



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

THIAGO DE ARAÚJO FURTADO

**AVALIAÇÃO DE CARTEIRAS DE AÇÕES: DESEMPENHO COMPARATIVO
ENTRE O ÍNDICE BOVESPA E CARTEIRAS PROPOSTAS COM BASE NO
MODELO DE MARKOWITZ**

FORTALEZA

2018

THIAGO DE ARAÚJO FURTADO

**AVALIAÇÃO DE CARTEIRAS DE AÇÕES: DESEMPENHO COMPARATIVO
ENTRE O ÍNDICE BOVESPA E CARTEIRAS PROPOSTAS COM BASE NO
MODELO DE MARKOWITZ**

Monografia submetida à Coordenação do curso de Graduação em Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F989a Furtado, Thiago de Araújo.
Avaliação de carteiras de ações: desempenho comparativo entre o índice Bovespa e carteiras propostas com base no modelo de Markowitz / Thiago de Araújo Furtado. – 2018.
70 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.

1. Análise de investimentos. 2. Gestão de portfólio. 3. Administração de risco. I. Título.

CDD 658.5

THIAGO DE ARAÚJO FURTADO

**AVALIAÇÃO DE CARTEIRAS DE AÇÕES: DESEMPENHO COMPARATIVO
ENTRE O ÍNDICE BOVESPA E CARTEIRAS PROPOSTAS COM BASE NO
MODELO DE MARKOWITZ**

Monografia submetida à Coordenação do curso de Graduação em Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Abraão Freires Saraiva Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estudar na Universidade Federal do Ceará, do qual tenho orgulho de fazer parte. Aos Professores do Departamento de Engenharia de Produção Mecânica da UFC pelos ensinamentos. Aos membros da banca e o professor Anselmo, pela orientação e sugestão de melhorias neste trabalho.

Aos colegas da turma, aos familiares e minha esposa Charleane pelo incentivo na busca da melhoria contínua.

RESUMO

Devido ao crescimento da bolsa de valores brasileira nos anos de 2016 e 2017 o número de novos investidores despreparados cresceu. Então neste trabalho, é apresentada uma modelagem para ajudar na escolha de investimentos no mercado acionário brasileiro. Os principais objetivos propostos são a redução dos riscos não sistêmicos, através da diversificação eficiente e a construção de carteiras de investimentos que apresentem retornos superiores ao desempenho do índice Bovespa. Para isso são aplicados métodos de Pesquisa Operacional, que realizam as otimizações das funções objetivo, para a redução de risco ou elevar o retorno. Para tal, é aplicado o método proposto por Markowitz (1952) que consiste em reduzir o risco da escolha do investimento através da diversificação. Foi utilizado um software de planilha eletrônica e o algoritmo utilizado se denomina, solução GRG não linear. Os resultados consistem em comparação dos retornos das carteiras propostas com o índice Ibovespa. Os portfólios modelados foram definidos segundo a tese básica de Markowitz. Então foi construído esse modelo básico e dois sistemas com definição de riscos de 50% e 150% a mais da variância mínima do modelo básico de Markowitz. Foi utilizada uma abordagem que analisada de um a quatro anos de dados passados e simulações de permanência da carteira de um a três anos. As carteiras que utilizam um ano de dados e com permanecem por um ano desde sua compra obtiveram os melhores resultados, obtendo ganhos positivos e relevantes quando comparados com o Ibovespa. As carteiras que utilizaram dois anos de dados obtiveram um desempenho oscilante, por vezes com altos retornos e em outros com resultados abaixo do índice padrão.

Palavras-chave: Análise de investimentos. Gestão de portfólio. Administração de risco.

ABSTRACT

Due to the growth of the Brazilian stock exchange in 2016 and 2017 the number of new unprepared investors has grown. So, in this work, a model is presented for the choice of investments in the Brazilian stock market. The main objectives are to reduce non-systemic risks through efficient diversification and the construction of investment portfolios that show higher returns than the Bovespa index. For this, we apply Operational Research methods, which perform optimizations, to reduce risk and obtain returns according to objectives and constraints. For this, the method proposed by Markowitz (1952) is applied, which consists in reducing the risk of the choice of investment through diversification. A spreadsheet software was used and the algorithm used is called the non-linear GRG solution. The results consist of comparing the returns of the proposed portfolios with the Ibovespa index. The modeled portfolios were defined according to the basic Markowitz thesis. Then this basic model and two systems with 50% risk definition and 150% more of the minimum variance of the basic Markowitz model were constructed. We used an approach that analyzed one to four years of past data and simulations of portfolio permanence of one to three years. The portfolios that use one year of data and have remained for a year since their purchase obtained the best results, obtaining positive and relevant gains when compared to the Ibovespa. The portfolios that used two years of data obtained an oscillating performance, sometimes with high returns and in others with results below the standard index

Keywords: Investment analysis. Portfolio management. Risk management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Fronteira de eficiência	13
Figura 2	– Tradeoff entre risco retorno	15
Figura 3	– Fronteira eficiente com várias carteiras	21
Figura 4	– Fronteira eficiente com retorno definido	24
Figura 5	– Metodologia do trabalho	26
Figura 6	– Solver	33
Figura 7	– Opções do Solver	34
Figura 8	– Retorno médio de todas as carteiras propostas	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Risco de uma carteira de investimentos	18
Gráfico 2	– Variância X Retorno	22
Gráfico 3	– Fronteira de Eficiência da carteira de 2015, com análise de 1 ano de dados passados.	31
Gráfico 4	– Retornos das carteiras para manutenção por 1 ano	37
Gráfico 5	– Retornos das carteiras para manutenção por 2 anos	38
Gráfico 6	– Retornos das carteiras para manutenção por 3 anos	39
Gráfico 7	– Retornos médios das carteiras para manutenção da carteira	40
Gráfico 8	– Retornos das carteiras para 2 anos de dados passados avaliação anual	41
Gráfico 9	– Retornos das carteiras para 2 anos de dados passados por biênio	42
Gráfico 10	– Retornos médios das carteiras para 2 anos de dados passados	43
Gráfico 11	– Retornos das carteiras para dados acumulativos ano a ano	44
Gráfico 12	– Retornos das carteiras para dados acumulativos por 2 anos	45
Gráfico 13	– Retornos médios das carteiras acumulativas de dados	46
Gráfico 14	– Retornos dos modelos anuais com um ano de dados em comparação com o Ibovespa	48
Gráfico 15	– Retornos dos modelos bienais com um ano de dados em comparação	49
Gráfico 16	– Retornos dos modelos anuais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa	50
Gráfico 17	– Retornos dos modelos bienais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Retornos Médios Mensais ABEV3	31
Tabela 2	– Matriz de covariância	32
Tabela 3	– Retorno Esperado	32
Tabela 4	– IPCA por período da carteira	35
Tabela 5	– Ações analisadas	36
Tabela 6	– Retornos das carteiras para manutenção por 1 ano.	36
Tabela 7	– Retornos das carteiras para manutenção por 2 anos	37
Tabela 8	– Retornos das carteiras para manutenção por 3 anos	38
Tabela 9	– Retornos médios das carteiras para manutenção da carteira	39
Tabela 10	– Retornos das carteiras para 2 anos de dados passados	40
Tabela 11	– Retornos das carteiras para manutenção por 2 Anos	41
Tabela 12	– Retornos das carteiras para manutenção por 3 Anos	42
Tabela 13	– Retornos médios das carteiras para 2 anos de dados passados	43
Tabela 14	– Retornos das carteiras para dados acumulativos ano a ano	44
Tabela 15	– Retornos das carteiras para dados acumulativos por 2 anos	45
Tabela 16	– Retornos médios das carteiras para dados passados de forma acumulativa	46
Tabela 17	– Retornos dos modelos anuais com um ano de dados em comparação com o Ibovespa	48
Tabela 18	– Retornos dos modelos bienais com um ano de dados em comparação com o Ibovespa	49
Tabela 19	– Retornos dos modelos anuais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa	50
Tabela 20	– Retornos dos modelos bienais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
BM&FBovespa	Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo
CETIP	Central de Custódia e Liquidação Financeira de Títulos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
TMP	Teoria Moderna do Portfólio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização	12
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos	15
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo geral</i>	15
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos específicos</i>	16
1.4	Organização do trabalho	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Moderna Teoria de Portfólio	17
<i>2.1.1</i>	<i>Risco</i>	17
<i>2.1.2</i>	<i>Retorno</i>	19
<i>2.1.3</i>	<i>Covariância</i>	20
<i>2.1.4</i>	<i>Fronteira eficiente</i>	20
<i>2.1.5</i>	<i>Mercado eficiente</i>	22
2.2	Índice Ibovespa	23
2.3	Modelo de Markowitz	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Coleta de Dados	26
3.2	Estratégias	27
3.3	Modelagem Matemática	28
3.4	Metodologia Computacional	31
3.5	Análise de Desempenho	34
4	ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	36
4.1	Carteiras com análise de 1 ano de dados passados	36
4.2	Carteiras com análise de 2 anos de dados passados	40
4.3	Carteiras com análise acumulativa de dados passados	43
4.4	Comparação dos modelos com o índice padrão (Ibovespa)	47
5	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – COMPOSIÇÃO E RETORNOS DAS CARTEIRAS DE 1 ANO SEM AJUSTES	57

APÊNDICE B – COMPOSIÇÃO E RETORNOS DAS CARTEIRAS DE 2 ANO SEM AJUSTES.....	63
APÊNDICE C – COMPOSIÇÃO E RETORNOS DAS CARTEIRAS POR ACUMULAÇÃO DE DADOS SEM AJUSTES.	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A valorização da bolsa em 2016 e 2017 resultou no crescimento do número de investidores, em especial, os mais jovens que estão na faixa dos 16 e 25 anos. A participação destes cresceu 28,6% em 2017, de acordo com a bolsa de valores brasileira, Brasil, Bolsa, Balcão (B3). A empresa que é a nova bolsa de valores brasileira é resultado da fusão entre a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&FBovespa) e a Central de Custódia e Liquidação Financeira de Títulos (Cetip) como divulgou a Comissão de Valores Mobiliários (2018).

Para informar e atrair novos investidores, algumas ferramentas de marketing são utilizadas. Como a divulgação do tema em diversas mídias como blogs, sites de corretoras, propagandas em televisão e redes sociais. Trabalhos acadêmicos de Oliveira (2010) e Zin e Tarso (2016) também trilham esse caminho com objetivo de instruir possíveis investidores.

Existe uma grande gama de produtos no mercado financeiro que são oferecidos por bancos e corretoras. Um dos setores de maior interesse aos novos entrantes é o mercado acionário. Um modelo que apresenta riscos elevados, mas que em contra partida pode apresentar altos retornos.

Investir no mercado de financeiro, comprando ações, significa tornar-se sócio da empresa. Contudo, a escolha de investimentos deve ser feita pela observação da relação risco e retorno. Uma forma de reduzir esse risco é diversificar os investimentos, B3(2018). Algo que a própria bolsa de valores indica para reduzir os riscos. A primeira ferramenta que demonstrou que essa diversificação resulta em redução do risco foi proposta por Markowitz (1952). Um método que utiliza a média histórica para calcular o retorno esperado e o risco, que neste modelo, é associado à variância.

O trabalho de Markowitz começou no campo da Teoria Moderna do Portfólio (TMP) com o modelo de média-variância. Isso significa que os retornos utilizados são médios, de retornos do passado, e variância uma métrica de risco do investimento. Utilizando fundamentações matemáticas para diversificar os ativos e assim escolher os investimentos que tenham uma correlação negativa. Desta forma, quando uma determinada ação cair de valor, outra que compõe o portfólio irá subir. Essa correlação entre os investimentos irá reduzir as perdas e ganhos, porém, em longo prazo o mercado acionário cresce.

Entre as infinitas possibilidades de carteiras possíveis, existe uma carteira que para um determinado retorno, o seu risco é mínimo. Segundo Assaf Neto (2008, p. 253), “[...] na fronteira eficiente, é possível selecionar uma carteira que apresenta, para determinado retorno, o menor risco possível”.

O trabalho parte da hipótese que nesta fronteira de eficiência, o modelo básico de Markowitz, com seu risco minimizado, apresenta resultados semelhantes ou inferiores ao de mercado, como Ibovespa. Porém o acréscimo de um pequeno risco, como mais 50% e 150%, o retorno é superior, como é discutido por Assaf Neto (2008).

Figura 1: Fronteira de eficiência



Fonte: Bodie; Kane; Marcus (2000)

A figura 1 mostra que uma pequena elevação do retorno resulta em um risco ainda maior da carteira, pois a função não é linear. Os dados são organizados e analisados para diferentes períodos, pois se deve determinar quanto tempo de dados deve-se utilizar. Ou seja, dados antigos são relevantes para análise ou somente os mais recentes. Essas informações são importantes, pois pequenas alterações provocam mudanças significativas nos resultados, como afirma Oliveira (2013). A abordagem de três meses deste autor resultou em um modelo ineficiente, sugerindo um tempo maior de dados, então foi utilizado pelo menos um ano de dados passados. Outros modelos com dois e três anos de dados também foram testados.

1.2 Justificativa

A grande quantidade e variedade de investimentos possíveis no mercado financeiro brasileiro apresentam um crescimento constante assim como as opções de ações, derivativos, títulos de renda fixa, títulos de renda variável, fundos de investimentos entre outros. Cada uma dessas modalidades de investimentos apresentam centenas de opções. Essas escolhas devem ser tomadas de acordo com seus riscos e retornos esperados, neste trabalho são analisadas as empresas no mercado acionário brasileiro. Para isso, foi realizada a construção de portfólios de investimentos utilizando os conceitos da Teoria de Carteiras de Markowitz. Essa construção é para justificar que modelos com riscos reduzidos e retornos superiores ao índice Bovespa pode auxiliar a tomada de decisão de novos investidores.

No trabalho apresentado por Dias (2001), chegou se ao resultado que a aplicação de Markowitz tem retorno superior ao índice padrão Ibovespa, mas somente quando a bolsa está estável. Existem indicativos de que o modelo básico de Markowitz tende a seguir o desempenho do Ibovespa, então deve-se verificar se isso ocorre constantemente para diferentes períodos de dados. As conclusões de Dias (2001) também levam a crer que restrições e alterações no modelo básico podem resultar em maior estabilidade e retorno.

