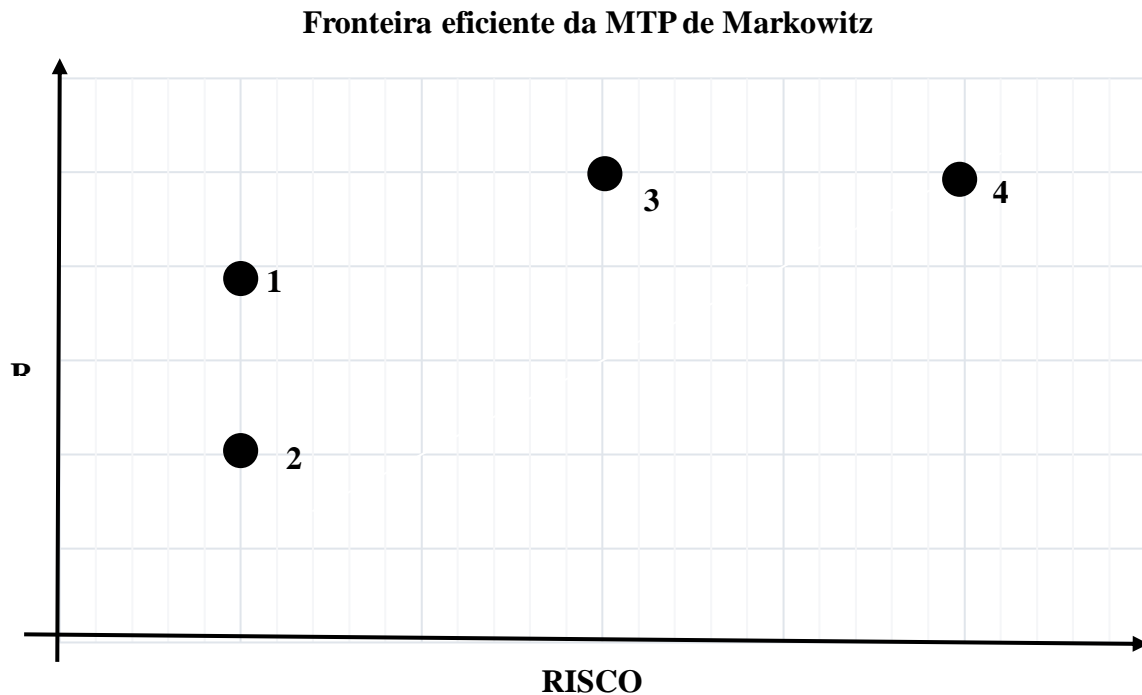


Gráfico 1: Fronteira eficiente de Markowitz

Segundo Vargens (2011), a fronteira eficiente está presente em todo e qualquer conjunto de ativos, onde a curva mostra as combinações existentes dos ativos selecionados e obtém-se o menor risco possível em determinadas expectativas de retorno. Como no gráfico 01, é possível perceber que o ativo 1 possui a mesma taxa de risco que a 2, o que as difere é apenas o retorno, que do 1 é maior, logo, essa seria uma opção ideal. Nos pontos 3 e 4 acontece a mesma coisa, onde 3 e 4 possuem o mesmo retorno, mas o 4 tem um risco maior. Sendo assim, o ativo 3 seria a melhor opção, considerando que os investidores possuem aversão ao risco.

Quando tratamos do mercado acionário brasileiro, sabe-se que este é dividido em mercado de renda fixa – que tem em sua composição os títulos de dívidas- e mercado de renda variável –composto por ativos de patrimônio líquido –. Como levantado anteriormente, segundo Markowitz (1952), os investidores possuem aversão ao risco, o que se confirma no mercado de renda fixa no Brasil, pois este recebeu maiores quantidades de recursos, tendo em vista que oferece menores riscos diante da situação econômica brasileira. Ainda assim, o mercado de renda variável possui grande relevância para o mercado de capital, visto que propõe maiores chances de crescimento para empresas, para os investidores e para o país. (CARVALHO, 2014)

Estudos realizados no mercado acionário brasileiro, como o de Zanini e Figueiredo (2005), que visavam comparar o modelo MTP desenvolvido por Markowitz (1952) e o modelo criado por Sharpe (1963), mostrou que não havia sido encontrada superioridade no desempenho

das teorias. Mesmo com o grande feito por parte do Sharpe em simplificar o modelo para estimar o retorno, no mercado acionário brasileiro e no período estudado, não há um modelo superior ao outro (ZANINI; FIGUEIREDO; 2005).

O modelo utilizado por Zanini e Figueiredo (2005) foi desenvolvido a partir de dados históricos para estimar os retornos e riscos esperados. Este é também o critério aqui utilizado, o que significa dizer que se adota a premissa de que o passado é relevante na determinação do futuro. Sabendo da premissa que os dados passados são relevantes na determinação do futuro, formaram séries de dados com retornos históricos, com período de tempo de 6, 9, 12, 15 e 18 meses anteriores ao mês sob otimização. Os dados dos retornos dos ativos componentes da amostra e do Ibovespa, no período de janeiro de 1994 até junho de 2000 foram obtidos da base dados da Economática, já os dados da Taxa Média Selic e do IGP-DI foram obtidos de banco de dados do Banco do Brasil S.A. A partir dos 20 principais ativos componentes do Ibovespa realizou-se a otimização das carteiras conforme o MM ou MIU, com o auxílio do recurso Solver, do software MS Excel.

Em seu trabalho, Zanini e Figueiredo (2005) observaram que não havia a superioridade de uma teoria em relação à outra, ou seja, a Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz e o Modelo de Índice Único de Sharpe obtiveram o mesmo desempenho no estudo realizado entre julho de 1996 e junho de 2005. Em suas considerações finais, os autores enfatizaram a igualdade de desempenho dos modelos, porém foi apontado que no MIU de Sharpe houve uma maior facilidade para a montagem da carteira ótima.

Um outro estudo realizado por LIMA (2019) no mercado acionário brasileiro teve como objetivo analisar a seleção de carteiras ótimas pela Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952). Nesta pesquisa os dados utilizados compreenderam o período de tempo entre dezembro de 2013 a dezembro de 2018, constatando que a MTP do Markowitz é eficaz na seleção e composição das carteiras, isso levando em consideração a minimização dos riscos ou a maximização dos retornos. Ademais, como a própria autora esclarece, os modelos utilizam resultados passados, não garantindo sucessos futuros, fazendo-se necessário outros estudos na área comparando o modelo de Markowitz com outras teorias que também visam a otimização de carteiras.

Quando partimos para o mercado acionário internacional, como o no mercado acionário do Nepal, onde Paudel e Koirala (2006) fizeram seu trabalho, observa-se que o modelo de Markowitz (1952) é inferior ao de Sharpe (1963), pois com os cálculos e os

resultados das operações, ficou evidente que o desempenho da Moderna Teoria de Portfólios não houve um desempenho superior quanto o Modelo de Índice Único.

Em resultados encontrados em estudos no Brasil, Fonseca (2011) fala que quando Markowitz publicou o seu artigo sobre a Moderna Teoria de Portfólios, o que predominava na época é que a melhor escolha seria investir em ativos que apresentassem o maior retorno, o que foi contestado posteriormente. Markowitz ponderou que concentrar suas ações em um único ativo pode te levar a ter muito retorno como também muito prejuízo, este último que por sua vez deve ser considerado um risco no momento da escolha.

2.3. Modelo de Índice Único de Sharpe

O Modelo de Índice Único de Sharpe (MIU) é uma derivação da Moderna Teoria de Portfólios desenvolvida por Markowitz em 1952. Este modelo possui uma aplicação mais simples que Moderna Teoria dos Portfólios, mas, mesmo com a sua praticidade, para a utilização adequada se faz necessária uma estimação correta dos seus parâmetros e da aplicação como um todo (VARGA, 2001).

A primeira etapa para construção do modelo de índice único é a classificação dos ativos pelo índice de Sharpe:

A classificação de ativos pelo índice de Sharpe é bastante simples: o melhor ativo é aquele que apresenta o maior índice, ou como o próprio Sharpe chamou, o maior índice de recompensa pela variabilidade. Em outras palavras, o melhor ativo é aquele que apresenta a maior recompensa para cada unidade de risco incorrida (FREGNANI, 2009, p. 42).

O autor acima trouxe de forma clara e simples do que se trata o Índice de Sharpe, mostrando que o modelo auxilia na relação risco retorno de diferentes portfólios de investimentos.

Para Nalini (2014), para diminuir os recursos necessários para a estimação dos retornos se faz necessário comparar –de maneira indireta– cada conjunto de títulos a um fator comum, como por exemplo o índice de desempenho de mercado, este que por sua vez está presente em todos os ativos. Dessa forma não são necessários tantos cálculos quanto os que foram utilizados por Markowitz (1952), na sua Moderna Teoria dos Portfólios.

De acordo com o estudo feito por Collins e Barry (1986), há evidências de que as medidas utilizadas no MIU de Sharpe são mais precisas quando são feitos com dados históricos, isso acontece, pois, a matriz de variância-covariância completa consegue medir com uma precisão melhor as medidas de risco futuras.