Como o objetivo do trabalho é que essa aplicação de reduzir risco não sistêmico através da diversificação contribua como uma ferramenta de apoio à decisão para iniciantes no mercado acionário, a transformação desses modelos matemáticos possam ser convertidos posteriormente em uma ferramenta para a internet ou até em aplicativos.

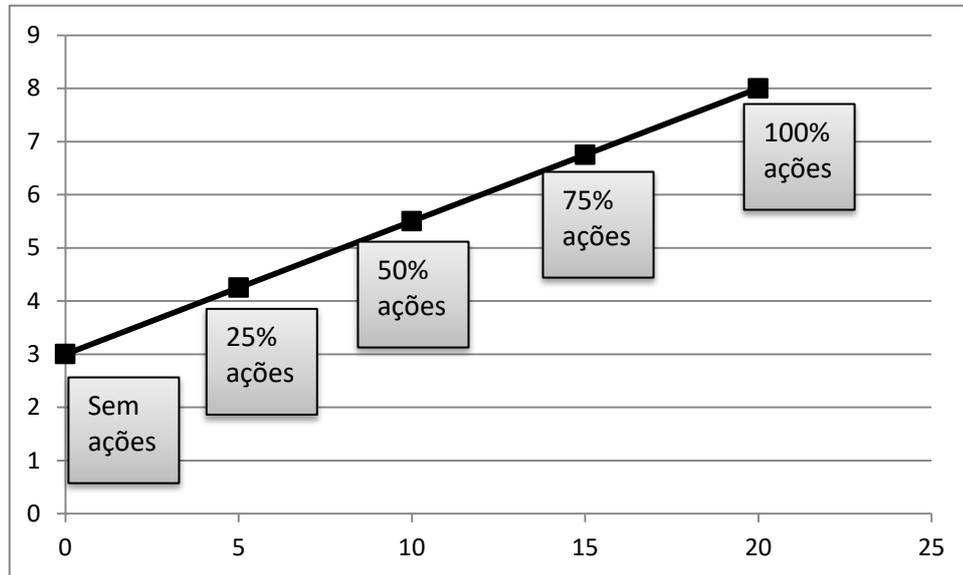
Ferramentas de apoio à tomada de decisões financeiras e de investimentos são muito específicas para profissionais da área. Logo, modelagens de fácil compreensão, que ajudem aos investidores iniciantes através de plataformas móveis, como IOS e Android, possuem um grande caminho a ser percorrido. As corretoras e os bancos estão expandindo suas atuações para dispositivos móveis, então atividades correlatas como planejamento financeiro e educação financeira também devem acompanhar essa movimentação.

Essa movimentação deve ocorrer devido a maior exposição do tema à sociedade. Quando é feita a análise do retorno e risco, com o passar do tempo, os ganhos do mercado acionário são elevados, em contrapartida os riscos são reduzidos.

Mankiw (2009, p.580) sobre o tema afirma:

Nos dois últimos séculos, as ações proporcionaram retorno real médio de aproximadamente 8% ao ano, enquanto os títulos governamentais de curto prazo pagam retorno real de apenas 3% ao ano.

Figura 2: Tradeoff entre risco retorno



Fonte: Adaptado de Mankiw (2009)

Mankiw (2009) afirma que ações no longo prazo proporcionou um retorno médio real superior aos títulos do governo, que é considerado o investimento mais seguro. Contudo ele também afirma que os retornos somente são maiores devido a seus riscos.

Então existe um claro problema para os novos entrantes no mercado acionário, que é a alocação de seus recursos, já que esse mercado apresenta retornos superiores, porém com maiores riscos. Esse trabalho então se propõe a sugerir um método para reduzir os riscos gerais e elevar os retornos com base nos modelos de Markowitz.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral propor carteiras de investimentos usando o modelo de Markowitz para apoiar a tomada de decisão na escolha de uma carteira de investimento com menos riscos e com retornos superiores ao Ibovespa.

1.3.2 Objetivo Específico

- a) Compreender e estudar o processo de construção de carteiras na fronteira eficiente;
- b) Compreender e estudar a relação risco e retorno na carteira de ações;
- c) Comparar o desempenho da carteira básica de Markowitz com modelos que definem um limite ao risco mínimo;
- d) Comparar o desempenho das carteiras propostas com o Ibovespa.

1.4 Organização do trabalho

Além da introdução, o trabalho foi organizado da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta os conceitos de análise de carteira segundo Markowitz, que foi a técnica usada para reduzir os riscos das escolhas. O capítulo 3 mostra a metodologia para a aplicação específica do modelo de Markowitz, para as ações brasileiras, entre 2013 e 2017. Utilizando os mesmos dados e períodos é proposto uma modelagem alternativa pelo autor, que é a adição de restrições fixas de risco. O capítulo 4 apresenta os resultados da modelagem e faz a comparação entre eles. No capítulo 5 são feitas as considerações finais

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, o autor explica a teoria que fundamenta o trabalho, as equações e suas finalidades. O enfoque é a técnica de seleção de carteiras desenvolvida por Markowitz (1952) e aplicada por Ragsdale (2010) para elevação do retorno.

2.1 Moderna Teoria de Portfólio

O trabalho concentra seus objetivos na construção de carteiras de investimentos. Os portfólios devem possuir baixos riscos e, quando possível, também devem obter um retorno superior à média de mercado. O primeiro a desenvolver com sucessos teorias nesta área foi Harry Markowitz, na década de 1950. Suas contribuições renderam um Prêmio Nobel de Economia em 1999, segundo Assaf Neto (2008).

Sua teoria é concentrada em uma ideia muito antiga, que se tornou um ditado popular: “não ponha todos os ovos em uma única cesta”. Ou seja, Markowitz desenvolveu uma teoria de diversificação dos investimentos.

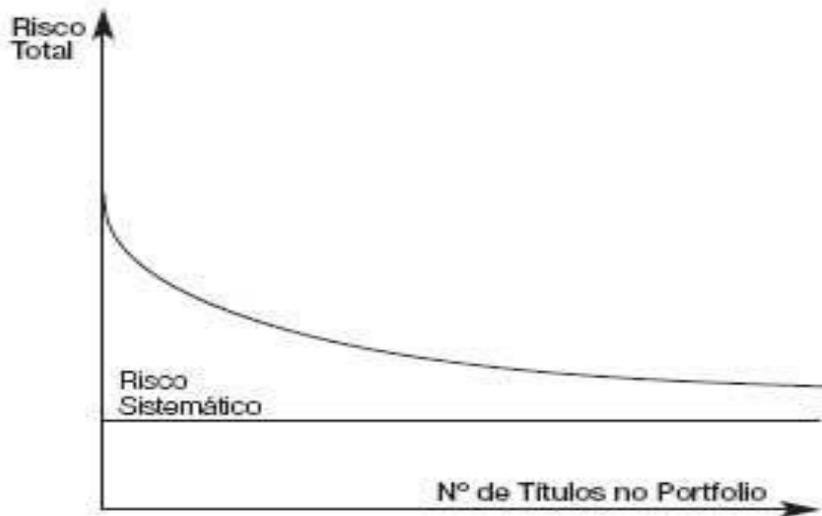
2.1.1 Risco

O mercado acionário remete a um imaginário de grandes quedas ou altas onde somente uns poucos instruídos ou sortudos conseguem obter lucro. Contudo, esse pensamento está errado. Pois, neste mercado, os limites de ganhos e perdas podem ser definidos apenas com algumas informações, e assim obter mais lucros do que perdas.

Com as informações: análise de risco e retorno futuros, dados históricos, conhecimento básico de economia é possível realizar um filtro sobre quais ações deve-se escolher. Porém esse trabalho trata especificamente da análise de um histórico das ações. Com a adição de outras de outras ferramentas para a tomada de decisão os riscos podem ser ainda mais reduzidos. Um exemplo é a retirada de ações com forte influencia política.

A definição de risco, segundo Gitman (2010, p. 203) “[...] A probabilidade de perda financeira ou, mais formalmente, a variabilidade dos retornos associados a um dado ativo.” A adição de mais ações, em uma carteira reduz o risco de perdas. Porém existe um limite. Isso ocorre devido à existência do risco sistêmico e risco não sistêmico, como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1: Risco de uma carteira de investimentos



Fonte: José e Portocarrero (2004)

A partir de um conjunto de ações, não importa o que seja feito, o risco não cai. Esse risco também pode ser chamado de risco de mercado. “O risco permanece mesmo após a diversificação é chamado de risco de mercado, risco este atribuído às fontes de risco de todo o mercado.” (BODIE, 2010, p.186).

O trabalho então tem foco em reduzir o risco total para o mais próximo do risco sistêmico, eliminando o possível do risco não sistêmico. Isso sendo feito pela diversificação segundo os conceitos de Markowitz.

De acordo com Andrade (2009, p.152):

A conclusão a que se chega é que a diversificação reduz a variação da carteira. Experimentos têm mostrado que a diversificação pode reduzir substancialmente o risco de uma carteira e que esse benefício é conseguido com poucas ações: acima de mais ou menos 10 ações a redução no desvio padrão da carteira é pequena.

O risco é normalmente relacionado à variância (σ^2) ou desvio padrão (σ) de um valor esperado de retorno (R). Eles são chamados de medidas de dispersão. Então em um investimento quanto maior for à dispersão, maior será o risco. Elas são determinadas pelos cálculos (1) e (2), como mostra Assaf Neto (2008).

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

$$\text{VAR} = \sigma^2 \quad (2)$$

Devido a sua utilidade, essas equações matemáticas são utilizadas no modelo de Markowitz para definir o risco de cada ação.

2.1.2 Retorno

A medida de retorno (r) dos ativos é a média do período analisado. O retorno financeiro é considerado uma variável aleatória, proposição de Markowitz. E sua utilização é obtida pela média aritmética dos retornos (μ_i). Sendo representada por.

$$\mu_i = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T r_{ti} \quad (3)$$

Esse retorno também é obtido de forma percentual, segundo a equação (4). Os ganhos (r_i) são obtidos pela diferença de preço das ações na hora da compra (P_0) pelo preço da venda (P_1). Quando é realizada a divisão pelo preço de venda é obtido o retorno do período.

$$r_i = \frac{(P_1 - P_0)}{P_0} \quad (4)$$

Esses cálculos são realizados para a obtenção de um retorno esperado para a carteira que será construída. Então esse valor esperado utiliza a media de dados passados na expectativa que no futuro voltem a se repetir. Contudo, isso não é garantia. Por esse motivo ocorre a diversificação e a minimização dos riscos. O retorno da carteira será o resultado da soma de peso atribuído a cada ativo e multiplicado pelo retorno esperado.

No caso do trabalho, o retorno está ligado diretamente ao lucro e perdas nas ações. A aplicação desta metodologia pode ser utilizada de forma mais ampla como risco agrícola apresentado no trabalho de Kassai (2008), gerenciamento de projetos por Mello (2014), entre outros. Nesses casos, o retorno não está ligado diretamente ao capital e os riscos podem ser específicos da área.

2.1.3 Covariância

Contudo, no presente trabalho será utilizada principalmente a covariância. O objetivo é saber quais ações apresentam correlações fortes e fracas. Ou seja, se o valor de uma ação A cair, a ação B tende a se valorizar ou desvalorizar? Logo pode ser entendida como uma medida que avalia o grau de interdependência e simetria entre os ativos, conforme Assaf Neto (2008).

$$COV_{A,B} = \frac{\sum_{K=1}^n (R_A - \overline{R_A})(R_B - \overline{R_B})}{n} \quad (5)$$

Assaf Neto (2014) afirma que, quando a correlação dos retornos R_A e R_B é positiva então existe uma simetria entre esses ativos. Quando o valor é negativo existe uma relação inversa. Quando não existe qualquer associação entre os ativos então a correlação é nula.

A covariância é a variância entre dois ativos, que pode ser entendida como: "[...] medir a extensão na qual as incertezas dos retornos sobre os dois ativos tendem a reforçar ou compensar um ao outro." (BODIE, 2010, p.189).

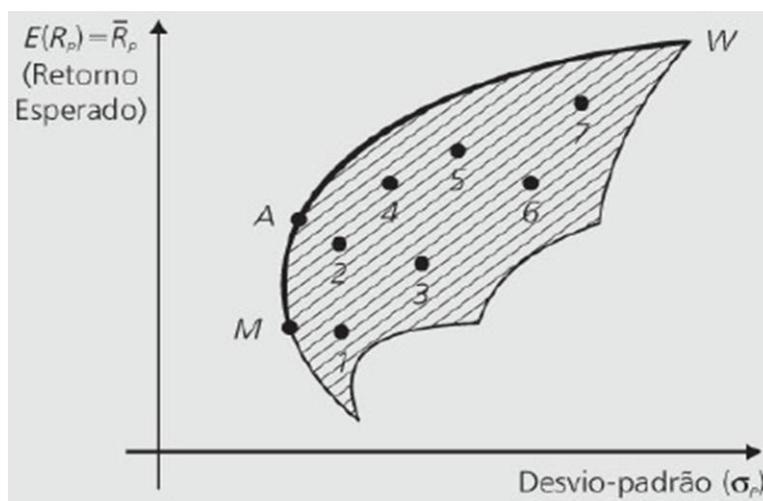
2.1.4 Fronteira eficiente

A Figura 3 mostra a fronteira eficiente, explicitando o limite de atratividade entre a relação risco e retorno de uma carteira. Os valores de 1 a 7 representam algumas das infinitas carteiras que apresentam risco maior que outra com o mesmo retorno, porém com risco menor. Assaf Neto (2008, p.253) “[...] na fronteira eficiente, é possível selecionar uma carteira que apresenta, para determinado retorno, o menor risco possível.”

Um dos objetivos do trabalho é realizar a construção de carteiras que percorram essa fronteira. Qualquer carteira que esteja abaixo desta linha deve ser rejeitada. A realização de portfólios acima desta linha é considerada como impossível, segundo Bodie (2010).

Na Figura 3 é observado o ponto resultante do modelo de Markowitz. Ela está sinalizada como o ponto M, neste local o risco global é mínimo. Essa construção é feita com os dados históricos e utilizando o método da média-variância.

Figura 3: Fronteira eficiente com várias carteiras



Fonte: Assaf Neto (2014)

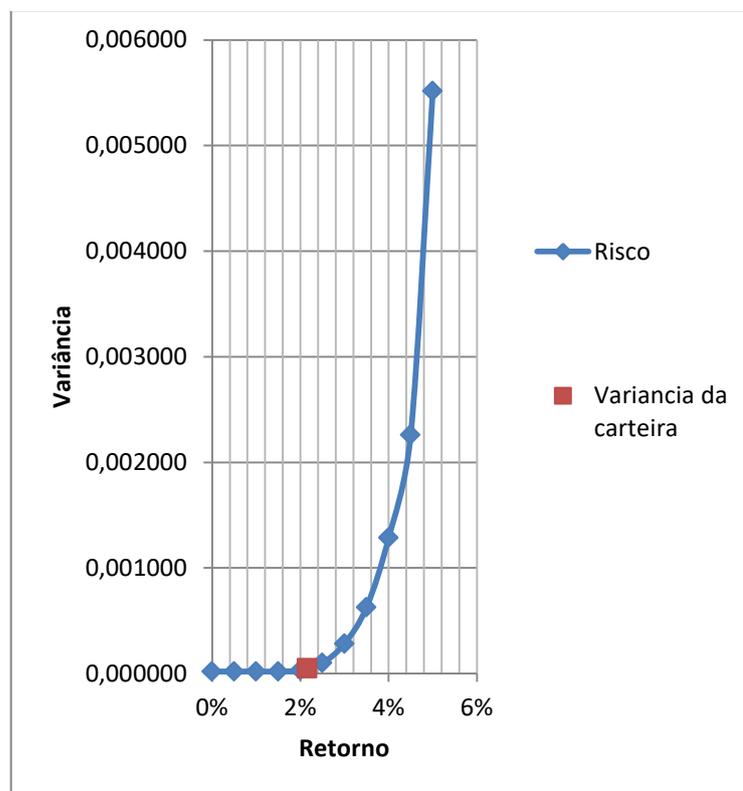
Na linha de fronteira existe uma carteira M representando o modelo proposto por Markowitz e A como um portfólio alternativo. Entre esses dois pontos existe uma elevação do retorno, contudo o risco, representado pelo desvio padrão, teve um pequeno crescimento.

O ponto W representa um retorno máximo, mas o risco cresce de forma significativa. Então o investidor deve procurar um ponto entre M e W que melhor satisfaz seu desejo entre um risco e seu retorno.

A abordagem mais comum em livros e artigos para mostrar a fronteira de eficiência é a de desvio padrão, contudo a utilizada de forma mais ampla no trabalho foi a variância. Então fronteira de eficiência também pode ser construída usando a variância de carteira como métrica de risco versus o retorno, assim como foi realizada por Ragsdale (2010).

O gráfico 2 inverte os eixos de riscos e retornos. A forma de verificar o risco é a variância, o crescimento do risco fica ainda mais explícito nesta disposição do gráfico. Os dados do gráfico 2 são reais, logo percebe-se que a tomada de decisão nesta área é complexa. Devido à rápida ascensão da curva de Risco x Retorno para Bodie et al(2010).

Gráfico 2: Variância X Retorno



Fonte: elaborada pelo autor.

A gráfico 2 representa o crescimento do risco da carteira de Markowitz com limitação de risco +150% da variância mínima, para o ano de 2014, utilizando os dados de 2013. Assim como na figura 3 da linha de fronteira o gráfico 2 mostra como o retorno pode ser elevado com pouco crescimento do risco até os 2%, porém a partir de certo momento o risco cresce de forma exponencial.

2.1.5 Mercado eficiente

Segundo Bodie (2000), o conceito de mercado eficiente afirma que a informação é difundida de forma rápida e eficiente então o preço dos ativos refletem essa informação. Caso isso fosse verdade, não existiria supervalorização ou subvalorização. A hipótese de mercado eficiente leva a duas estratégias: a gestão passiva, gestão ativa.

A gestão passiva exige carteiras com alta diversificação e na tentativa de melhorar o desempenho pela análise dos títulos. A gestão ativa busca encontrar as falhas de mercado, ou seja, os títulos que apresentam subvalorização ou supervalorização.

Gitman (2010, p.230) quando caracteriza sobre essa hipótese afirma:

Um mercado com as seguintes características: muitos investidores pequenos, todos possuindo as mesmas informações e expectativas em relação aos títulos; não há restrições a investimentos, nem impostos ou custos de transação; os investidores são racionais, no sentido de que encaram os títulos de maneira semelhante, têm aversão ao risco e preferem retornos mais altos e riscos mais baixos.

Assaf Neto (2008, p. 216) complementa dizendo: “É importante acrescentar que o conceito de eficiência de mercado não implica a permanente presença de preços perfeitos dos diversos ativos [...]”.

2.2 Índice Bovespa

O índice que mede o desempenho da única bolsa de valores brasileira, B3, é chamado de índice Bovespa ou Ibovespa. Esse indicador é formado por uma carteira fictícia que tenta retratar um desempenho médio dos ativos mais negociados. Ela foi criada em 1968, então está em uso há 50 anos, porém os métodos de avaliação mudaram pouco com o tempo, segundo BM&FBovespa (2018).

Essa carteira teórica é tem uma vigência de 4 quatro meses, então ela é reformulada três vezes ao ano. Ela é composta por mais de 60 ações, que utiliza uma metodologia para a definição de quais ações faram parte da composição e suas participações.

Os certificados de depósito utilizados no exterior não estão no cálculo, somente ações operadas no Brasil. Entre os requisitos para entrar na composição está: apresentar alta negociabilidade nas últimas três carteiras anteriores, presença no pregão em 95% do período das três carteiras anteriores. A terceira obrigação é de obter alto volume financeiro no mercado, para garantir que seja uma ação com alta liquidez. A última obrigação é que a ação não seja classificada como “Penny Stock”, ou seja, valor abaixo de R\$ 1. Segundo BM&FBovespa (2018).

O indicador do Bovespa por ser o mais reconhecido do mercado acionário brasileiro, também é o mais utilizado em trabalhos acadêmicos, no âmbito de análise de carteira de investimentos. Quando uma determinada modelagem apresenta retorno inferior ao Ibovespa então é necessário mostrar que apresenta um risco inferior, senão não tem utilidade prática, como mostra Marques (2013).

A escolha de uma carteira com risco inferior, como o modelo de Markowitz, em vez da proposta pelo Ibovespa pode ser uma solução já que o indicador não apresenta diversificação entre setores e empresas. Outro limitador do Ibovespa é sua concentração de

pesos em poucas ações. No início de 2018, 5 ações de maior peso representavam mais de 42% do indicador.

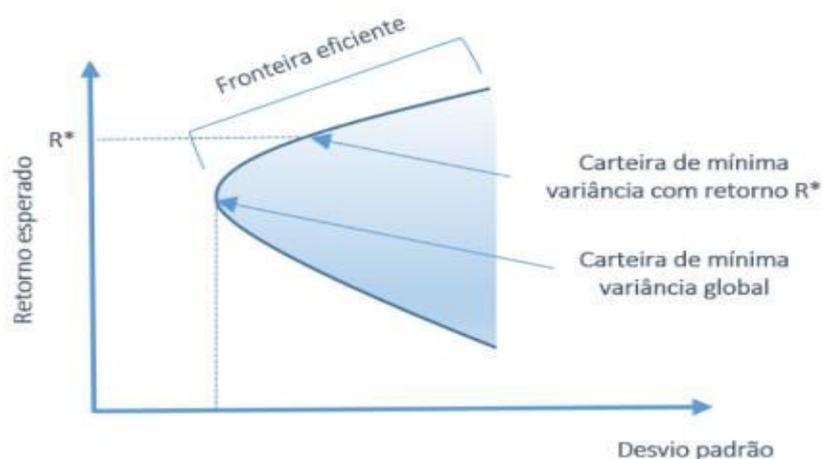
2.3 Teoria de Markowitz

A teoria de formação de carteira de Markowitz ainda é utilizada de forma ampla por profissionais da área, contudo essa modelagem se tornou mais complexa. Hoje é feito ajuste de riscos, com outros métodos, como de William Sharpe e seu trabalho com Capital Asset Pricing Model – CAPM e Merton Miller com teorias de finanças, como expõe Oliveira (2013). Mas as bases da diversificação e análises de retorno e riscos permanecem. Por esse motivo é utilizada uma modelagem básica de Markowitz mais outras proposições com ajustes. Essas mudanças são realizadas sobre a fronteira de Eficiência, para obter o maior retorno possível em um risco determinado.

A ideia de Mercado Eficiente, retratado, anteriormente, é a base para a modelagem, pois o preço é resultante da combinação de todas as forças econômicas, políticas, sociais, ambientais entre outras. Essas ideias de eficiência do mercado são limitadas, pois impõe restrições que não são completamente cumpridas. A existência de impostos, taxas e igualdade de informações e fonte de crédito distribuída de forma uniforme. Estas são algumas das falhas apontadas por Assaf Neto (2010).

Outro conceito base da Modelagem de Markowitz é o trade-off entre retorno e risco. O retorno é obtido pelas médias do passado e o risco pela variabilidade, seja desvio padrão ou variância. Como a construção dessa fronteira eficiente é resultante desta relação, o modelo de Markowitz define a variância mínima global.

Figura 4: Fronteira eficiente com retorno definido



Fonte: Barbosa; Lima; Gonçalves; Souza (2017).

Então o trabalho deve encontrar esse ponto da variância mínima de Markowitz e propõe a busca de um retorno acima deste valor com pouca elevação do risco. Para Bodie et al (2000, p. 193) “[...] A melhor escolha entre elas na parte ascendente da curva não é óbvia, pois, nesta área, o retorno esperado mais alto é acompanhado de risco mais alto”. Então a definição de um retorno ou risco dificilmente estará longe do ponto de Markowitz.

3 METODOLOGIA

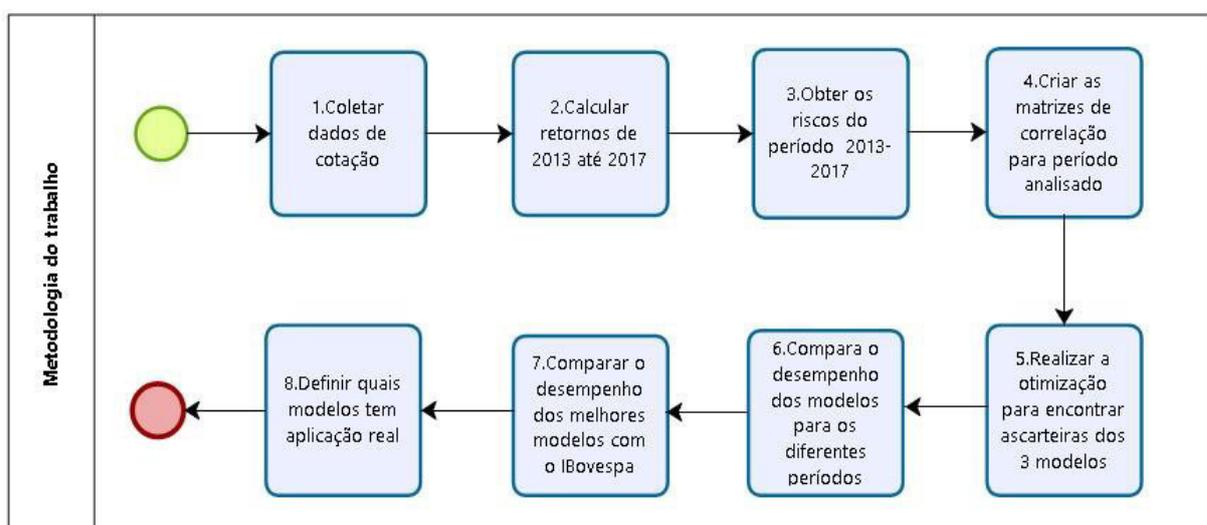
3.1 Coleta de Dados

Esse trabalho foi realizado a partir da coleta de dados, documentos e informações em sites especializados. Os dados básicos utilizados foram as cotações ajustadas, essas informações foram obtidas no banco de dados do site Yahoo e Ocean14. Então segundo Kauark (2010, p. 27), o trabalho apresenta uma pesquisa aplicada do ponto de vista da natureza, pois gera conhecimentos para aplicações práticas e para interesses universais. Já do ponto de vista da forma de abordagem a pesquisa se define como quantitativa, pois os significados e informações usam recursos matemáticos, tais como média, desvio-padrão e correlação.

Assim como realizado por Oliveira (2013), Almeida (2010) e outros, os dados acionários utilizados devem ser corrigidos, então é importante destacar que essas cotações são ajustadas, devido a eventos societários, tais como desdobramentos, emissão de dividendos. Esses eventos alteram o valor das ações. O desdobramento de uma ação pode ser explicado como a multiplicação do número atual de ações existente por um número maior que 1, isso altera a cotação, mas não o valor de mercado da empresa.

A metodologia básica adotada pelo trabalho pode ser observada na figura 5.

Figura 5: Metodologia do trabalho



Fonte: elaborada pelo autor.

3.2 Estratégias

O modelo utilizado foi concebido por Markowitz (1952). Porém foi adicionada uma segunda modelagem, baseada na anterior, contudo, propostas por Ragsdale (2007), para mensurar a diversificação. Neste modelo, foi acrescido um limitador de risco, como sugestão do autor. A estratégia é reduzir riscos e elevar até um retorno definido, de acordo com Ragsdale (2007, p. 380).

Um dos objetivos-chave na seleção de carteira é reduzir a variação no retorno, escolhendo investimentos cujos retornos tendem a variar em direções opostas. Ou seja, devemos escolher investimentos que tenham uma covariância negativa, ou correlação negativa, de modo que, quando um investimento gerar retorno inferior à média outro investimento em nossa carteira compensará isso com um retorno superior à média. Isso tende a tornar a variância do retorno da carteira menor que a de qualquer investimento individual.

A construção do modelo foi realizada para diferentes períodos. Foram construídas carteiras para o período de 2014 até o fim de 2017. As carteiras de Markowitz não apresentam restrições ou limitadores de retorno ou risco, além das básicas que serão mostradas a seguir. Logo, apresenta a função objetivo uma minimização da variância.