William Sharpe, que entre outros, tentou simplificar o processo de entrada de dados, tabulação, e a chegada à uma solução, desenvolveu uma variante simplificada do modelo de Markowitz que reduz substancialmente seus dados e requisitos computacionais. O modelo de Markowitz era teoricamente elegante e conceitualmente sólido. No entanto, sua séria limitação era o volume e sofisticação de trabalhos muito além da capacidade de todos, exceto algumas análises (PAUDEL; KOIRALA, 2006, p. 21).

Sharpe (1963) simplificou a estimação dos retornos que existiam no século passado, tendo em vista que sabia da quantidade de insumos necessários para que se chegasse a resultados através do modelo criado por Markowitz (1952). Seus estudos repercutem até hoje e são de grande valia para o mercado acionário mundial na estimação dos retornos. O modelo desenvolvido por Sharpe (1963) facilitou o cálculo para estimar os retornos dos portfólios, conforme a equação abaixo:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + \varepsilon_i \quad (4)$$

Onde:

R_i é o retorno esperado do título i ;

α_i significa a constante;

β_i significa a inclinação de uma linha reta ou coeficiente beta;

R_m é a taxa de retorno do índice de mercado; e

ε_i significa o termo de erro.

Com base no MIU de Sharpe (1963), Zanini e Figueiredo (2005) montaram a sequência de equações para que fossem calculados o retorno esperado, a variância do retorno e a covariância entre os retornos. Na equação abaixo (5) está o retorno esperado:

$$\bar{R}_i = \alpha_i + \beta_i \bar{R}_m \quad (5)$$

Agora, na equação abaixo (6) está a fórmula para calcular o risco total do ativo:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{\varepsilon i}^2 \quad (6)$$

Por sua vez, a equação 7 abaixo explicita o cálculo da covariância entre os retornos com base no MIU de Sharpe:

$$\sigma_{ij} = \beta_i \beta_j \sigma_m^2 \quad (7)$$

Com base nos resultados das equações acima descritas (5, 6 e 7), Zanini e Figueiredo (2005) retornam para a equação inicial dos retornos esperados de uma carteira e substitui pela derivação do MIU de Sharpe conforme equação 8 abaixo:

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^N X_i \alpha_i + \sum_{i=1}^N X_i \beta_i \bar{R}_m \quad (8)$$

Assim como na equação 8, na equação 9 se calcula a variância de um portfólio voltando se a equação fundamental. Isso ocorre com base na substituição das equações derivadas simplificadas apresentadas acima (ZANINI; FIGUEIREDO; 2005).

$$\sigma_p^2 = \beta_p^2 \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_{ei}^2 \quad (9)$$

Paudel e Koirala (2006) enxergam a MTP como um modelo bem estruturado e sofisticado, só que levando em consideração as suas limitações, a teoria requer bons sistemas operacionais que possam rodar os dados inseridos. A simplificação trazida pelo modelo de Sharpe, facilitou a estimação dos retornos e os dados inseridos não precisavam de um grande computador para calcular o que fosse necessário.

Zanini e Figueiredo (2005) trataram da comparação da Moderna Teoria de Portfólios e do Modelo de Índice Único no mercado de ações do Brasil. Isso pois até aquela data não havia estudos comparativos desses dois modelos no mercado acionário brasileiro e se trata de um assunto relevante para os interessados.

Um recente estudo de Silva (2016) mostra que o modelo de Markowitz conseguiu ser superior ao modelo proposto por Sharpe no mercado acionário brasileiro, na IBrX50 no período de doze meses. Com seu estudo foi possível perceber retornos consideráveis, utilizando o método do excedente de retorno.

O estudo de Marisetty (2012) no NSE (National Stock Exchange of India) trouxe algumas conclusões para o mercado acionário indiano, isso levando em consideração o ano de estudo, que foi o de 2010. Ao aplicar o Modelo de Índice Único no NSE, Marisetty teve algumas limitações como: foi utilizado apenas um modelo em sua análise A construção da carteira é baseada apenas no MIU de Sharpe; os títulos selecionados são apenas o da NSE Nifty, que são as cinquenta ações das maiores empresas indianas; e a condição do mercado que é incerta.

Na análise dos seus estudos Marisetty (2012) concluiu que o MIU é um ótimo modelo para a construção de uma carteira ótima, mas que este possui algumas falhas -como qualquer modelo. Para o autor, o Modelo de Índice Único desconsiderou as ações menos voláteis, apesar

das mesmas possuírem um bom retorno médio. Ainda conclui que o modelo é ideal para a construção de uma carteira ótima se o investidor acredita que a volatilidade das ações é quase igual ou igual à volatilidade do mercado.

3. METODOLOGIA

3.1. Amostra

Os dados foram coletados através do Economática no período que se dá entre janeiro de 2010 até dezembro de 2019. Se faz necessário ressaltar que o preço das ações que foram utilizados nos cálculos é o preço de fechamento com os dados mensais, pois este por sua vez é o valor principal para a construção de estudos e pesquisas acadêmicas, sendo também o mais comum para a medição de desempenho de gestores e de corretores (VIEIRA, 2011).

A construção das carteiras foi feita com base em todas as empresas com ações listadas na Bolsa de Valores de São Paulo, no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2019, período que compreende uma grande oscilação no mercado acionário brasileiro entre crises e recessões. Tais dados foram obtidos através de levantamento bibliográfico, através do Economática.

Após a coleta de dados no Economática houve a montagem das carteiras, essa que por sua vez foi feita através do software Microsoft Excel com a criação de planilhas. Com a elaboração dos cálculos realizados no Excel, foram obtidos os valores de desvio padrão e o de retorno da carteira, e através dos resultados do desvio padrão será encontrado o menor risco possível.

3.2. Construção das carteiras do modelo de Markowitz

É comum a utilização de dados históricos como forma de prever o futuro, sendo este o critério utilizado para a construção das carteiras, o que significa dizer que será adotada a premissa de que os dados do passado são relevantes para a determinação do futuro.

Após a coleta dos dados no Economática, foi exportado em formato .xls todas as planilhas dos anos 2010 a 2019. Com isso houve o tratamento dos dados, limpando linhas que não possuíam dados na BOVESPA. Para a montagem da carteira ideal pelo método de Markowitz, neste trabalho prezou-se por ações que possuíam 100% de presença de negociação durante o ano correspondente, não sendo coletado dados de empresas que tinham um número inferior a este.

Após a limpeza e tratamento inicial dos dados, foi calculado no Microsoft Excel o retorno médio de todos os ativos por meio da função MÉDIA, bem como o desvio-padrão através da fórmula DESVPAD.A e o cálculo do coeficiente de variação, esse que por sua vez se deu através da divisão do desvio padrão pelo retorno médio.

Para a montagem de uma carteira ideal, utilizamos o coeficiente de variação como critério decisório para seleção das ações. Utilizou-se o coeficiente de variação para se selecionar as ações com menor risco, mantendo-se assim um perfil de investidor conservador. Em ordem crescente de CV, foram selecionados os primeiros quinze ativos para montar a carteira. Tal regra foi aplicada em todos os anos estudados, ou seja, de 2010 a 2019.

Abrindo uma nova aba em todas as planilhas correspondente aos dez anos pesquisados, foi possível encontrar a correlação das -quinze- ações selecionadas. Utilizando a opção Análise de Dados (localizada na aba Dados), foi possível selecionar a tabela com os retornos e calcular a correlação rapidamente, assim como calcular a matriz de covariância variância, seguindo os mesmos passos.

Depois de realizar todos os cálculos descritos, pode-se iniciar o processo de otimização da carteira pelo método de Markowitz, este que inicialmente contou com o mesmo peso de investimento, 6,6666667%, para as quinze ações totalizam o peso total da carteira que é 100%. Para todas as carteiras foi-se calculado o retorno esperado, o desvio padrão da carteira e por conseguinte o coeficiente de variação da carteira, tudo isso foi feito utilizando o Microsoft Excel.

As funções utilizadas para encontrar o retorno esperado da carteira foi: `MATRIZ.MULT (TRANSPOR (pesos); retornos dos ativos do ano correspondente)`, e depois pressiona a tecla “Enter”. Já para a visualização do desvio padrão da carteira a função utilizada foi: `RAIZ(MATRIZ.MULT(MATRIZ.MULT(TRANSPOR(pesos); tabela de matriz de covariância);pesos)`, e pressiona a tecla “Enter”.

A função Solver do Microsoft Excel foi utilizada para encontrar a porcentagem ideal a ser investida em cada ativo, visando a minimização do risco. Nesta pesquisa, o objetivo é a minimização do risco (desvio-padrão) de todas as carteiras, utilizando o risco de mercado para comparar o risco a ser minimizado. Neste sentido, as definições para o encontro do menor risco tem como a célula corresponde o desvio padrão da carteira; alterar as células variáveis que possuem o peso das carteiras; e utiliza como restrições os pesos das carteiras precisa ser maior ou igual (\geq) a 0 ; a soma dos pesos precisa ser igual ($=$) 1 (100%); e por último o desvio padrão da carteira precisa ser menor ou igual (\leq) que o desvio padrão Ibovespa no ano.

A Figura 2 representa como fica o Solver no Microsoft Excel quando visamos minimizar o risco utilizando todas as restrições mencionadas.