Foi realizada mais uma modelagem, porém com limitadores de diversificação, para tentar reduzir a concentração de ativos em uma mesma carteira, conforme aplicado por Ragsdale (2007). Outra alteração é a criação de um limitador de risco, baseado na variância mínima de Markowitz. Esse limitador é uma restrição do modelo.

Foi feita a abordagem de Ragsdale (2007), maximizar o retorno, então a função objetivo deixa de ser a minimização do risco. Logo, o risco máximo será uma restrição definida de 50% ou 150% a mais do que a definida pelo modelo Markowitz.

Foi construída uma carteira para cada um dos 3 modelos, em 9 diferentes períodos, resultando em 27 carteiras, que foram observadas de um a três anos. O primeiro tipo de período de construção foi para períodos acumulativos, ou seja, analisa um ano de dados, depois utiliza dois anos de dados e assim sucessivamente. Isso foi realizado para observar se existe um maior retorno quando mais dados são analisados.

O segundo tipo de construção por período de carteira foi a análise fixa de dois anos dos dados mais recentes. A terceira construção foi feita pela análise anual, ou seja, todo ano é reformulada a carteira.

Após as atividades descritas é realizada a comparação das carteiras entre elas e assim observar se algum modelo apresenta resultados consistentes com o passar do tempo e em diferentes situações econômicas. Os melhores métodos então são comparados com o

Ibovespa, pois esse índice é o representante do desempenho das ações brasileiras, segundo Bodie et al (2000). A verificação é feita por média aritmética entre os modelos.

3.3 Modelagem Matemática

Os retornos das ações foram calculados como: compra no fechamento do primeiro dia útil do ano e venda no fechamento no último dia do ano. Com todas essas informações foram obtidas os retornos mensais das ações (r_i) e seu risco (Var) para cada ativo (i) no tempo(t). O processo foi também realizado para analisar os meses, sendo realizada a verificação do preço no primeiro dia do mês (P_0) e preço no último dia do mês (P_1).

$$r_i = \frac{(P_1 - P_0)}{P_0} \quad (6)$$

Markowitz (1952) utiliza a variância como forma de medir o risco, sendo:

$$Var = \sigma^2 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (r_{ti} - \mu_i)^2 \quad (7)$$

O retorno esperado dos ativos (μ_i) é a média aritmética dos retornos dos meses.

$$\mu_i = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T r_{ti} \quad (8)$$

Com essas informações é calculado como as ações se correlacionam, ou seja, quando o preço de uma ação cai, qual ação tende a subir? Essas informações geraram uma matriz de covariância(Q), que neste caso foi de 61x61, devido às 61 ações utilizadas, sendo calculado para cada período analisado.

Essa matriz informa como se correlaciona cada uma das ações. O calculo de relação entre os pares utilizados foi a covariância (σ_{ij}) dos ativos (i, j):

$$Cov = \sigma_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{ti} - \mu_i)(r_{tj} - \mu_j) \quad (9)$$

O retorno da carteira (R_c) é igual à soma entre a composição percentual de cada ativo multiplicada pelo seu respectivo retorno esperado, que resulta na equação abaixo:

$$R_c = x_1\mu_1 + \dots + x_i\mu_i = \mu^T x \quad (10)$$

Então, com essas informações, é observado que o risco da carteira de Markowitz é:

$$\sigma_{MC}^2 = x^T Q x \quad (11)$$

E essa equação então deve ser minimizada para a redução do risco de toda a carteira.

$$\text{Minimizar} = x^T Q x \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (13)$$

Das restrições, a primeira regra define que todo o recurso será aplicado na carteira.

$$x_i \geq 0 \quad \forall i \quad (14)$$

Então segue a restrição que impede a utilização de recurso abaixo de zero, operação chamada de venda a descoberto. Essa é uma restrição mais recorrente entre os trabalhos acadêmicos. Porém pode ser retirada, como afirma Bodie (2000) e já foi aplicada por Pereira (2015).

A terceira restrição básica de Markowitz é que o retorno seja maior que um nível definido (k), através da equação:

$$r \cdot x \geq k \quad (15)$$

Essa metodologia de obtenção de retornos esperados, matriz de covariância e restrições de modelo até então são aplicadas nos trabalhos de Ragsdale (2010) e Oliveira (2013).

Essas equações definem o modelo básico de Markowitz (1952), porém ele pode ser alterado em busca para obter maiores retornos, tais como o proposto abaixo:

$$\text{Maximizar } (1 - md) (k) - md(x^T Q x)$$

Restrições:

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

$$x_i \geq 0 \quad \forall i$$

$$md = 0,9$$

$$\frac{(\sigma_{AC}^2) - (\sigma_{MC}^2)}{(\sigma_{MC}^2)} \leq 0,5$$

Sendo a mensuração de diversificação (md). Essa variável na modelação do problema significa o grau de concentrado dos ativos. Essa restrição é proposta por Ragsdale (2010). O risco da carteira alternativa é:

$$\sigma_{AC}^2 = x^T Q x \quad (17)$$

A última restrição delimita que o risco pode ser até 50% maior que o risco de uma carteira de variância mínima. O trabalho apresentou mais um modelo que define um risco maior para a carteira, chegando até 150%, como é exposto no modelo (18).

Maximizar $(1 - md) (k) - md(x^T Q x)$

Restrições:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (18)$$

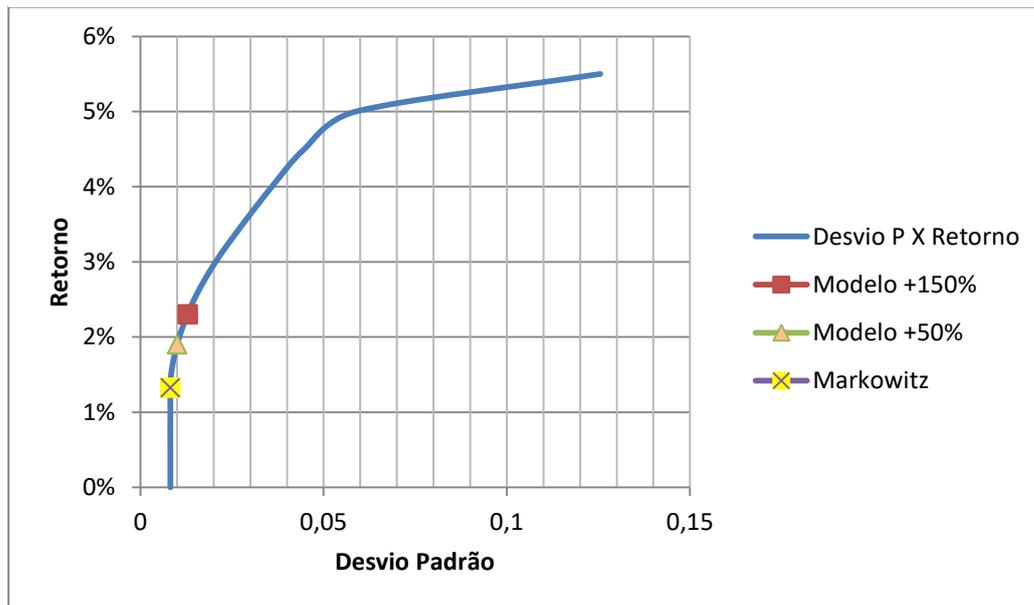
$$x_i \geq 0 \quad \forall i$$

$$md = 0,9$$

$$\frac{(\sigma_{AC}^2) - (\sigma_{MC}^2)}{(\sigma_{MC}^2)} \leq 1,5$$

Essas alterações propostas pelo autor se devem ao conhecimento sobre a fronteira de eficiência, propostas por Markowitz (1952). Busca obter retornos muito superiores com o acréscimo muito pequeno de riscos. Analisando a fronteira de eficiência da carteira de 2015, com dados anuais, por exemplo, se obtém o seguinte resultado.

Gráfico 3: Fronteira de Eficiência da carteira de 2015, com análise de 1 ano de dados passados.



Fonte: elaborada pelo autor.

Acima de um retorno esperado de 3% o risco cresce de forma muito rápida. O entendimento do gráfico 3 levanta hipóteses. A concretização dessas carteiras apresentam retorno maior que o modelo básico de Markowitz ? Esse portfólio pode ser aplicado de forma prática ? Qual seu desempenho em comparação com o índice padrão, Ibovespa ?

3.4 Metodologia Computacional

A realização manual dos cálculos é impossível de serem realizados. Por esse motivo foi utilizado um software de planilhas eletrônicas, que se define como uma ferramenta de teste de hipóteses que busca encontrar o melhor resultado. O programa utilizou informações como os retornos expostos na tabela 2:

Tabela 1: Retornos Médios Mensais ABEV3

	2013	2014	2015	2016	2017
Janeiro	7,56%	-6,55%	10,11%	4,54%	5,30%
Fevereiro	0,74%	4,91%	3,50%	-4,80%	3,72%
Março	-6,15%	0,41%	1,43%	6,58%	2,24%
Abril	-0,15%	-3,37%	2,54%	3,14%	0,11%
Mai	0,31%	-2,82%	-2,22%	-1,44%	2,46%
Junho	1,01%	-0,63%	3,04%	-0,31%	-1,27%
Julho	3,75%	0,41%	2,53%	-0,65%	4,59%
Agosto	-2,90%	4,47%	-1,95%	2,07%	3,71%
Setembro	5,47%	-2,02%	2,51%	3,28%	5,94%

Outubro	-1,45%	3,71%	-1,70%	-4,99%	-0,67%
Novembro	5,21%	2,20%	-2,36%	-8,14%	-1,63%
Dezembro	-1,37%	-2,80%	-3,43%	-3,07%	5,06%

Fonte: elaborada pelo autor.

A tabela 2 é uma entre as 61 geradas. Destas informações se obtém as várias matrizes de covariância, de acordo com o período, o que resultou em 10 matrizes de 61x61. A tabela a seguir mostra parte de uma dessas matrizes.

Tabela 2: Matriz de covariância

	ABEV3	B3SA3	BBAS3	BBDC3	BBDC4	...
ABEV3	0,001312	-0,000121	0,000326	0,001019	0,000904	
B3SA3	-0,000121	0,005495	0,005368	0,002211	0,002599	
BBAS3	0,000326	0,005368	0,012805	0,006123	0,007802	
BBDC3	0,001019	0,002211	0,006123	0,004777	0,004335	
BBDC4	0,000904	0,002599	0,007802	0,004335	0,005769	
...						

Fonte: elaborada pelo autor.

A ferramenta auxilia também no cálculo do retorno esperado, como foi detalhado, anteriormente, por meio da média de cada período, como é exemplificado na tabela seguinte.

Tabela 3: Retorno Esperado

Ações	Retornos Esperados de 2015
ABEV3	1,17%
B3SA3	1,69%
BBAS3	-2,46%
BBDC3	-1,88%
BBDC4	-2,50%
BBSE3	-2,31%
...	...
WEGE3	0,30%

Fonte: elaborada pelo autor.

Com as informações anteriormente expostas foi possível obter a alocação dos ativos na carteira de investimentos. Para isso foi utilizado o solver.

Figura 6: Solver

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: Máx. Mín. Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

-
-
-
-
-

Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução

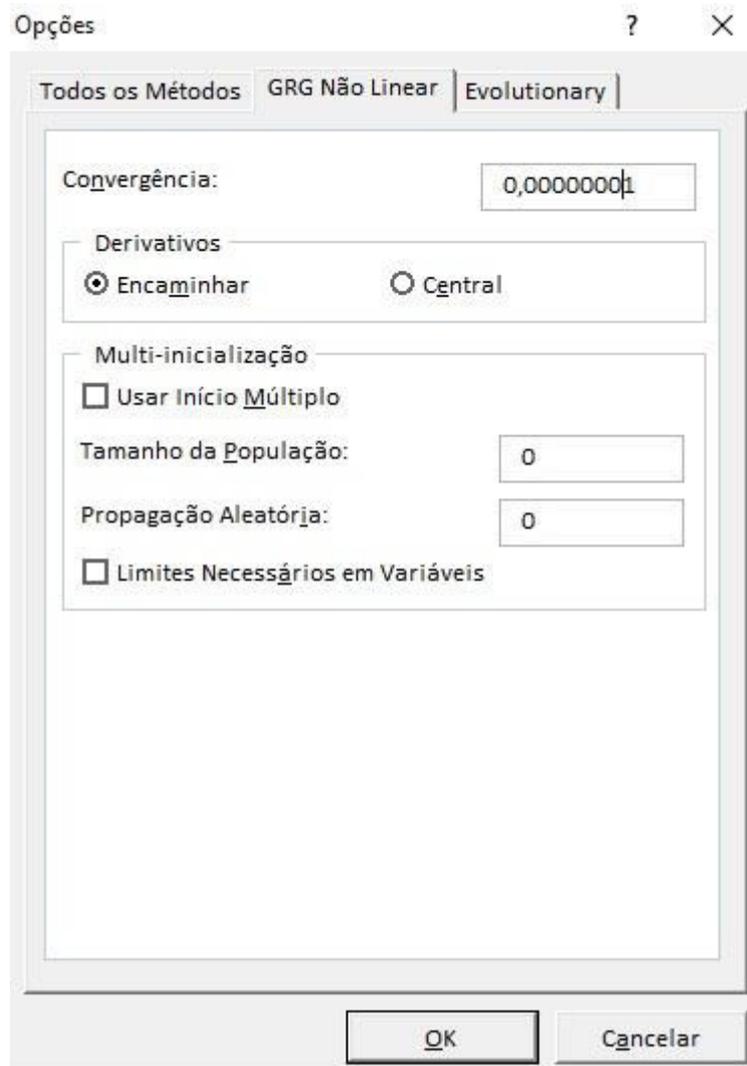
Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda Resolver Fechar

Fonte: elaborada pelo autor.

A figura 6 mostra que as células B5 a B5 são os campos que determinam a composição da carteira. O método de solução utilizado pelo programa foi o Generalized Reduced Gradient (GRG) Não Linear. Essa abordagem também é verificada no trabalho de Siervo (2017). Quanto às opções foi utilizada uma convergência de na casa de centésimo de milionésimo, já que o modelo realiza a busca pela variância, que são valores pequenos. Deve-se destacar que a ferramenta utilizada tenta encontrar uma solução inicial para o problema e assim busca a melhoria nesta direção. Após isso busca aprimorar buscando em novas direções até não encontrar melhorias, mas não garante a solução global.

Figura 7: Opções do Solver



Fonte: elaborada pelo autor.

3.5 Análise de Desempenho

Com as informações obtidas, foi feita a comparação entre as diferentes carteiras de Markowitz, que é o modelo básico de Markowitz (1952), mais duas carteiras alternativas com restrições de risco, sendo +50% e +150%, em relação a variância mínima de Markowitz.

Esses modelos foram analisados segundo o tempo de manutenção da carteira, que é o tempo que o investidor ficaria com o portfólio, sendo definido que pode ser de um a três anos.

O segundo cenário é o tempo de dados analisados para a construção da carteira. A modelagem foi feita com um ano de dados passados, em seguida com dois anos de dados passados e finalizada com dados históricos acumulativos para a construção.

Foram verificadas essas três modelagens, baseadas nos preceitos de Markowitz, para obter a informação de qual apresenta maior consistência. Ou seja, apresentam resultados positivos com o passar do tempo.

A verificação é realizada de acordo com os retornos dos períodos descontando a inflação e ajustando ao período quando necessário.

Todas as ações estão submetidas aos mesmos efeitos inflacionários, então o processo para efeito de comparação não é obrigatório. Porém é um indicativo importante para o investidor ter uma visão do ganho real, como salienta Mankiw (2009). Os dados utilizados para a correção da inflação foi do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) realizado pelo IBGE, pois é o indicador oficial do Governo Federal. De forma auxiliar também foi utilizada a calculadora do Banco Central, para calcular inflação de períodos de dois ou três anos. Como mostra a tabela 4.

Tabela 4: IPCA por período da carteira

Período	IPCA
2014	6,4%
2014-2015	17,1%
2014-2016	23,4%
2015	10,7%
2015-2016	17,0%
2015-2017	19,9%
2016	6,3%
2016-2017	9,2%
2017	3,0%

Fonte: IBGE

Os ajustes das taxas são feitas nas carteiras que tem dois anos ou três anos de manutenção do portfólio. Então a taxa (i) é anualizada, já que posteriormente serão comparadas por média, com todas as carteiras.

Assim é feita a construção de gráficos e tabelas para obter um embasamento. Com essas informações serão analisada as médias, pois o trabalho engloba várias carteiras de investimentos. Com a definição de quais cenários de dados está mais de acordo com o modelo será realizada a comparação com o índice padrão, Ibovespa. Essa informação irá mostrar se a utilização da modelagem a base de Markowitz pode ser implantada como uma ferramenta para decisão.

4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram obtidas informações das ações que compunham o índice Bovespa em Janeiro de 2018, porém duas ações não foram analisadas devido a terem menos de três anos de dados disponíveis. As empresas não analisadas foram a Sanepar (SAPR11) e Suzano Papel (SUZB3), Rumo (RAIL3), porém elas representam juntas menos que 1,5% do índice, segundo a B3 (2018). As ações analisadas estão listadas na tabela 5.

Tabela 5: Ações analisadas

Códigos						
ABEV3	CCRO3	ELET3	HYPE3	MRFG3	SANB11	WEGE3
B3SA3	CIEL3	ELET6	IGTA3	MRVE3	SBSP3	
BBAS3	CMIG4	EMBR3	ITSA4	MULT3	SMLS3	
BBDC3	CPFE3	ENBR3	ITUB4	NATU3	TAE11	
BBDC4	CPLE6	EQTL3	JBSS3	PCAR4	TIMP3	
BBSE3	CSAN3	ESTC3	KLBN11	PETR3	UGPA3	
BRAP4	CSNA3	FIBR3	KROT3	PETR4	USIM5	
BRFS3	CYRE3	FLRY3	LAME4	QUAL3	VALE3	
BRKM5	ECOR3	GGBR4	LREN3	RADL3	VIVT4	
BRML3	EGIE3	GOAU4	MGLU3	RENT3	VVAR11	

Fonte: elaborada pelo autor.

4.1 Carteiras com análise de 1 ano de dados passados

Neste modelo, será explorado um ano de dados, e será feita a compra no fechamento do primeiro dia do ano seguinte. Então, será analisado se é melhor manter essa carteira por quanto tempo, um ano, dois anos ou até três anos. Outra informação que se obtém é se a utilização de 1 ano de dados base é suficiente para obter retornos consistentes. As informações foram corrigidas pela inflação oficial, divulgada pelo IBGE, Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). .

Tabela 6: Retornos das carteiras para manutenção por 1 ano.

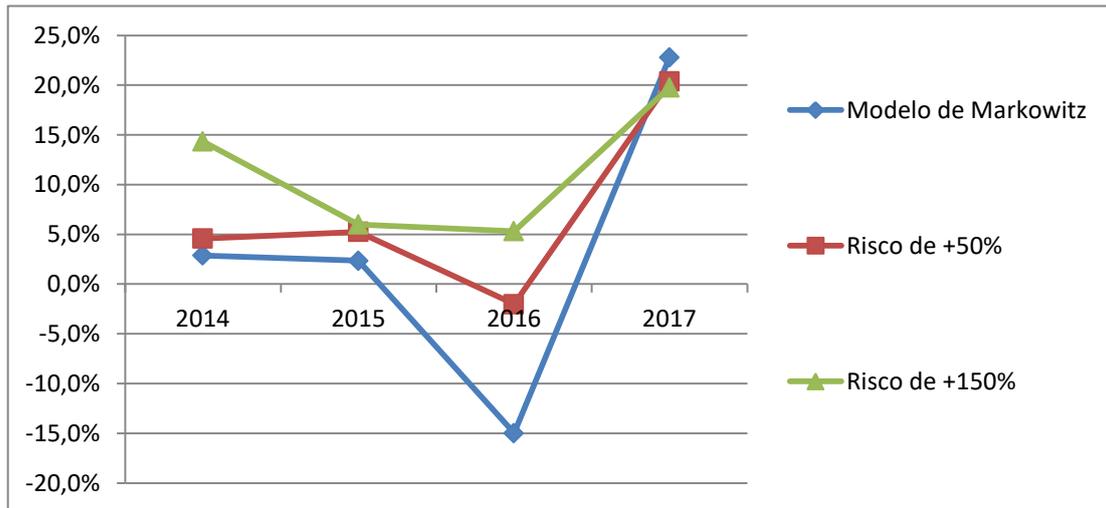
Modelo com manutenção de 1 Ano	2014	2015	2016	2017
Modelo de Markowitz	2,9%	2,4%	-15,0%	22,8%
Risco de +50%	4,6%	5,3%	-2,0%	20,4%

Risco de +150%	14,3%	6,0%	5,3%	19,8%
----------------	-------	------	------	-------

Fonte: elaborada pelo autor.

Esses mesmos resultados da tabela 6 são explicitados no gráfico 4.

Gráfico 4: Retornos das carteiras para manutenção por 1 ano



Fonte: elaborada pelo autor.

Os retornos do modelo de Markowitz oscilaram bastante, indo de aproximadamente -15% em 2016 até acima de 22% em 2017. Por outro lado o modelo com ajuste de risco de +150% manteve-se positivo com retornos entre +5% e 19%. Esses grandes movimentos ocorreram devido as fortes oscilações do mercado acionário durante esse período.

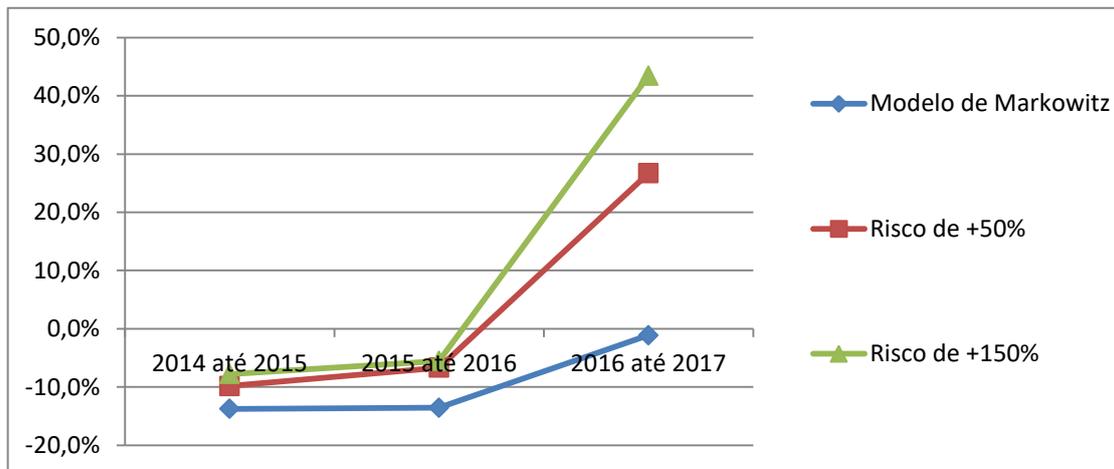
A próxima abordagem é para manter a carteira por 2 anos, mas mantendo a análise de um ano de dados passados.

Tabela 7: Retornos das carteiras para manutenção por 2 anos

Modelo com manutenção de 2 Ano	2014 até 2015	2015 até 2016	2016 até 2017
Modelo de Markowitz	-13,7%	-13,6%	-1,1%
Risco de +50%	-9,8%	-6,7%	26,7%
Risco de +150%	-7,8%	-5,5%	43,4%

Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 5: Retornos das carteiras para manutenção por 2 anos



Fonte: elaborada pelo autor.

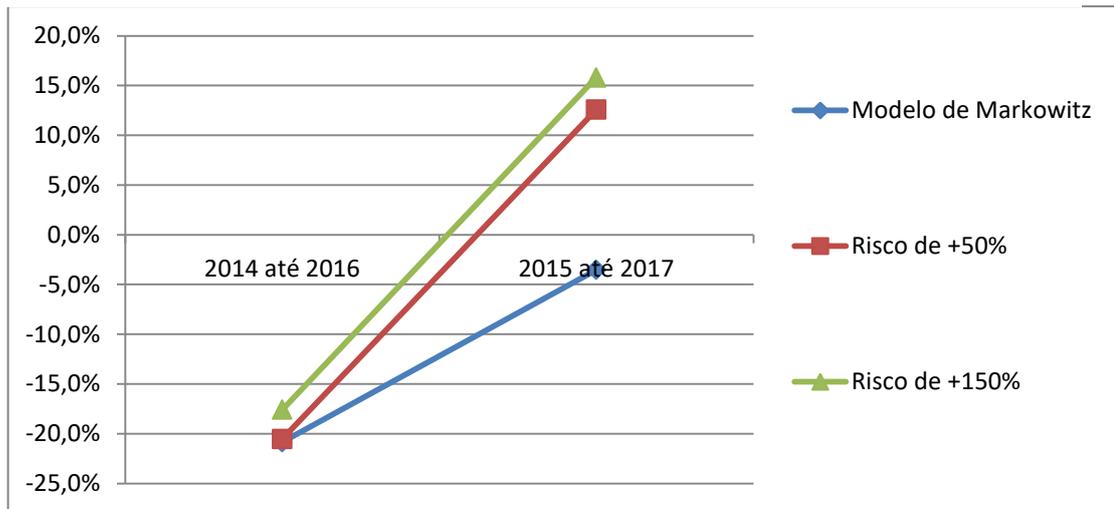
Manter a carteira por dois anos apresentou resultados negativos nos três modelos, abaixo dos -13% e chegando a 43%. Novamente o modelo de risco +150% obteve o melhor resultado entre as carteiras propostas. O modelo básico de Markowitz persiste como o de menor retorno, oscilando entre -13% e -1% no período. O modelo que propõe o risco de +50% manteve-se próximo do mais eficiente, porém na carteira de 2016 até 2017 foi onde ocorreu o único resultado positivo.

Tabela 8: Retornos das carteiras para manutenção por 3 anos

Modelo com manutenção de 3 Ano	2014 até 2016	2015 até 2017
Modelo de Markowitz	-20,8%	-3,5%
Risco de +50%	-20,5%	12,6%
Risco de +150%	-17,6%	15,8%

Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 6: Retornos das carteiras para manutenção por 3 anos



Fonte: elaborada pelo autor.

A manutenção da carteira de três anos foi para o período de 2014 até 2016 e de 2015 até 2017. O resultado da manutenção de uma carteira por três anos indica, novamente, que o modelo de risco +150% apresenta maior retorno, seguido pelo de +50% e por fim o modelo básico de Markowitz. Sendo que todos apresentaram resultado negativo na carteira 2014 até 2016. Na carteira seguinte de 2015 até 2017 os modelos com risco definido obtiveram resultados positivos.

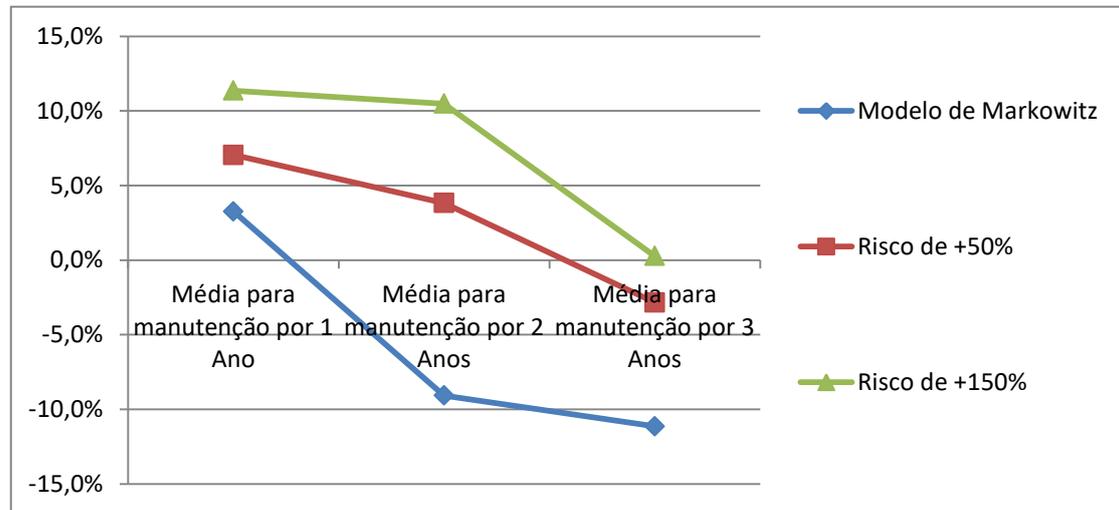
Para obter um entendimento geral foi realizada a média entre os modelos, pelo tempo de manutenção, para verificar se é melhor a manutenção das carteiras por períodos maiores a 1 ano. A manutenção deste portfólio por mais tempo indica um retorno menor. Isso é observado, pois a manutenção por dois anos tem resultados inferiores a 1 ano e a de 3 anos apresenta piores retornos que a de 2 anos. Isso é exemplificado na tabela 9 e gráfico 7.