Figura 2 – Parâmetros utilizados no Solver

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: ☐ Máx. ☒ Mín. ☐ Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

\$C\$24:\$C\$38 >= 0	<input type="button" value="Adicionar"/> <input type="button" value="Alterar"/> <input type="button" value="Excluir"/> <input type="button" value="Redefinir Tudo"/> <input type="button" value="Carregar/Salvar"/>
\$C\$39 = 1	
\$D\$41 <= \$C\$19	

☒ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução

Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

3.3. Construção das carteiras com o modelo de Sharpe

Os dados utilizados para a construção das carteiras do Modelo de Índice Único foram extraídos do banco de dados do Economática. As mesmas informações coletadas para a construção da Moderna Teoria de Portfólios foram utilizadas para a construção da carteira com o Modelo de Índice Único. Visando a criação de uma carteira ótima, todas as ações possuíam 100% de presença de negociação durante o ano correspondente, desconsiderando títulos que pudessem ter menos que isto.

Na construção dos portfólios com o MIU foi criada uma planilha que consta com cinco abas para facilitar a montagem da carteira. Na primeira aba nomeada 'SELEÇÃO' há o retorno de 60 meses de todas as ações listadas com 100% de negociação para o ano correspondente, bem como o Ibovespa de todos os meses.

A utilização de 60 meses é comum para a construção do Modelo de Índice Único de Sharpe. Se estou buscando dados para o ano de 2010, preciso encontrar os 48 meses que antecedem o ano de 2010, ou seja, será de janeiro de 2006 até dezembro de 2009 (48 meses) acrescido dos 12 meses do ano que estou estudando (janeiro a dezembro de 2010).

Ainda na aba de ‘SELEÇÃO’ se utiliza os retornos do IBOVESPA dos 60 meses para encontrar a variância do mercado através da fórmula VAR.A e utilizar o valor encontrado nesse calcula para as próximas etapas. Seguindo na mesma aba elencamos quatro colunas e inserimos as devidas informações Ações; Alphas; Betas; Mercado (SELIC); e o Retorno esperado para o ano seguinte.

Na ETAPA 01, há a organização das informações obtidas anteriormente -Ações; Alphas; Betas; Mercado (SELIC); e o Retorno esperado-. Com essa organização calculamos o ER e com base neste há a criação do ranking dos papéis para a utilização dos papéis ordenados nas próximas etapas.

Na ETAPA 02 há a realização dos cálculos necessários para encontrar o C* (C máximo) que determina até qual papel devemos incluir na construção da carteira. Após determinar quais ações devem ser incluídas na carteira ótima, os investidores devem descobrir a porcentagem ótima de capital a ser investida em cada uma delas. Com base nas equações 7, 8 e 9 apresentadas por Zanini e Figueiredo (2005), e com base na fórmula apresentada por Paudel e Koirala (2006), houve a derivação para a equação 10, que trata do ponto de corte:

$$C_i = \frac{\sigma_m^2 \sum_{i=1}^i \frac{(R_i - R_f) \beta_i}{\sigma_{ei}^2}}{1 + \sigma_m^2 \sum_{i=1}^i \frac{\beta_i^2}{\sigma_{ei}^2}} \quad (10)$$

Na ETAPA 03, utilizamos o valor encontrado no C* para fazer a realização dos cálculos que chegam a participação de cada papel na carteira e assim, por meio dessa fórmula, foi possível montar as carteiras para a estimação dos riscos no Modelo de Índice Único de Sharpe (1963).

Finalizando a construção da carteira, temos a ETAPA 04 que se refere a inserção dos dados obtidos anteriormente em outras etapas. Nesta última está incluso duas tabelas, uma com o retorno esperado para o ano e o retorno real, ou seja, o que realmente aconteceu.

O que difere as duas tabelas é apenas uma coluna a com os valores a respeito dos retornos (esperado e real), ou seja, a terceira coluna. Na primeira utilizamos os valores encontrados na construção da própria carteira, o segundo é o real, ou seja, o retorno que realmente aconteceu e é o utilizado.

3.4. Comparação dos modelos

A comparação dos modelos se dará através dos retornos das carteiras montadas pelo Modelo de Índice Único de Sharpe e pela Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz. Também serão utilizados o índice de Treynor, índice de Sharpe e o índice de Jensen para realizar a comparação dos resultados das carteiras montadas de acordo com as teorias de Markowitz (1952) e Sharpe (1963).

3.4.1. Índice de Treynor

Este índice foi criado por Jack Treynor no ano de 1965 e utiliza o risco sistemático β do portfólio como uma medida de risco ao invés do desvio padrão. Tal índice ajusta o prêmio de risco do portfólio pelo seu risco sistemático, ou seja, o beta do CAPM. (OLIVEIRA FILHO; SOUSA, 2015) O cálculo desse modelo se dá conforme a equação 11 abaixo:

$$T_p = \frac{R_i - R_f}{\beta_i} \quad (11)$$

Onde:

$E(R_i)$ é o retorno esperado do portfólio;

R_f significa o retorno do ativo livre de risco;

β_p é o beta do portfólio.

3.4.2. Índice de Sharpe

O índice de Sharpe foi criado em 1966 por William Sharpe e é hoje um dos principais índices na avaliação de fundos de investimento, visto que há a definição de forma numérica da relação entre risco e retorno. (BRUM, 2008) Na equação abaixo observamos como se dá esse cálculo:

$$IS = \frac{R_i - R_f}{\sigma_c} \quad (12)$$

Em que:

R_i é o retorno esperado da carteira;

R_f é o retorno do ativo livre de risco; e

σ_c é a volatilidade da carteira de mercado.

3.4.3. Índice de Jensen

O índice de Jensen (ou alfa de Jensen) é uma medida que se baseia na relação entre o beta e o retorno de mercado, ou seja, no modelo CAPM. Tal índice calcula a diferença entre a rentabilidade obtida pela carteira e a rentabilidade, essa que seria através do CAPM de Sharpe. (GUIMARÃES JÚNIOR; CARMONA; GUIMARÃES, 2015). O cálculo do índice de Jensen se dá conforme a equação 13:

$$\alpha_p = R_p - [R_f + \beta_p(R_m - R_f)] \quad (13)$$

Em que:

α_p significa o alfa de Jensen do portfólio;

R_p trata do retorno médio da carteira;

R_f é o retorno do ativo livre de risco;

β_p é o beta da carteira;

R_m significa o retorno médio do mercado.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Análise da construção das carteiras de Markowitz

Após a construção das carteiras foi possível analisar os resultados obtidos na mesma com a utilização das fórmulas e comandos que visaram a minimização dos riscos. Sabendo da aversão ao risco por parte do investidor, prezamos por carteiras que tivessem a melhor composição (distribuição dos pesos) para trazer melhores retornos.

Tabela 01: Comparação entre retorno da carteira de Markowitz e retorno do Ibovespa

Ano	Retorno real da carteira	Retorno esperado da carteira	Retorno do Ibovespa
2011	-2%	-1,655%	-18,10%
2012	27,46%	39,244%	7,40%
2013	-1,52%	90,852%	-15,50%
2014	4,92%	41,661%	-2,90%
2015	1,42%	46,443%	-13,30%
2016	2,27%	34,843%	38,90%
2017	106,06%	79,977%	26,90%
2018	38,86%	146,793%	15%
2019	56,09%	92,006%	31,58%
2020	20,60%	140,971%	2,92%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Em linhas gerais é possível observar que mesmo em anos onde o retorno da carteira de Markowitz foi negativo, o resultado foi melhor que o retorno do Ibovespa, como é o caso dos anos de 2011 e 2013. Isso se dá devido aos parâmetros inseridos no Microsoft Excel para encontrar o menor risco possível dada as carteiras selecionadas².

No ano de 2011 percebe-se que o retorno da carteira de Markowitz foi -2% e em contrapartida o retorno do Ibovespa foi de -18,10%. Mesmo com o retorno do ano tendo sido ‘ruim’ para a Bolsa de Valores, o investidor não perdeu tanto, pois os cálculos nos levaram a minimização dos riscos.

² Os dados da composição das carteiras estão dispostos no apêndice.

Nos resultados obtidos para o ano de 2011 observamos que o maior retorno vem do ativo ABEV3 com 31%, mesmo não sendo a ação com o maior peso, ou seja, com mais investimento. As ações HGTX3, POMO4 e RPMG3 após a utilização do Solver no Microsoft Excel, tiveram peso 0,00% e não possuíam influência para a minimização dos riscos no ano de 2011.

Na minimização dos riscos para o ano de 2012 temos que o retorno do Ibovespa para o ano foi de 7,40% e o retorno encontrado na carteira de ações de Markowitz foi de 27,46%. Tal valor encontrado pode ter sido resultado pelo fator de diversas empresas estarem no setor de consumo cíclico e não cíclico, influenciando diretamente no resultado da construção da carteira ideal.

Apesar do resultado do ano de 2012 não ter sido tão agradável, os investidores que possuíam essa diversificação nas suas carteiras observaram que não houve prejuízo, apenas não houve tanto lucro quanto o esperado se compararmos com o retorno do Ibovespa para o ano.

Estimando o retorno para o ano de 2013 foi possível identificar que das 15 ações listadas, apenas uma (AMAR3) teve o peso igual a 0,00%, sendo retirada do cálculo no Solver.

Na análise das ações, é possível observar que o título LEVE3 possui o maior peso para o cálculo da minimização dos riscos, entretanto não é essa que traz o maior retorno. A ação com maximização do lucro é a YDUQ3 que conta com apenas 3,32% no peso e possui um retorno de 47,59%.

Visualizando o retorno da carteira, é notório que está negativo com -1,52%, mas ao comparar com o retorno do IBOVESPA para o mesmo ano, conclui-se que foi superior obtido, que gira em torno dos -15,50%.

Estimando o retorno da carteira de ações para 2014, se repete a situação de apenas um título ficar fora do cálculo do Solver, que nessa situação foi a BRKM5, com um peso de 0,00%, não influenciando na minimização dos riscos da carteira composta.

Para as ações que estão dentro do cálculo de maximização dos retornos, o título com o maior peso foi o EQTL3 (17,79%), porém o que consta com um melhor retorno para o ano de 2014 é a COGN3, que obteve um retorno de aproximadamente 63,75%. Comparando com o IBOVESPA a composição dessa carteira foi positiva, onde a mesma tem o resultado de 4,92% contra -2,90% da IBOVESPA.

Diferente dos últimos dois anos, na composição da carteira de ações de 2014 houve a exclusão de quatro títulos, que são: COGN3, LAME4, BBSE3 e MRFG3. Todos obtiveram peso 0,00% e não tinha poder de influência na minimização dos riscos ou maximização dos lucros.

A ação RADL3 teve 9,67% de peso e para o ano de 2015 obteve um retorno de aproximadamente 42,20%, sendo o título com maior maximização dos lucros dentre os listados na composição da carteira de ações de 2014. O retorno total da carteira foi de 1,42%, e apesar de ser um número consideravelmente baixo, comparando com o retorno do IBOVESPA para o mesmo ano, em torno de -13,30%, se mostra superior.

A construção da carteira de ações de 2015 estimando o retorno do ano de 2016 teve um total de quatro ações que ficaram fora do cálculo do Solver, pois elas obtiveram um peso igual a 0,00%. Se faz saber que foram: ENBR3, BEEF3, HYPE3 e a SANB11.

O título DARL3 foi o com o maior retorno para a estimação do ano de 2016, com um total de 74,21%, seguido da EQTL3 com 62,34% e da BRKM5 com 37,81%. O retorno da carteira foi de 2,27% e o do IBOVESPA DE 38,90%, mas mesmo com a disparidade da porcentagem inferior é possível analisar que a composição da carteira para o ano de 2016 não obteve valores negativos, apenas inferiores.

A carteira de ações do ano de 2016 foi a que mais obteve títulos com o peso igual a 0,00%, e para título de conhecimento foram essas: SAPR4, ELET3, MGLU3, ELET6, SANB11, BRAP4, SEER3 e GOAU3.

O título com o maior retorno foi o FLRY3, com 69,02% de retorno para o ano de 2017, seguido da ação RADL3 com 51,33% de retorno. Durante o cálculo da minimização dos riscos e a maximização dos lucros o retorno da carteira foi de 106,06% e o do IBOVESPA para o mesmo ano foi de 26,90%. Apesar da exclusão de oito papéis da composição da carteira, essa por sua vez é a que obteve o maior retorno de todos os anos observados na Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz.

O antepenúltimo ano de análise foi composto pela carteira de ações de 2017 que visa o retorno do ano de 2018. Nessa composição foram excluídas seis ações: MGLU3, TGMA3, PTBL3, VULC3, ARZZ3 e GOLL4. Todas as empresas citadas obtiveram peso 0,00% no cálculo realizado pelo Solver através do software MS Excel.

O valor total do retorno da carteira foi de 38,86%, que teve como principais títulos com o maior retorno: UNIP6 (173,35%), LCAM3(102,18%) e SLCE3(64,82%). O retorno do IBOVESPA para o ano foi de 15%, mostrando que para a estimação dos retornos do ano de 2018, a Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz teve superioridade.

Estimando os retornos para o ano de 2019, a composição das carteiras contou com apenas 11 títulos com peso para o cálculo do retorno. Dos quinze selecionados ficaram de fora: UNIP6, CMIG4, MGLU3 e BTOW3, todos com peso igual a 0,00%.

Com a estimação do retorno da carteira em 56,09%, as ações com maior retorno foram a LOGN3 com 167,95%, a SULA11 e seus 115,93% e a TEND3 com 93,23%. O retorno do IBOVESPA foi de 31,58% e mostrou que para esse ano também houve a superioridade da construção da carteira com base nos estudos de Markowitz.

Por último, a carteira de ações do ano de 2019 obteve um retorno de 20,60% e o IBOVESPA com 2,92% no mesmo ano. Na construção da carteira houve quinze ações das quais três foram retiradas por possuírem peso igual a 0,00%, que são: TRIS3, SIMH3 e EZTC3.

Sendo melhor em comparação com o IBOVESPA, a composição da carteira de 2019 teve como principais retornos a WEGE3, PRIO3 e a ENEV3, com 120,28%, 112,31% e 42,14% respectivamente. O retorno da carteira se mostrou superior e conseguiu superar o retorno do IBOVESPA para o mesmo ano.

4.2. Análise da construção de carteiras de Sharpe

Assim como houve a análise das construções das carteiras com base na Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz, a análise das construções de carteiras com base no Modelo de Índice Único é algo necessário para a comparação dos resultados entre ambos os modelos, identificando se há superioridade de um em comparação a outro. Abaixo segue tabela com os anos, retornos esperados e os retornos reais.

Tabela 02: Retorno esperado e o retorno real da construção da carteira com base no Modelo de Índice Único

Ano	Retorno real da carteira	Retorno esperado da carteira	Retorno do Ibovespa
2011	-16,85%	26,72%	-18,10%
2012	49,22%	17,11%	7,40%
2013	-6,29%	3,14%	-15,50%
2014	-34,40%	21,30%	-2,90%
2015	-42,20%	17,20%	-13,30%
2016	-48,80%	-1,90%	38,90%
2017	15,93%	56,89%	26,90%
2018	47,11%	31,94%	15%
2019	47,51%	68,66%	31,58%
2020	28,33%	7,06%	2,92%

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Na análise das carteiras construídas com base no Modelo de Índice único de Sharpe, há algumas diferenças estruturais se compararmos com a construção das carteiras com base na Moderna Teoria de Portfólios de Markowitz. Na tabela acima temos o retorno esperado para a carteira e o retorno real, ou seja, o que realmente aconteceu, essa comparação serve para que possamos analisar com mais firmeza o Modelo de Índice Único e verificar se o modelo se sustenta no mercado acionário brasileiro.

No ano de 2011 é possível observar que com a escolha das ações o retorno esperado fica por 26,72% e o retorno real para o mesmo ano ficou em -16,85%. Ou seja, apesar do retorno esperado pra carteira ser positivo, foi possível analisar que o retorno foi negativo, um prejuízo do ano.

Em 2012 o retorno real da carteira de Sharpe (1963) foi de 49,22% e o retorno que se esperava com a carteira construída com base no modelo de Sharpe não apresentou valores superiores ao retorno real, mas que de toda forma não mostrou valores negativos, apenas inferiores, com 17,11%.

Para o ano de 2013 os retornos não foram com números tão expressivos, pois a carteira do retorno esperado teve 3,14% de retorno, o retorno real foi de -6,29%. O esperado trouxe resultados esperançosos, mas infelizmente não foi isso que ocorreu nesse período.

Analizando o ano de 2014 observa-se que a carteira do retorno esperado obteve um retorno de 21,30% e o retorno real de -34,40%. Para o ano de 2014 com a construção da carteira com base em Sharpe (1963) observa-se um prejuízo, pois o esperado trazia valores positivos e o retorno real teve -34,40%, ou seja, valores negativos.

Assim como no ano anterior, em 2015 a carteira do retorno esperado de Sharpe (1963) teve um resultado de 17,20% contra -42,20% do retorno que realmente aconteceu. Mais uma vez acontece prejuízo na carteira desenvolvida com base no Modelo de Índice Único.

Os resultados do ano de 2016 não foram tão agradáveis para o investidor, isso se dá pois o retorno esperado da carteira ficou com valores negativos, -1,90%, e o retorno real com -48,80%. Comparando o retorno real e o esperado observamos que o retorno esperado se manteve superior ao que de fato aconteceu no mercado neste ano, chegando a ser 46,90% maior o prejuízo para o investidor.

Avaliando os anos restantes -de 2017 até 2020- os valores encontrados foram todos positivos, não havendo entre retorno real, retorno esperado ou SELIC valores negativos, apenas um superior ao outro. No ano de 2017 o retorno esperado esteve com 56,89%, o retorno real com 15,93%, e apesar do real ter sido inferior ao esperado, em 2017 houve um lucro para o investidor que investiu na carteira construída.

Em 2018 o retorno esperado ficou com 31,94% e o retorno real teve 47,11% de retorno. Apesar da inferioridade em comparação com o que realmente aconteceu com a carteira do retorno esperado, o real apresentou um bom desempenho na estimação dos retornos para o ano de 2018 e não trouxe prejuízos aos investidores.

O penúltimo ano da análise, 2019, contou com um retorno real de 47,51%, enquanto o esperado estava em torno de 68,66%. Ou seja, em comparação com os anos

anteriores é possível observar que o MIU trouxe um lucro de quase 50% para os investidores, sendo uma boa opção investir nos papéis propostos na construção da carteira de Sharpe (1963).