Tabela 9: Retornos médios das carteiras para manutenção da carteira.

Modelos	Média para manutenção por 1 Ano	Média para manutenção por 2 Anos	Média para manutenção por 3 Anos
Modelo de Markowitz	3,3%	-9,1%	-11,1%
Risco de +50%	7,0%	3,8%	-2,8%
Risco de +150%	11,4%	10,5%	0,3%

Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 7: Retornos médios das carteiras para manutenção da carteira



Fonte: elaborada pelo autor.

Os resultados indicam que o modelo proposto de +150% apresenta resultados consistentes, ou seja, obteve retornos superiores aos outros analisados em vários cenários. Os resultados mostram que com um ano de dados passados a manutenção do portfólio deve ser curta, já que permanecer levou a queda de rentabilidade real.

4.2 Carteiras com análise de 2 anos de dados passados

O modelo agora irá analisar dois anos passados de dados, para realizar a compra no primeiro dia do ano. Essa carteira então será observada por um ano, depois dois anos e finalizada com a manutenção por três anos. Serão utilizados os três modelos de Markowitz, novamente, o básico, o de +50% de risco e o de 150% de risco.

Inicialmente serão analisados os anos de 2013 e 2014 e construção de uma carteira para 2015. Depois será modelado para as datas entre 2014 e 2015 com a realização do portfólio para 2016. O terceiro cenário é a análise de 2015 e 2016 e observação dos resultados em 2017.

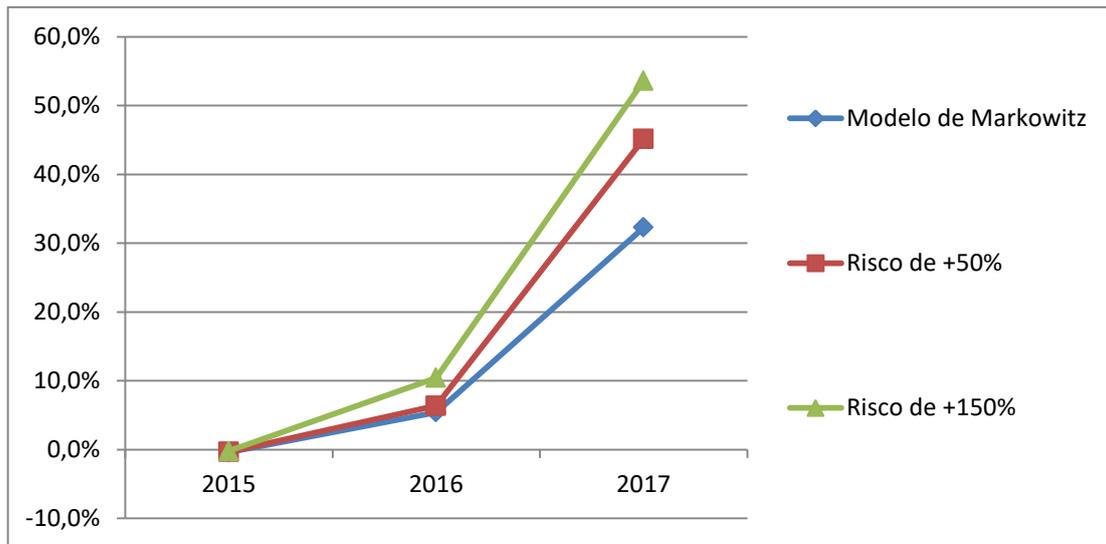
Tabela 10: Retornos das carteiras para 2 anos de dados passados

Modelo com manutenção por 1 Ano	2015	2016	2017
Modelo de Markowitz	-0,4%	5,4%	32,3%

Risco de +50%	-0,3%	6,4%	45,2%
Risco de +150%	-0,2%	10,4%	53,6%

Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 8: Retornos das carteiras para 2 anos de dados passados avaliação anual



Fonte: elaborada pelo autor.

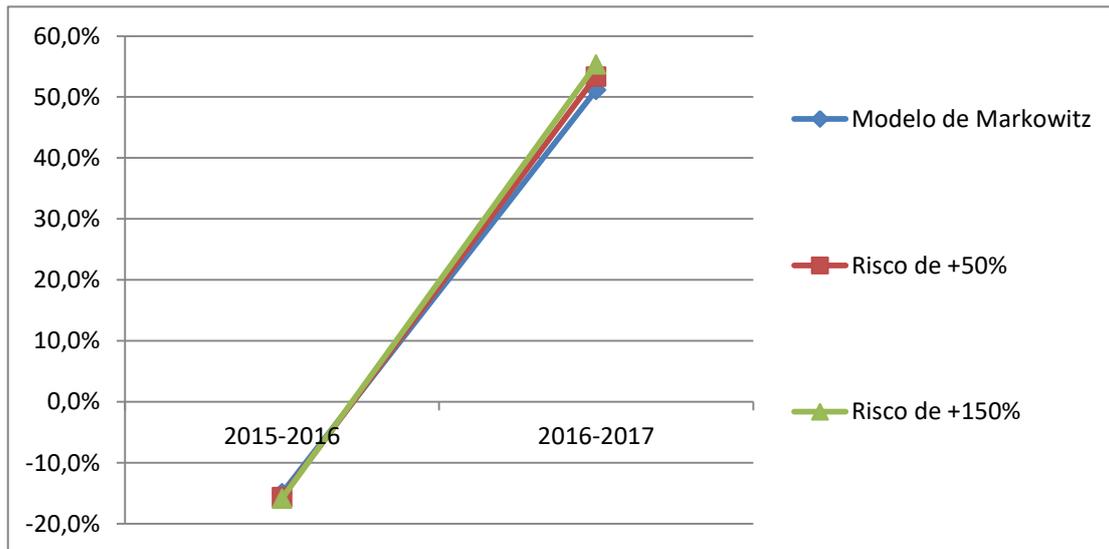
No ano de 2015 os modelos apresentaram retornos semelhantes, de aproximadamente -0,3%. Porém em 2016 e 2017 repetiu a tendência mostrada anteriormente, com o modelo básico de Markowitz com resultados positivos, porém abaixo dos outros dois modelos propostos. Em 2016 a diferença entre o modelo básico e o proposto mais eficiente foi de aproximadamente 5% e em 2017 de 21%.

Tabela 11: Retornos das carteiras para manutenção por 2 Anos

Modelo com manutenção por 2 Anos	2015-2016	2016-2017
Modelo de Markowitz	-15,0%	51,1%
Risco de +50%	-15,6%	53,4%
Risco de +150%	-15,9%	55,3%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 9: Retornos das carteiras para 2 anos de dados passados por biênio



Fonte: elaborada pelo autor

A carteira construída em 2015 e vendida no fim 2016, com dois anos de dados passados apresentou resultados entre -15,9% e -15,0%. Isso significa que todos os modelos apresentaram retorno negativo. Contudo a carteira seguinte com compra em 2016 e venda no fim de 2017 apresentou a ordem de desempenho recorrente de modelo básico com retorno inferior aos outros modelos. Nessas carteiras o desempenho foi superior a 50% a.a. Como mostra a tabela 12. Deve se destacar que em ambos os casos os retornos estiveram próximos. O que é observado por uma sobreposição no gráfico 9.

Tabela 12: Retornos das carteiras para manutenção por 3 Anos

Modelo com manutenção por 3 Anos	2015-2017
Modelo de Markowitz	8,7%
Risco de +50%	7,2%
Risco de +150%	6,5%

Fonte: elaborada pelo autor

Quando a análise é feita para uma manutenção da carteira por 3 anos, os resultados novamente estão próximos, porém com uma inversão de tendência. O modelo básico apresentou retorno de 8,7% a.a, enquanto o de risco +50% obteve 7,2% e o de risco +150% 6,5% a.a. Os dados agora devem ser analisados de forma parcial, por média, para obter

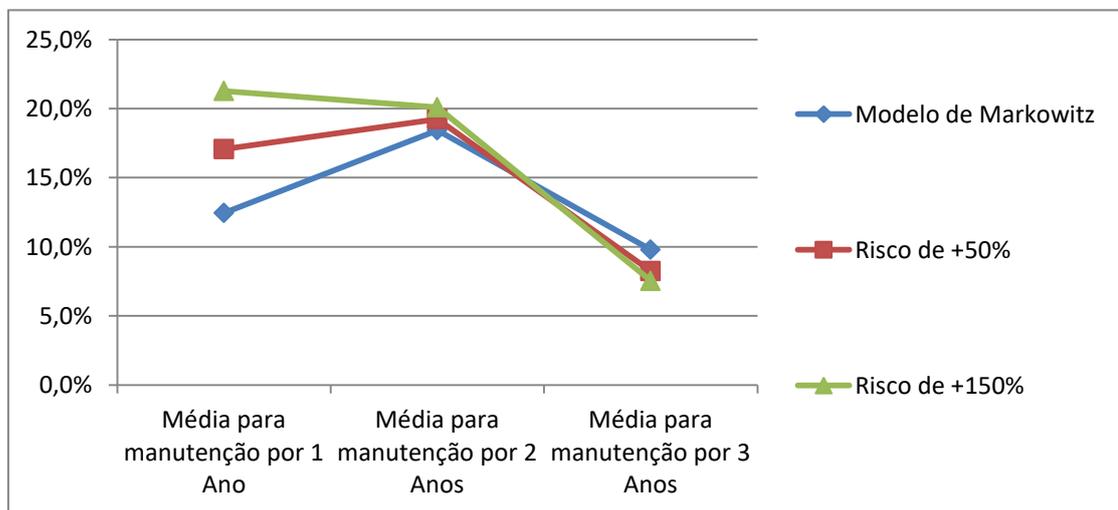
os primeiros indícios de comportamentos dos modelos. Quando os dados são organizados são obtidos os seguintes resultados. Como mostra a tabela 13.

Tabela 13: Retornos médios das carteiras para 2 anos de dados passados

Modelos	Média para manutenção por 1 Ano	Média para manutenção por 2 Anos	Média para manutenção por 3 Anos
Modelo de Markowitz	12,4%	18,4%	9,8%
Risco de +50%	17,1%	19,2%	8,2%
Risco de +150%	21,3%	20,1%	7,5%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 10: Retornos médios das carteiras para 2 anos de dados passados



Fonte: elaborada pelo autor

Existe um maior retorno quando a manutenção foi por dois anos, para o modelo de Markowitz e de risco +50%, porém próximo a manutenção por 1 ano. Os modelos de risco definido obtiveram de forma geral resultados de maior relevância, quando comparados ao Modelo básico de Markowitz. Porém com o passar do tempo a manutenção da carteira resultou em pequenos crescimentos ou em perdas, um indicativo que a correlação é mais indicado para curta duração, ou a realização dos recálculos da matriz de covariância.

4.3 Carteiras com análise acumulativa de dados passados

Agora, o modelo irá analisar dados de forma acumulativa, para realizar a compra no primeiro dia do ano seguinte. Essa carteira então utilizara um ano de dados e cria uma carteira, depois dois anos de dados passados e cria nova carteira e assim em diante. Essa

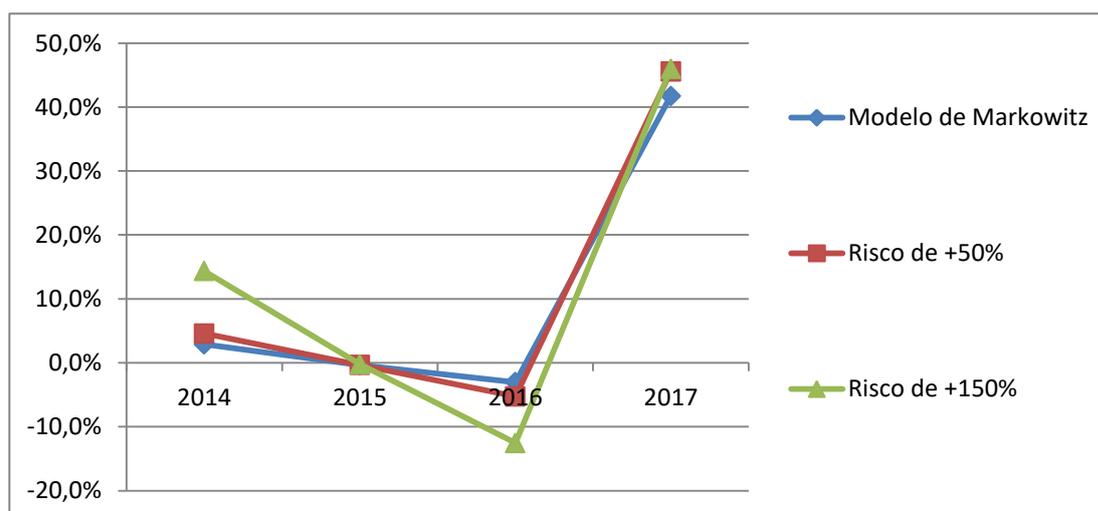
operação inicia em 2014, usando os dados históricos de 2013, sendo construída até 2017, com dados de 2013 até 2016. Será iniciada a carteira com manutenção por um ano. Os resultados são explicitados na tabela 14 e no gráfico 11.