Finalizando, em 2020 o resultado real foi de 28,33% e o retorno esperado 7,06%, ou seja, houve um bom resultado na otimização da carteira e houve um lucro para os investidores da bolsa.

4.3. Comparação dos resultados das carteiras

A comparação das carteiras construída com base na Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952) e no Modelo de Índice Único de Sharpe (1963) mostra qual modelo seria o mais adequado ou o que tem maior superioridade no mercado acionário brasileiro.

Tabela 03: Comparação entre os retornos dos modelos

	Retornos da carteira de Markowitz (1952)	Retornos da carteira de Sharpe (1963)
2011	-2%	-16,85%
2012	27,46%	49,22%
2013	-1,52%	-6,29%
2014	4,92%	-34,40%
2015	1,42%	-42,20%
2016	2,27%	-48,80%
2017	106,06%	15,93%
2018	38,86%	47,11%
2019	56,09%	47,51%
2020	20,60%	28,33%

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Visualmente observamos que ambas as carteiras são adequadas para o mercado acionário brasileiro, havendo apenas alguns desvios que tornam uma superior à outra. Durante o período estudado, dos dez anos de análise na carteira construída com base na teoria de Markowitz (1952), apenas dois anos (2011 e 2013) apresentaram valores negativos, enquanto no modelo de Sharpe (1963) cinco anos (2011, 2013, 2014, 2015 e 2016) apresentaram valores inferiores a zero.

Atestar que o Modelo de Índice Único de Sharpe (1963) não teve um desempenho tão bom quanto a Moderna Teoria dos Portfólios não quer dizer que o modelo não sirva. Fatores como tempo de estudo devem ser levados em consideração, bem como diversificação do setor e de títulos são importantes na construção de uma carteira com minimização dos riscos e maximização dos lucros.

Vale ressaltar que dentro dos anos de análise é possível perceber com clareza os anos que foram afetados pela crise econômica no Brasil, foram os anos que o mercado acionário brasileiro também sofreu e não trouxe muitos retornos para os investidores. A crise econômica e a instabilidade política da década passada marcaram o mercado brasileiro e isso reflete diretamente no resultado e desempenho das carteiras otimizadas.

4.4. Análise do desempenho das carteiras com base nos índices

4.4.1. Índice de Treynor

De acordo com os resultados obtidos no Índice de Treynor, no mercado acionário brasileiro a melhor carteira é a com base na Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952). Isso se dá devido aos valores que na coluna da carteira otimizada pela MTP, está com o número positivado.

Tabela 04: Resultados do Índice de Treynor na carteira de Markowitz e na carteira de Sharpe

	Markowitz	MIU
2011	-0,0229	-0,2762
2012	0,2722	0,3777
2013	-0,1544	-1,2413
2014	0,4884	-0,4252
2015	0,1383	-0,4972
2016	0,2224	0,0891
2017	1,0578	0,1114
2018	0,3877	0,4394
2019	0,5588	0,4435
2020	0,2053	0,2700

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O Índice de Treynor não é tão utilizado pelos investidores quanto o Índice de Sharpe, mas isso não minimiza a sua importância e relevância para analisar o desempenho de uma

carteira. Nesse modelo de análise de desempenho, quanto maior o índice encontrado, melhor é o desempenho e a rentabilidade.

Analisando os resultados obtidos no Índice de Treynor é possível observar que o desempenho das carteiras de Markowitz é superior ao de Sharpe no mercado acionário brasileiro. Isso se dá pois em apenas três anos, 2012, 2018 e 2020, o modelo de Sharpe teve uma superioridade em comparação com a carteira criada com base em Markowitz (1952).

4.4.2. Índice de Sharpe

O índice de Sharpe nos mostra resultados que tornam possível saber se o retorno que o portfólio teve durante a análise compensou o risco. Para os papéis que apresentam um índice de Sharpe com valores positivos é possível concluir que houve maximização do retorno e a carteira teve maior eficiência que o IBOVESPA caso dos fundos que apresentaram o índice de Sharpe positivo, podemos concluir que seu retorno foi mais eficiente comparado ao da taxa livre de risco. (LIMA, 2015)

Tabela 05: Resultados do Índice de Sharpe na carteira de Markowitz e na carteira de Sharpe

Índice de Sharpe		
	Markowitz	MIU
2011	-0,3383128	-6,41641
2012	0,0512312	-0,40475
2013	-0,2991796	-3,21319
2014	-0,275375	-3,05571
2015	-0,4282811	-1,36029
2016	-0,3619154	-1,08101
2017	0,9873789	-2,8697
2018	0,2655371	-0,74135
2019	0,4691132	-0,17246
2020	0,1115019	0,061736

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Os resultados obtidos na análise de desempenho através do índice de Sharpe também mostram que a Moderna Teoria de Portfólios se adequou mais durante os anos estudados no mercado acionário brasileiro.

4.4.3. Índice de Jensen

O Índice de Jensen ou Alfa de Jensen é um medidor de desempenho das carteiras que avalia de acordo com o retorno das ações. De acordo com Lima (2015), quando o resultado positivo do indicador é significativo, fica evidente que quem utilizou o índice, fez uso de determinadas estratégias, tanto relacionadas ao tempo como à seletividade. Ainda, quando o resultado for negativo conclui-se que o retorno não justifica o risco, ou seja, não há uma maximização suficiente para a porcentagem de risco. Quando o alfa apresentar valores iguais a zero é perceptível que o desempenho da carteira está em equilíbrio com o IBOVESPA. e quando o resultado do alfa é igual a zero, indica que o desempenho do fundo está em equilíbrio com o da carteira de mercado.

Tabela 06: Resultados do Índice de Jensen na carteira de Markowitz e na carteira de Sharpe

	Índice de Jensen	
	Markowitz	MIU
2011	-37,96764386	-1,46088909
2012	743,6392035	-7,77737162
2013	-219,2840037	-0,03290518
2014	460,3322324	6,90706434
2015	97,26478252	1,990815333
2016	440,8194083	-1,78106507
2017	-1399,172762	13,26423493
2018	-1952,439706	26,90964901
2019	-516,4834594	16,06196005
2020	-2167,047263	30,2583249

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

De 2011 a 2020 podemos observar que o desempenho da carteira de Sharpe apresentou resultados positivos por mais anos, sendo um índice que mostra -nesse momento- a superioridade do Modelo de Índice Único de Sharpe (1963) em comparação com a Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a escassez de estudos na área, o presente estudo objetivou encontrar qual seria o modelo de otimização de carteiras mais adequado ao mercado acionário brasileiro através de duas famosas teorias: a Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz e o Modelo de Índice Único de Sharpe, sendo de grande valia para novos investidores.

Em todo e qualquer trabalho há a necessidade de avaliar o horizonte de tempo estudado visto que tal influencia diretamente na análise dos resultados, esta pesquisa teve como principal limitação o período de tempo estudado, entre os anos de 2010 e 2019. Neste trabalho verificou-se que a Moderna Teoria dos Portfólios obteve uma superioridade de desempenho quando comparado ao Modelo de Índice Único.

A carteira de Markowitz apresenta um número maior de retorno na maioria dos anos, diferentemente do modelo de Sharpe. No ano de 2011 os resultados de ambas as otimizações foram negativos, e ainda assim, o retorno da carteira de Markowitz foi melhor para o mercado acionário brasileiro. Com retornos bem distantes um do outro, o ano de 2017 contou com 106,06% para a MTP e apenas 15,93% para o Modelo de Índice Único.

Apesar de existirem sim alguns anos em que o MIU apresenta um valor de retorno maior, esses correspondem apenas a 30% dos dez anos estudados. Mesmo com os resultados encontrados neste estudo, é possível que o cenário mude caso novos horizontes de tempo sejam utilizados.

De acordo com o índice de Treynor, as carteiras de Markowitz apresentaram um resultado superior ao de Sharpe na maioria dos anos, onde em 2014 a otimização da MTP alcançou 0,4884 e a do MIU ficou com o valor negativo de -0,4252.

Com base no índice de Sharpe, grande maioria das carteiras compostas com a otimização do Modelo de Índice Único obtiveram valores negativos, enquanto o portfólio de Sharpe obteve um desempenho superior, com uma menor quantidade de valores negativos na construção do indicador.

O índice de Jensen foi o indicador de desempenho que mostrou os valores obtidos na otimização da carteira de Sharpe com valores em sua grande maioria positivos, sendo assim, nesse avaliador de desempenho o modelo de Markowitz não obteve superioridade.

Apesar dos resultados obtidos nesse estudo, é válido lembrar que a depender do período estudado os resultados podem mudar completamente, se fazendo assim necessário

novas pesquisas periodicamente que indiquem qual o modelo mais adequado para o cenário do mercado de ações do Brasil.

O Modelo de Índice Único de Sharpe (1963) e a Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952) são diferentes, mas possuem um mesmo propósito: apresentar carteiras otimizadas para os investidores dos mais diversos mercados de ações do mundo. Para se chegar aos resultados da MTP seguimos uma quantidade maior de etapas, diferentemente do MIU, o que não torna o modelo superior ou inferior – não por essas razões –.

No Brasil é perceptível que durante os anos estudados a Moderna Teoria dos Portfólios de Markowitz (1952) apresentou um desempenho superior, sendo assim o mais indicado para utilização devido ao comportamento do mercado acionário brasileiro, este que por sua vez ainda é pouco explorado.

Comparando com os estudos desenvolvidos por Zanini e Figueiredo (2005) e Lima (2019), observamos que é comum a Moderna Teoria dos Portfólios apresentar um bom desempenho no mercado acionário brasileiro, mesmo com períodos estudados sendo diferentes. Sendo assim, é interessante que haja outros estudos no mercado do Brasil que tenham horizontes de tempo diferentes para fins de comparação e análise do desempenho dos modelos no mercado acionário brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, J. C. G.. O modelo de avaliação de ativos (o Capital Asset Pricing Model): aplicações. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 20, p. 31-41, set. 1980. Trimestral. Disponível em: https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75901980000300004.pdf. Acesso em: 22 nov. 2020.

BRUM, F. M. **Aplicação da teoria de Markowitz e Índice de Sharpe em um clube de investimento**. 2008. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mercado de Capitais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16808/000685570.pdf?sequence=1?>. Acesso em: 01 dez. 2020.

CARVALHO, F. B. de. **A Importância do Mercado de Capitais: considerações das teorias econômica e financeira**. 2014. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124344/000829995.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 nov. 2020.

COLLINS, R.; BARRY, P. Risk Analysis with Single-Index Portfolio Models:: an application to farm planning. **American Agricultural Economics Association**, [s.l.] p. 152-161, jun. 1986.

DUARTE Júnior, A.M.; PINHEIRO, F. A. P.; JORDÃO, M.R.; BASTOS, N. T. Gerenciamento de Riscos Corporativos: Classificação, Definições e Exemplos. *Resenha BM&F*, nº 134, p. 25-32, 1999. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3662832-Gerenciamento-de-riscos-corporativos-classificacao-definicoes-e-exemplos.html> Acesso em: 25 nov. 2020

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; PADBERG, M. W.. Simple criteria for optimal portfolio selection. **The Journal Of Finance**, New York, v. 31, n. 5, p. 1341-1357, dez. 1976. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2326684?seq=1>. Acesso em: 09 out. 2020.

FERREIRA, R. D. **Análise de risco e retorno das ações de empresas listadas no nível 1 de governança corporativa em relação ao mercado tradicional da Bolsa de Valores de São Paulo**. 2008. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18120/000686698.pdf?...1>. Acesso em: 23 nov. 2020.

FONSECA, C. G. **Aplicação do modelo de Markowitz na seleção de carteiras eficientes: uma análise da relação entre risco e retorno**. 2011. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://modelosfinanceiros.com.br/assets/documentos/selecao_de_carteiras_eficientes.PDF. Acesso em: 16 maio 2021.

FREGNANI, C. A.. **Avaliação de desempenho das ações ordinárias dos principais bancos de grande porte pelo índice de Sharpe, Treynor, Jensen e Modigliani e Modigliani**. 2009. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/1357>. Acesso em: 25 nov. 2020.

GASPAR, B. C.; SANTOS, D. F. L.; RODRIGUES, S. V. Risco Versus Retorno das Ações do Setor Imobiliário da BM&BOVESPA no Período de 2009 – 2012. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa (RECADM)**. Paraná, v. 13, n. 3, p. 316-338, 2014. Disponível em: <http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/recadm/article/view/1929/799>. Acesso em: 30 nov. 2020.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 800 p.

GOEKING, Weruska. **Metade dos brasileiros investe até R\$ 6 mil em ações; veja carteiras propostas**. 2020. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/noticia/2020/06/01/brasileiros-investem-r-6-mil-em-acoes-em-media-veja-carteiras-recomendadas.gh.html>. Acesso em: 09 maio 2021.

GUIMARÃES JÚNIOR, F. R. F.; CARMONA, C. U. de M.; GUIMARÃES, L. G. de A.. CARTEIRAS FORMADAS POR MEIO DE VARIÁVEIS FUNDAMENTALISTAS APRESENTAM BOM DESEMPENHO DE MERCADO? **Gestão & Regionalidade**, [S.L.], v. 31, n. 91, p. 87-104, 2 abr. 2015. USCS Universidade Municipal de São Caetano do Sul. <http://dx.doi.org/10.13037/gr.vol31n91.2610>.

KONDO, D. Y. S. **Modelos de estimação das volatilidades e o seu impacto no cálculo do valor em risco de uma carteira de ativos financeiros**. 2008. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em:

<http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2012/pubs/modelos-de-estimacao-das-volatilidades-e-o-seu-impacto-no-calculo-do-valor-em-risco-de-uma-carteira-de-ativos-financeiros.pdf>.

Acesso em: 24 nov. 2020.

LEE, H. S.; FAH, C. F.; CHUAN, C. S.. Markowitz Portfolio Theory and Capital Asset Pricing Model for Kuala Lumpur Stock Exchange: A Case Revisited. **International Journal Of Economics And Financial Issues**, Kuala Lumpur, v. 3, n. 6, p. 59-65, dez. 2015. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Hui-Shan-Lee/publication/304972443_Markowitz_Portfolio_Theory_and_Capital_Asset_Pricing_Model_for_Kuala_Lumpur_Stock_Exchange_A_Case_Revisited/links/5bb45b5d45851574f7f74c8d/Markowitz-Portfolio-Theory-and-Capital-Asset-Pricing-Model-for-Kuala-Lumpur-Stock-Exchange-A-Case-Revisited.pdf. Acesso em: 09 nov. 2020.

LIMA, F. G.. **Análise de riscos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 320 p.

LIMA, L. L. B. dos S.. **Seleção de carteiras ótimas pelo método de markowitz: análise do Índice de Sharpe, Índice de Treynor**. 2019. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16107>. Acesso em: 29 nov. 2020.

LIMA, R. C. K. **Avaliação dos fundos de investimentos em ações através de indicadores de desempenho**. 2015. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: http://modelosfinanceiros.com.br/assets/documentos/avaliacao_de_fundos_de_investimentos_em_acoes.pdf. Acesso em: 01 jun. 2021.

MARISSETTY, N. Construction of Optimal Portfolio using Sharpe Index Model. **Ssrn Electronic Journal**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 57-65, dez. 2012. Trimestral. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3456697>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336602910_Construction_of_Optimal_Portfolio_using_Sharpe_Index_Model. Acesso em: 18 maio 2021.

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

MARQUES, S.; SILVA, W. V. da; CORSO, J. M. del; DALAZEN, Luciano Luiz. Comparação de Desempenhos de Carteiras Otimizadas pelo Modelo de Markowitz e a Carteira de Ações do Ibovespa. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 20-37, jul.

2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4864954>. Acesso em: 24 nov. 2020.

NALINI, R. Optimal portfolio construction using sharpe's single index model:: a study of selected stocks from bse. **International Journal Of Advanced Research In Management And Social Sciences**, Mysore, v. 3, n. 12, p. 72-93, dez. 2014. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.663.254&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

PAUDEL, R. B.; KOIRALA, S. Application of Markowitz and Sharpe Models in Nepalese Stock Market. **The Journal Of Nepalese Business Studies**, Nepal, v. 3, n. 1, p. 18-35, dez. 2006.

RAMBO, A. C. **O perfil do investidor e melhores investimentos: da teoria à prática do mercado brasileiro**. 2014. 86 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30401147.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020.

RIBEIRO NETO, R. M; FAMÁ, R. Beta contabilístico-Uma aplicação no mercado financeiro brasileiro. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO FEA/USP – V SEMEAD. **Anais**. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://sistema.semead.com.br/5semead/Finan%E7as/Beta%20contabilistico.pdf> Acesso em: 24 nov, 2020

SHARPE, W. F. A Simplified Model for Portfolio Analysis. **Management Science**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 277-293, jan. 1963. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS). <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.9.2.277>. Disponível em: [http://mikepolanski.com/wp-content/uploads/2018/03/6.-](http://mikepolanski.com/wp-content/uploads/2018/03/6.-William_Sharpe_Simplified_Model_of_Portfolio_Analysis_0.pdf)

[William_Sharpe_Simplified_Model_of_Portfolio_Analysis_0.pdf](http://mikepolanski.com/wp-content/uploads/2018/03/6.-William_Sharpe_Simplified_Model_of_Portfolio_Analysis_0.pdf). Acesso em: 24 nov. 2020.

SPERANDIO, Luan. **Por que o Brasil é um país de analfabetos financeiros – e como isso atrapalha a nossa vida**. 2020. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/brasil-pais-dos-analfabetos-financeiros/>. Acesso em: 07 maio 2021.

VARGA, G. Índice de sharpe e outros indicadores de performance aplicados a fundos de ações brasileiros. **Revista de Administração Contemporânea**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 215-245, dez.

2001. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-65552001000300011>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-65552001000300011>. Acesso em: 25 nov. 2020.