Tabela 14: Retornos das carteiras para dados acumulativos ano a ano

Modelo com dados passados desde 2013	2014	2015	2016	2017
Modelo de Markowitz	2,9%	-0,4%	-3,0%	41,7%
Risco de +50%	4,6%	-0,3%	-5,3%	45,5%
Risco de +150%	14,3%	-0,2%	-12,5%	46,0%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 11: Retornos das carteiras para dados acumulativos ano a ano



Fonte: elaborada pelo autor

Essas duas carteiras iniciais nos anos 2014 e 2015 são repetidas, já que utiliza um ano e dois anos de dados anteriores, respectivamente. Neste cenário de utilização de dados acumulativos as carteiras obtiveram resultados abaixo dos anteriores, isso é observado, pois os três primeiros anos os retornos estão em queda. O último ano foi o de grande crescimento em todos os modelos.

Um indicativo que essa abordagem de utilização de dados superiores a 2 anos não apresentam um bom retorno. Os modelos em 2015 e 2016 obtiveram somente resultados negativos.

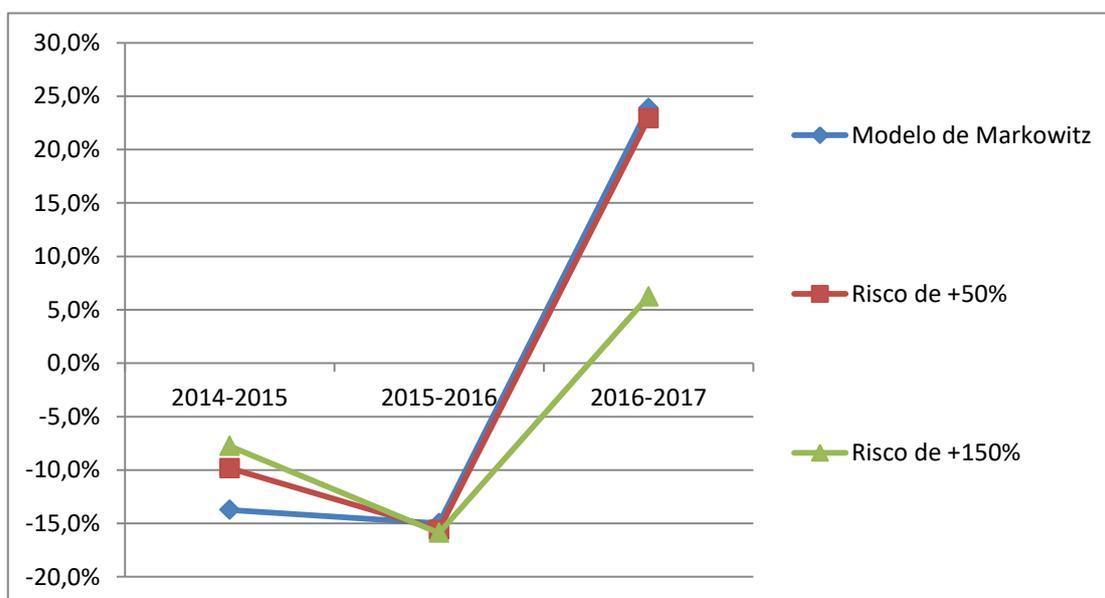
O próximo cenário a ser explorado é a manutenção dos portfólios por dois anos, mas mantendo os mesmos dados então sendo a mesma carteira. Isso significa que a criação da carteira será feita em 2014 e mantida até o fim de 2015, utilizando os dados de 2013. A segunda é um portfólio com construção em 2015 e sendo vendida no fim 2016, utilizando dados de 2013 e 2014. Por fim serão utilizados os dados entre 2013 e 2015 para confeccionar uma carteira que se inicia no início de 2016 com fim no término de 2017. Essas operações resultaram na tabela 15 e gráfico 12.

Tabela 15: Retornos das carteiras para dados acumulativos por 2 anos

Modelo com manutenção por 2 Anos	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Modelo de Markowitz	-13,7%	-15,0%	23,9%
Risco de +50%	-9,8%	-15,6%	22,9%
Risco de +150%	-7,8%	-15,9%	6,3%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 12: Retornos das carteiras para dados acumulativos por 2 anos



Fonte: elaborada pelo autor

Esses resultados reforçam as indicações que as matrizes de correlação perdem força de previsão quando se utiliza de dados antigos. Novamente apresentou alguns resultados

negativos para carteiras mais agressivas, que buscam maior retorno. Porém obteve crescimento significativo em entre o início de 2016 e fim de 2017. Neste caso particular a redução de risco de Markowitz e um risco limitado a +50% obtiveram resultado expressivo, superior a 20%. É importante destacar que no período de 2017 ocorreu uma valorizaram generalizada da bolsa brasileira.

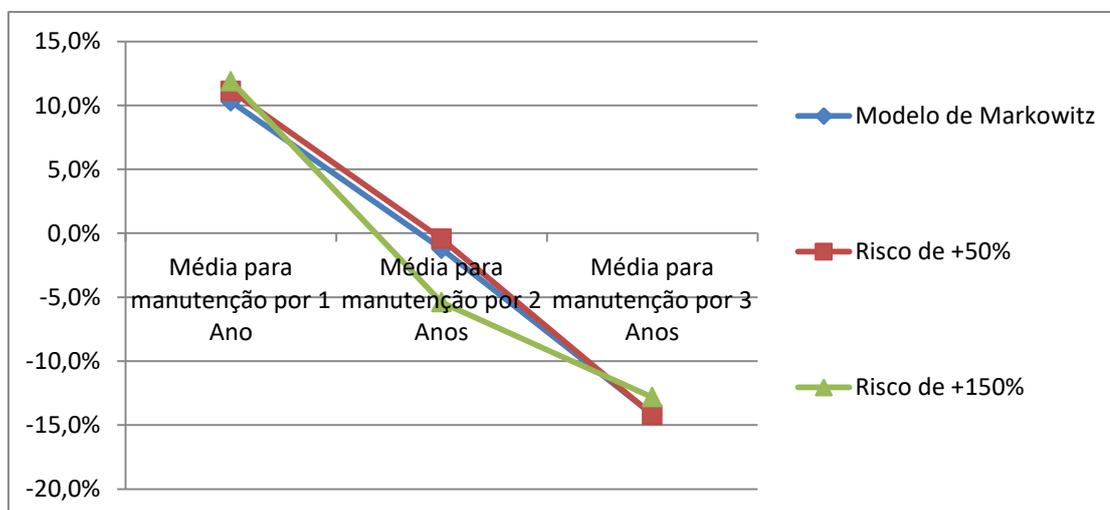
A avaliação dos modelos para a utilização de dados acumulativos é detalhada pela tabela 16, com suas médias.

Tabela 16: Retornos médios das carteiras para dados passados de forma acumulativa

Modelos	Média para manutenção por 1 Ano	Média para manutenção por 2 Anos	Média para manutenção por 3 Anos
Modelo de Markowitz	10,3%	-1,2%	-14,1%
Risco de +50%	11,1%	-0,4%	-14,2%
Risco de +150%	11,9%	-5,4%	-12,8%

Fonte: elaborada pelo autor

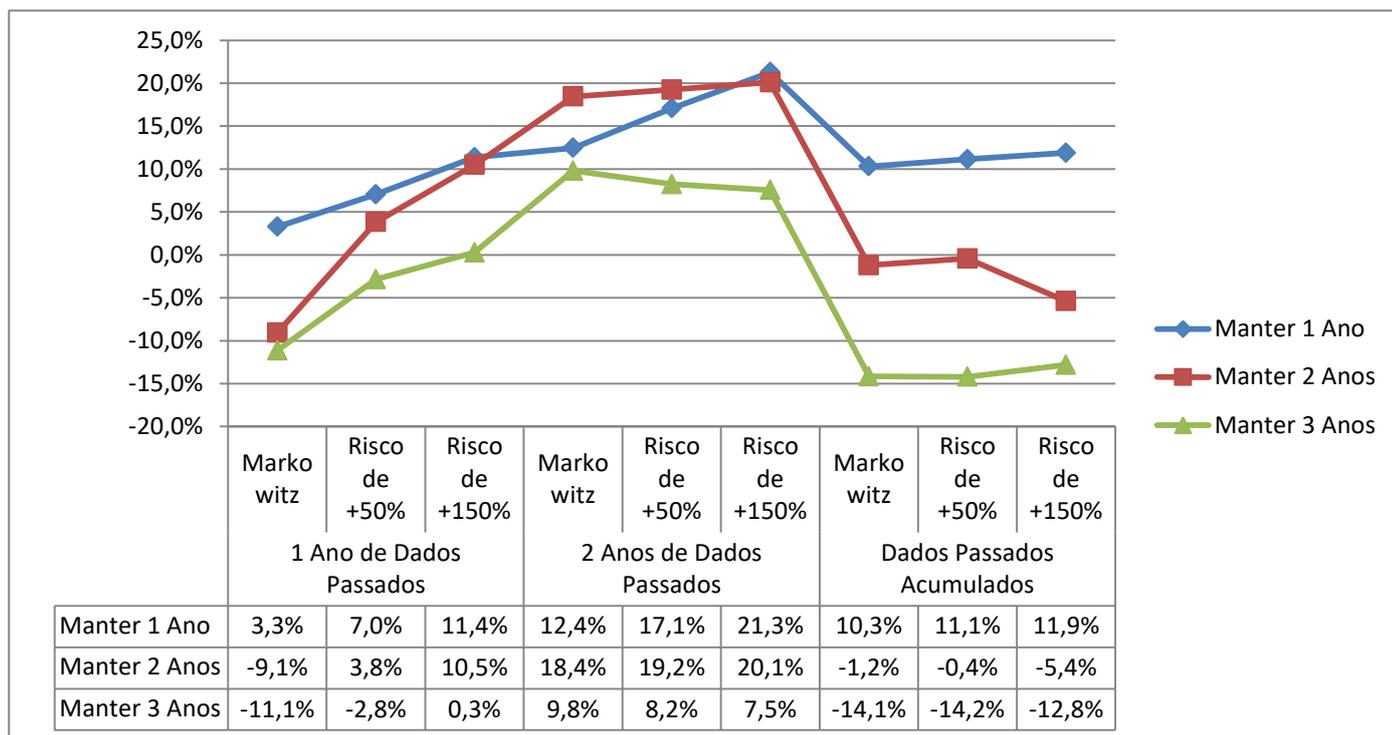
Gráfico 13: Retornos médios das carteiras acumulativas de dados



Fonte: elaborada pelo autor

Existe uma evidente queda nos retornos, quando mais de dois anos de dados são utilizados e maior o tempo de manutenção da carteira. Ou seja, existem indícios que a manutenção da carteira por um período maior resulta em perdas. Para obter uma visão geral das carteiras foi construída a figura 8.

Figura 8: Retorno médio de todas as carteiras propostas



Fonte: elaborada pelo autor

A figura 8 mostra que a manutenção da carteira por um ano não apresentou resultados negativos em nenhum cenário, ou seja, sempre com retornos positivos e acima da inflação. Em todos esses casos o modelo de risco de +150% apresentou resultado superior aos outros analisados.

A manutenção da carteira por dois anos foi a que apresentou resultados mais relevantes em média, e novamente, o modelo de risco +150% obteve maior desempenho, com exceção em dados acumulativos.

Quando a análise é feita para manter o portfólio por três anos ocorrem vários resultados negativos e inconclusivos, que podem ser motivados por perda entre as correlações ou devido a poucas carteiras propostas neste período, que foram duas.

4.4 Comparação dos modelos com o índice padrão (Ibovespa)

Até então foram utilizados vários modelos para diferentes situações e períodos. Com os resultados obtidos é possível comparar os melhores com o índice padrão, Ibovespa (IBOV). Por esse motivo os dados acumulativos não foram comparados com o IBOV. Essa

modelagem apresentou muitos resultados negativos e não se mostrou útil. Assim como a manutenção da carteira por 3 anos.

Os próximos modelos não são descontados de inflação, pois a comparação será realizada com um índice. As carteiras de dois anos não foram ajustadas para taxa anual equivalentes, pois foram utilizados os valores de pontos da bolsa, então estão sendo verificadas em mesmo período.

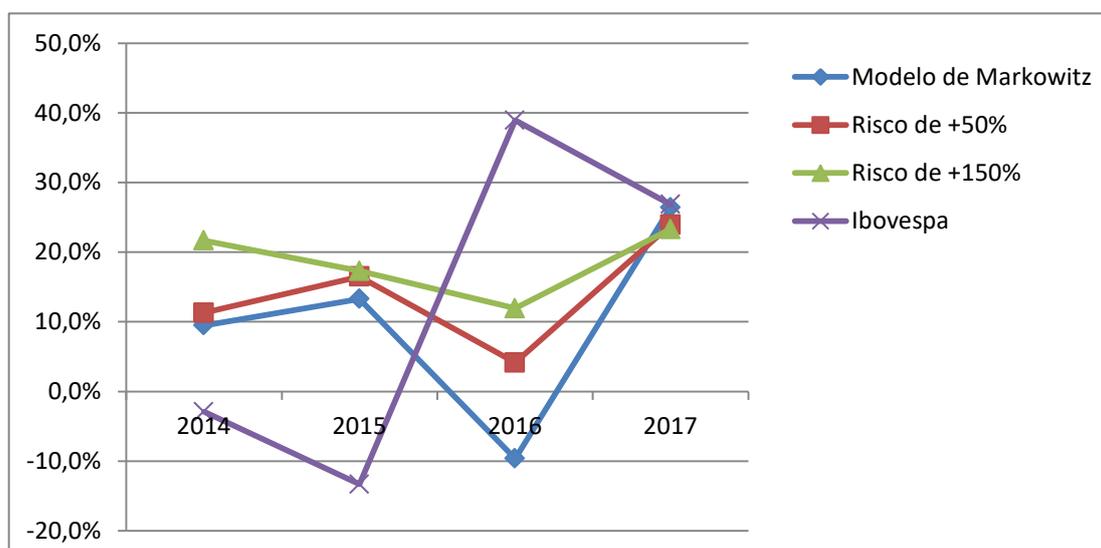
A utilização de um ano de dados passados obteve bons resultados, em especial, quando utilizada a modelagem de restrição de risco +150%. A manutenção da carteira por um ano obteve resultados positivos para todos os modelos. A comparação desses resultados com IBOV pode ser verificada na tabela e gráfico abaixo.