VARGENS, D. D. **Fronteira Eficiente**: aplicação para quatro ativos no mercado brasileiro. 2011. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/5121/1/DDVargens.pdf> Acesso em: 26 nov. 2020

VIEIRA, C. J. G. **Distorções no leilão de fechamento de ações da BMF&BOVESPA**. 2011. 31 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Finanças e Economia Empresarial, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/8748/DISTOR%C3%87%C3%95ES%20NO%20LEIL%C3%83O%20DE%20FECHAMENTO%20DE%20A%C3%87%C3%95ES%20DA%20BMF&BOVESPA.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ZANINI, F. A. M.; FIGUEIREDO, A. C. As teorias de carteira de Markowitz e de Sharpe: Uma aplicação no mercado brasileiro de ações entre julho/1995 e junho/2000. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 38-64, 2005. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1954/195416193003.pdf?utm_source=blog&utm_campaign=rc_blogpost. Acesso em: 12 out. 2020.

APÊNDICES

Tabela 07: Carteira de ações de 2010 de Markowitz

Ações	Pesos	Retorno 2011
AMAR3	1,63%	-30%
HGTX3	0,00%	22,2%
ALPA4	20,24%	18%
POMO4	0,00%	6,8%
HBOR3	4,36%	3%
MYPK3	0,04%	8%
ODPV3	1,17%	8%
ABEV3	9,50%	31%
PINE4	18,47%	-6%
EZTC3	1,89%	15%
RPMG3	0,00%	110%
GSHP3	13,64%	-13%
TPIS3	1,63%	-2%
ETER3	8,18%	-19%
PSSA3	19,25%	-20%
	Retorno da carteira	

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 08: Carteira de ações de 2011 de Markowitz

Ações	Pesos	Retorno
ENEV3	2,781%	-0,0929
CIEL3	6,965%	0,4767
COCE5	20,779%	0,4407
JHSF3	0,000%	0,0000
LLIS3	3,414%	0,0529
CMIG4	5,801%	0,0307
RPMG3	1,339%	-0,8074
CPFE3	15,039%	-0,1287
MNDL3	0,618%	-0,6512
ABEV3	17,282%	0,5948
KLBN4	0,000%	0,0000
VIVT3	10,376%	-0,0251
TIMS3	0,000%	0,0000
BRFS3	0,000%	0,0000
EQTL3	15,605%	0,5305
	Retorno da carteira	27,46%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 09: Carteira de ações de 2012 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2013
GRND3	8,42%	14,7669
VLID3	8,27%	-26,8587
YDUQ3	3,32%	47,5926
SAPR4	11,03%	-20,8113
LEVE3	13,38%	15,0113
BEEF3	2,56%	2,3132
MILS3	6,24%	-1,3915
MDIA3	11,99%	29,3524
AMAR3	0,00%	-42,5951
EZTC3	5,71%	15,6732
NTCO3	11,31%	-26,5501
TASA4	3,53%	-20,5709
RADL3	6,02%	-35,5123
HBOR3	0,53%	-16,0026
CSAN3	7,68%	-3,5435
	Retorno da carteira	-1,52%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 10: Carteira de ações de 2013 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2014
KEPL3	4,12%	26,9877
COGN3	2,53%	63,7567
CIEL3	12,63%	31,5176
BRKM5	0,00%	-13,4963
YDUQ3	5,39%	17,6764
TIMS3	1,33%	-1,7396
MDIA3	16,45%	-7,7818
PSSA3	1,48%	11,7565
UGPA3	16,20%	-5,5611
JBSS3	1,66%	28,9938
EQTL3	17,79%	21,5201
UNIP6	1,42%	-7,5015
EMBR	6,02%	31,4576
ROMI3	11,84%	-51,7177
CSNA3	1,13%	-60,0580
	Retorno da carteira	4,92%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 11: Carteira de ações de 2014 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2015
SMLS3	13,20%	-21,1452
RADL3	9,67%	42,2164
TRIPL4	8,88%	16,0777
ANIM3	3,63%	-59,7376
COGN3	0,00%	-37,5417
WEGE3	25,04%	0,0066
LAME4	0,00%	13,3308
BBSE3	0,00%	-20,0325
YLID3	9,27%	2,5706
BRFS3	8,80%	-11,2530
EMBR3	13,81%	24,4387
CIEL3	3,01%	-1,4329
CESP6	3,83%	-37,3789
MRFG3	0,00%	4,0984
BTOW3	0,86%	-32,1301
	Retorno da carteira	1,42%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 12: Carteira de ações de 2015 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2016
KLBN11	10,25%	-22,2830
AGRO3	31,69%	5,8222
SULA11	1,06%	-0,2236
DARL3	4,66%	74,2114
BRKM5	0,98%	37,8164
KLBN4	5,00%	-22,5783
LEVE3	17,76%	-13,9167
ENBR3	0,00%	23,3944
EQTL3	6,67%	62,3420
BEEF3	0,00%	-8,6466
UGPA3	4,03%	15,8793
HYPE3	0,00%	22,4803
EMBR3	9,89%	-46,7184
SMT03	8,01%	28,9519
SANB11	0,00%	95,1835
	Retorno da carteira	2,27%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 13: Carteira de ações de 2016 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2017
SAPR4	0,00%	0,1560
FLRY3	14,76%	0,6902
ELET3	0,00%	-0,1521
MGLU3	0,00%	5,1103
CSMG3	1,36%	0,2501
ELET6	0,00%	-5,3094
RADL3	11,63%	0,5133
EQTL3	17,81%	0,2191
CPFE3	14,11%	-0,2258
UNIP6	30,66%	2,7797
SANB11	0,00%	0,1426
BRAP4	0,00%	1,0488
MDIA3	9,67%	0,3747
SEER3	0,00%	0,7104
GOAU3	0,00%	0,1835
	Retorno da carteira	106,06%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 14: Carteira de ações de 2017 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2018
LCAM3	16,74%	1,0218
FESA4	12,17%	0,0712
PRI03	8,01%	0,2127
UNIP6	3,54%	1,7335
MGLU3	0,00%	1,2636
SLCE3	16,00%	0,6482
GUAR3	2,65%	0,1192
CVCB3	5,62%	0,2725
TGMA3	0,00%	0,4625
PTBL3	0,00%	-0,0144
RENT3	8,16%	0,3667
VULC3	0,00%	-0,2198
TIMS3	27,11%	-0,0799
ARZZ3	0,00%	0,0347
GOLL4	0,00%	0,7192
	Retorno da carteira	38,86%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 15: Carteira de ações de 2018 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2019
IRBR3	19,20%	0,4454
CRPG5	5,09%	-0,0881
TRIS3	6,81%	2,8389
UNIP3	2,74%	0,1215
CPFE3	37,27%	0,2524
UNIP6	0,00%	0,1389
CMIG4	0,00%	0,0479
MGLU3	0,00%	1,1233
TEND3	6,76%	0,9323
LCAM3	1,75%	0,8508
SUZB3	8,15%	0,0534
CESP6	5,81%	0,5148
LOGN3	0,50%	1,6795
SULA11	5,93%	1,1593
BTOW3	0,00%	0,5135
	Retorno da carteira	56,09%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 16: Carteira de ações de 2019 de Markowitz

AÇÕES	PESOS	RETORNO 2020
ENEV3	10,33%	0,4214
TRIS3	0,00%	-0,1774
SIMH3	0,00%	0,3375
JHSF3	0,83%	0,1155
SQIA3	4,76%	-0,0408
ALPA4	4,93%	0,2670
POSI3	1,39%	-0,4959
OMGE3	18,62%	0,1058
TOTS3	10,70%	0,3461
GNDI3	13,58%	0,1518
CPL6	2,16%	0,1310
EZTC3	0,00%	-0,1661
PRI03	4,56%	1,1231
WEGE3	8,85%	1,2028
ALSO3	19,29%	-0,4182
	Retorno da carteira	20,60%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 17: Carteira de ações de 2011 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2011				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2011	PESO	RETORNO CARTEIRA
HGTX3	1	0,225	8,564%	1,927%
ESTR4	2	0,307	8,088%	2,481%
LREN3	3	0,286	19,272%	5,510%
TELB4	4	-0,026	-0,080%	0,002%
RAPT4	5	0,277	14,210%	3,933%
RENT3	6	0,270	10,963%	2,958%
FESA4	7	0,246	4,146%	1,018%
BRAP4	8	0,257	15,312%	3,939%
BBSA3	9	0,260	15,070%	3,919%
ETER3	10	0,234	4,454%	1,043%
			SOMA	26,729%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)**Tabela 18:** Carteira de ações de 2011 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2011				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2011	PESO	RETORNO CARTEIRA
HGTX3	1	0,22	8,56%	1,91%
ESTR4	2	-0,422	8,09%	-3,41%
LREN3	3	-0,110	19,27%	-2,12%
TELB4	4	0,378	-0,08%	-0,03%
RAPT4	5	-0,284	14,21%	-4,03%
RENT3	6	-0,034	10,96%	-0,37%
FESA4	7	-0,365	4,15%	-1,51%
BRAP4	8	-0,235	15,31%	-3,59%
BBSA3	9	-0,190	15,07%	-2,86%
ETER3	10	-0,187	4,45%	-0,83%
			SOMA	-16,85%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 19: Carteira de ações de 2012 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2012				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2012	PESO	RETORNO CARTEIRA
POMO4	1	0,195	35,769%	6,963%
TELB4	2	0,000	0,000%	0,000%
CESP6	3	0,164	8,048%	1,323%
KLBN4	4	0,163	20,171%	3,279%
BRFS3	5	0,158	19,573%	3,088%
CSMG3	6	0,155	7,956%	1,237%
TOTS3	7	0,146	5,270%	0,769%
ODPV3	8	0,143	3,213%	0,460%
			SOMA	17,118%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 20: Carteira de ações de 2012 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2012				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2012	PESO	RETORNO CARTEIRA
POMO4	1	0,870	35,769%	31,130%
TELB4	2	-0,531	0,000%	0,000%
CESP6	3	-0,388	8,048%	-3,120%
KLBN4	4	0,654	20,171%	13,195%
BRFS3	5	0,163	19,573%	3,187%
CSMG3	6	0,348	7,956%	2,770%
TOTS3	7	0,237	5,270%	1,249%
ODPV3	8	0,253	3,213%	0,812%
			SOMA	49,22%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 21: Carteira de ações de 2013 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2013				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2013	PESO	RETORNO CARTEIRA
ODPV3	1	0,027	91,673%	2,481%
EZTC3	2	0,079	0,939%	0,074%
MRVE3	3	0,079	7,388%	0,583%
			SOMA	3,14%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)**Tabela 22:** Carteira de ações de 2013 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2013				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2013	PESO	RETORNO CARTEIRA
ODPV3	1	-0,049	91,673%	-4,452%
EZTC3	2	0,157	0,939%	0,147%
MRVE3	3	-0,269	7,388%	-1,986%
			SOMA	-6,291%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 23: Carteira de ações de 2014 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2014				
PAPEIS	Rank	RETORNO PREVISTO 2014	PESO	RETORNO CARTEIRA
EZTC3	1	0,215	29,464%	6,341%
PMAM3	2	0,230	10,577%	2,429%
CSNA3	3	0,226	19,100%	4,308%
PLAS3	4	0,237	2,923%	0,693%
TCSA3	5	0,204	8,322%	1,695%
BEEF3	6	0,183	4,899%	0,895%
USIM5	7	0,207	7,874%	1,633%
BBAS3	8	0,197	16,842%	3,315%
			SOMA	21,309%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 24: Carteira de ações de 2014 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2014				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2014	PESO	RETORNO CARTEIRA
EZTC3	1	-0,218	29,464%	-6,421%
PMAM3	2	-0,526	10,577%	-5,562%
CSNA3	3	-0,601	19,100%	-11,471%
PLAS3	4	-0,468	2,923%	-1,368%
TCSA3	5	-0,544	8,322%	-4,530%
BEEF3	6	-0,139	4,899%	-0,682%
USIM5	7	-0,645	7,874%	-5,076%
BBAS3	8	0,042	16,842%	0,709%
			SOMA	-34,401%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 25: Carteira de ações de 2015 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2015				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2015	PESO	RETORNO CARTEIRA
BTOW3	1	0,180	0,000%	0,000%
GOLL4	2	0,174	20,644%	3,599%
BBAS3	3	0,171	79,356%	13,597%
			SOMA	17,20%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)**Tabela 26:** Carteira de ações de 2015 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2015				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2015	PESO	RETORNO CARTEIRA
BTOW3	1	-0,321	0,000%	0,000%
GOLL4	2	-0,834	20,644%	-17,217%
BBAS3	3	-0,315	79,356%	-24,991%
			SOMA	-42,208%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 27: Carteira de ações de 2016 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2016				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2016	PESO	RETORNO CARTEIRA
EMBR3	1	-0,001	107,302%	-0,071%
GFSA3	2	0,256	-6,437%	-1,647%
JBSS3	3	0,209	-0,490%	-0,102%
MRVE3	4	0,215	-0,374%	-0,080%
			SOMA	-1,90%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 28: Carteira de ações de 2016 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2016				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2016	PESO	RETORNO CARTEIRA
EMBR3	1	-0,467	107,302%	-50,130%
GFSA3	2	-0,220	-6,437%	1,419%
JBSS3	3	-0,034	-0,490%	0,016%
MRVE3	4	0,299	-0,374%	-0,112%
			SOMA	-48,806%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 29: Carteira de ações de 2017 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2017				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2017	PESO	RETORNO CARTEIRA
USIM5	1	0,762	5,849%	4,46%
CSNA3	2	0,642	5,091%	3,27%
PETR4	3	0,593	23,567%	13,97%
BBAS3	4	0,523	37,142%	19,42%
PETR3	5	0,555	22,422%	12,43%
GOAU4	6	0,564	5,928%	3,34%
			SOMA	56,89%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 30: Carteira de ações de 2017 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2017				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2017	PESO	RETORNO CARTEIRA
USIM5	1	1,220	5,849%	7,13%
CSNA3	2	-0,228	5,091%	-1,16%
PETR4	3	0,083	23,567%	1,95%
BBAS3	4	0,168	37,142%	6,26%
PETR3	5	-0,002	22,422%	-0,04%
GOAU4	6	0,211	5,928%	1,25%
			SOMA	15,393%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 31: Carteira de ações de 2018 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2018				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2018	PESO	RETORNO CARTEIRA
MGLU3	1	0,311	2,18%	0,679%
USIM5	2	0,464	6,17%	2,866%
GOLL4	3	0,317	4,63%	1,468%
PETR4	4	0,344	22,32%	7,677%
BBAS3	5	0,300	34,08%	10,235%
BRAP4	6	0,294	9,36%	2,754%
BRSR6	7	0,283	9,94%	2,809%
BTOW3	8	0,255	3,75%	0,956%
PDGR3	9	0,344	0,66%	0,228%
GOAU4	10	0,326	5,50%	1,795%
RSID3	11	0,338	1,38%	0,468%
			SOMA	31,94%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)**Tabela 32:** Carteira de ações de 2018 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2018				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2018	PESO	RETORNO CARTEIRA
MGLU3	1	1,264	2,18%	2,760%
USIM5	2	0,018	6,17%	0,109%
GOLL4	3	0,719	4,63%	3,331%
PETR4	4	0,468	22,32%	10,455%
BBAS3	5	0,524	34,08%	17,861%
BRAP4	6	0,144	9,36%	1,346%
BRSR6	7	0,679	9,94%	6,748%
BTOW3	8	1,050	3,75%	3,940%
PDGR3	9	-0,511	0,66%	-0,339%
GOAU4	10	0,231	5,50%	1,269%
RSID3	11	-0,263	1,38%	-0,364%
			SOMA	47,116%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 33: Carteira de ações de 2019 de Sharpe – Retorno esperado

RETORNO ESPERADO EM 2019				
PAPEIS	Rank	RETORNO EM 2019	PESO	RETORNO CARTEIRA
LEVE 3	1	-0,013	2,067%	-0,027%
EMBR3	2	-0,023	0,958%	-0,022%
MGLU3	3	0,469	0,428%	0,201%
GOLL4	4	0,730	1,000%	0,731%
USIM5	5	0,963	1,539%	1,482%
ELET3	6	0,609	1,369%	0,833%
BBAS3	7	0,659	7,361%	4,847%
BRSR6	8	0,616	12,654%	7,792%
PETR4	9	0,730	24,351%	17,777%
CSNA3	10	0,726	48,274%	35,044%
			SOMA	68,66%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 34: Carteira de ações de 2019 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2019				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2019	PESO	RETORNO CARTEIRA
LEVE 3	1	0,2498	2,07%	0,516%
EMBR3	2	-0,0899	0,96%	-0,086%
MGLU3	3	1,1233	0,43%	0,480%
GOLL4	4	0,4661	1,00%	0,466%
USIM5	5	0,0490	1,54%	0,075%
ELET3	6	0,6007	1,37%	0,822%
BBAS3	7	0,1964	7,36%	1,446%
BRSR6	8	0,0307	12,65%	0,389%
PETR4	9	0,3748	24,35%	9,126%
CSNA3	10	0,7100	48,27%	34,273%
			SOMA	47,51%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 35: Carteira de ações de 2020 de Sharpe – Retorno real

RETORNO ESPERADO EM 2020				
PAPEIS	Rank	RETORNO ESPERADO EM 2020	PESO	RETORNO CARTEIRA
UNIP6	1	0,060837178	-16,729%	-1,018%
MGLU3	2	0,107545869	-23,693%	-2,548%
SQIA3	3	0,056994025	0,217%	0,012%
ELET3	4	0,072977915	18,088%	1,320%
ROMI3	5	0,060767076	12,177%	0,740%
CSNA3	6	0,073726522	27,303%	2,013%
USIM5	7	0,082270088	56,716%	4,666%
GOLL4	8	0,072212594	25,922%	1,872%
			SOMA	7,06%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Tabela 36: Carteira de ações de 2020 de Sharpe – Retorno real

RETORNO REAL EM 2020				
PAPEIS	Rank	RETORNO REAL EM 2020	PESO	RETORNO CARTEIRA
UNIP6	1	0,49267371	-16,729%	-8,242%
MGLU3	2	1,09836727	-23,693%	-26,024%
SQIA3	3	-0,040816327	0,217%	-0,009%
ELET3	4	0,118063741	18,088%	2,136%
ROMI3	5	0,26356443	12,177%	3,209%
CSNA3	6	1,259739428	27,303%	34,394%
USIM5	7	0,550581925	56,716%	31,227%
GOLL4	8	-0,322282609	25,922%	-8,354%
			SOMA	28,337%

Fonte: Elaborada pela autora (2021)