Tabela 17: Retornos dos modelos anuais com um ano de dados em comparação com o Ibovespa

Modelo com manutenção de 1 Ano	2014	2015	2016	2017
Modelo de Markowitz	9,5%	13,3%	-9,6%	26,4%
Risco de +50%	11,3%	16,5%	4,1%	23,9%
Risco de +150%	21,7%	17,3%	11,9%	23,3%
Ibovespa	-2,9%	-13,3%	38,9%	26,9%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 14: Retornos dos modelos anuais com um ano de dados em comparação com o Ibovespa



Fonte: elaborada pelo autor

O gráfico 14 destaca a importância do modelo, pois o IBOV mostra movimentos de crescimento e queda na bolsa, em contrapartida o modelo apresenta suavizações e de forma geral no campo positivo. Em momentos de queda da bolsa o modelo apresenta alta significativa e quando a bolsa sobe os modelos apresentam perdas. Os modelos de risco limitados apresentam resultados positivos em todos os anos. Isso constata a correlação negativa entre os modelos e a movimentação da bolsa.

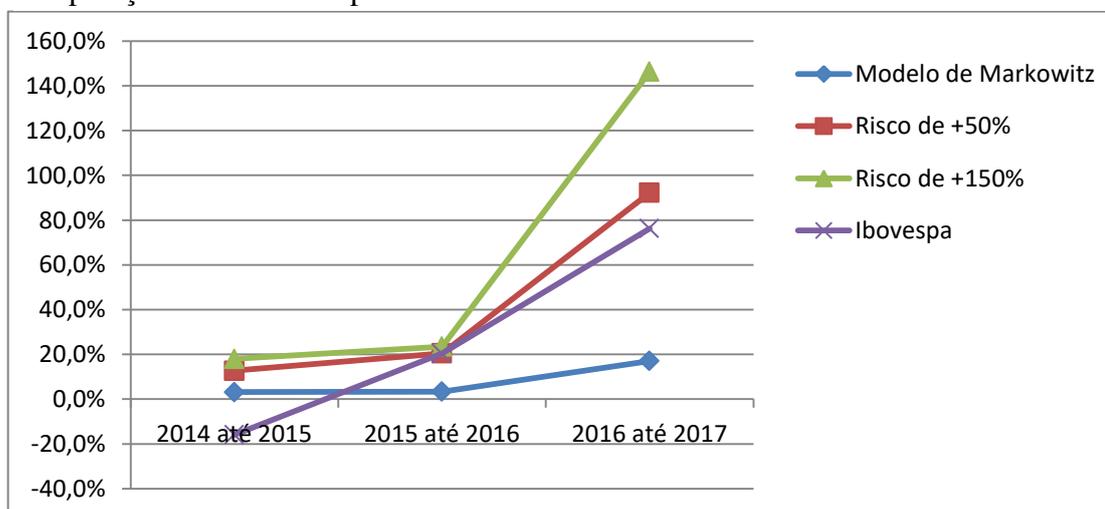
A construção da carteira com utilização de um ano de dados obteve bom desempenho, também para a manutenção por 2 anos. Obteve somente resultados positivos, quanto a comparação é entre os modelos de restrição de risco, o resultado nos três períodos superou o desempenho do IBOV. Os dados seguem na tabela 18.

Tabela 18: Retornos dos modelos bienais com um ano de dados em comparação com o Ibovespa

Modelo com manutenção de 2 Anos	2014 até 2015	2015 até 2016	2016 até 2017
Modelo de Markowitz	3,2%	3,4%	17,1%
Risco de +50%	12,8%	20,5%	92,2%
Risco de +150%	18,0%	23,5%	146,3%
Ibovespa	-15,8%	20,4%	76,2%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 15: Retornos dos modelos bienais com um ano de dados em comparação com o Ibovespa



Fonte: elaborada pelo autor

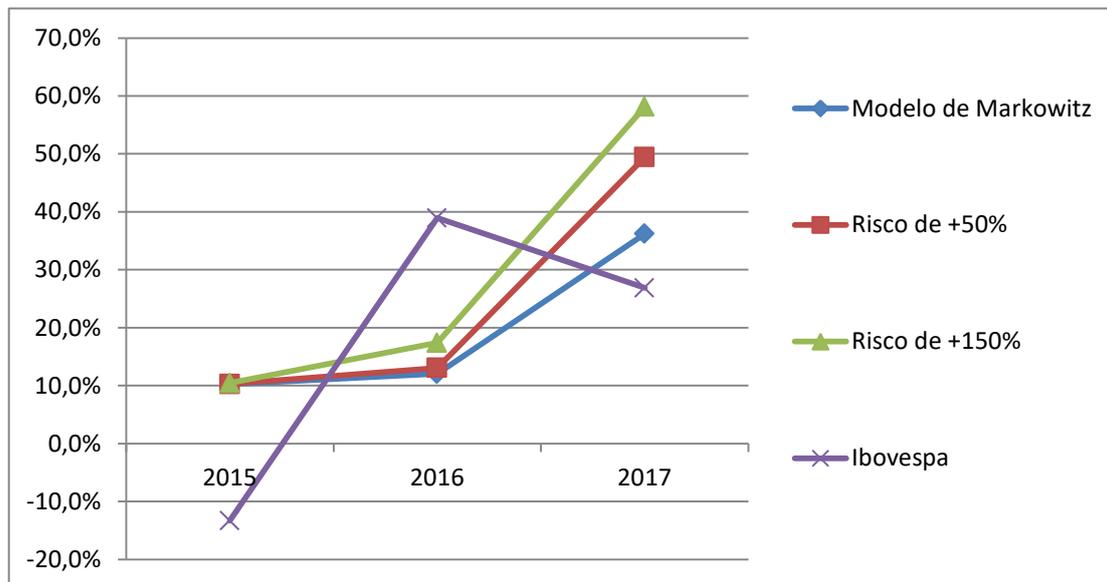
Novamente os modelos propostos apresentaram retornos superiores ao desempenho do IBOV. Apesar do modelo básico de Markowitz apresentar retorno inferior ao índice padrão em duas carteiras ele manteve-se acima de 0% nos três cenários.

Tabela 19: Retornos dos modelos anuais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa

Modelo com manutenção por 1 Ano	2015	2016	2017
Modelo de Markowitz	10,3%	12,0%	36,2%
Risco de +50%	10,3%	13,1%	49,4%
Risco de +150%	10,4%	17,4%	58,1%
Ibovespa	-13,3%	38,9%	26,9%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 16: Retornos dos modelos anuais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa



Fonte: elaborada pelo autor

A movimentação inversa entre o índice IBOV e os modelos propostos ocorrem, novamente. Porém em 2016, quando ocorre um crescimento elevado do índice padrão a

modelagem obtêm resultados positivos. Ou seja, a modelagem apresentou um crescimento constante mesmo com a queda ou elevação do Ibovespa.

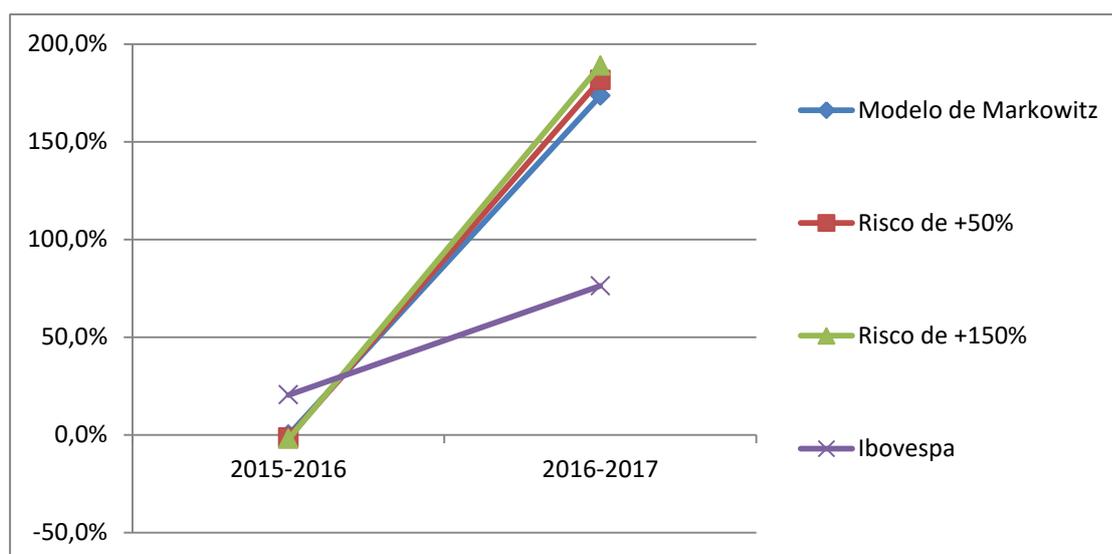
A próxima comparação foi limitada a duas carteiras, foram construídas com base em dois anos de dados passados e com manutenção por dois anos. O primeiro portfólio tem início no começo de 2015 e venda no fim de 2016, a segunda foi realizada no início de 2016 e venda em 2017.

Tabela 20: Retornos dos modelos bienais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa

Modelo com manutenção por 2 Anos	2015-2016	2016-2017
Modelo de Markowitz	0,0%	173,5%
Risco de +50%	-1,4%	181,6%
Risco de +150%	-2,1%	188,9%
Ibovespa	20,4%	76,2%

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 17: Retornos dos modelos bienais com um dois anos de dados em comparação com o Ibovespa



Fonte: elaborada pelo autor

O Ibovespa obteve um retorno acima de 20% no período de 2015 até 2016, enquanto os três modelos apresentaram resultados próximos e abaixo de zero. Contudo, na carteira seguinte a modelagem mostrou retornos acima de 170% enquanto o IBOV apresentava um crescimento para 76,2%.

5 CONCLUSÃO

A implantação de uma modelagem a partir do proposto por Markowitz (1952) apresenta utilidade prática e retornos interessantes aos investidores, em especial aos iniciantes que carecem de ferramentas para a redução dos riscos em um ambiente tão vasto de possibilidades.

A introdução de restrições de risco mostrou resultados consistentes, pois em vários cenários e períodos apresentaram resultados superiores, inicialmente, ao modelo básico de Markowitz (1952), que preza a redução o risco não sistêmico. Contudo, essas modificações obtiveram retornos superiores aos do índice padrão adotado, o Ibovespa. Uma demonstração que o investidor pode determina as suas restrições de risco e obter investimentos atrativos mesmo em um ambiente de risco elevado. Mesmo quando o período utilizado para análise apresentou grandes quedas e altas devido às instabilidades econômicas e políticas.

Os riscos propostos de +50% e +150% sobre o risco básico de Markowitz apresentaram de forma geral retornos superiores ao índice Bovespa, para uma análise de curto período de um e dois anos. Nos cenários de manutenção por três anos os indicadores não foram favoráveis, porém isso pode ser resultado de poucos dados, já que foram utilizados 5 anos de informações sobre a bolsa. Outra explicação segundo Bodie (2000, p. 158) “[...] você poderá medir quão bom foi o desempenho de um fundo mútuo durante um período de cinco anos antecedentes. Neste caso, a medida do retorno é mais ambígua”.

Analisando de forma geral quanto à estabilidade dos modelos, os riscos e os retornos, o método que apresenta maior relevância, para os iniciantes no mercado acionário, é o que utilizam dados mais recentes e com a permanência da carteira por um ano. Em todos os períodos sejam de crescimento ou queda na bolsa de valores os retornos do modelo de risco 150% acima da variância de Markowitz obteve resultados positivos e com ganhos reais. Essa modelagem então é a recomendada para iniciantes, pois os riscos estão próximos do mínimo possível, porém com ganhos acima do Ibovespa e com ganhos reais, ou seja, acima da inflação.

Uma crítica ao modelo utilizado é a ausência de mensuração do risco sistêmico, crises econômicas como a de 2008, provocaram perdas, em praticamente todo o mercado acionário. Esse tipo de risco não é detectado pelo modelo de Markowitz (1952), pois a mensuração do risco é feita pela variância de retornos do passado.

Riscos políticos, ambientais, sociais então devem ser acompanhados por outras ferramentas, uma forma utilizada pelos investidores e acompanhar os relatórios das agências de classificação de risco, como comenta Assaf Neto (2014).

Contudo, o trabalho mostrou que o modelo de risco 150% acima da variância mínima pode reduzir o risco geral, que é a soma do risco sistemático com o risco não sistemático. Esse modelo pode auxiliar a tomada de decisão de novatos para realizarem uma diversificação eficiente de seus ativos, limitando seus possíveis prejuízos.

O trabalho apresentou restrições ao modelo de Markowitz no objetivo de obter maiores retornos, porém outras restrições podem ser impostas de acordo com a necessidade do investidor. Então para trabalhos futuros é interessante analisar outros tipos de restrições. A definição de participação máxima de um ativo, venda a descoberto, utilização de taxas, limitação de ativos são algumas das restrições possíveis que podem ser adicionadas aos modelos para obter informação se podem auxiliar na tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Eduardo L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos para análise de decisões**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC 2009.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. 3ed São Paulo: Atlas, 2008.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado Financeiro**. 12ed São Paulo: Atlas, 2014.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL **Resultado da Correção pelo IPC-A (IBGE)** Disponível em: < www.bcb.gov.br > Acessado 15/10/2018
- BARBOSA, Danilo; LIMA, Eduardo; GONÇALVES João; SOUZA; Vitor. Gerenciando as expectativas dos participantes: **A utilização de ferramentas gerenciais em um plano de benefício alvo**. 7º Prêmio Previc – ABRAPP de Monografias da previdência complementar Junho 2017.
- BMFBOVESPA **IBOVESPA** Disponível em: < <http://www.bmfbovespa.com.br/> > Acessado 15/7/2018.
- BODIE, Zvi.; KANE, Alex.; MARCUS, Alan. J. **Fundamentos de investimentos**. 3. ed., Porto Alegre: Bookman, 2000.
- CORRAR, Luiz J; THEÓFILO, Carlos R et. All; **Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração**. São Paulo, Atlas, 2004.
- COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. **Aprovação da combinação BM&FBOVESPA com a CETIP** Disponível em: < <http://www.cvm.gov.br/> > Acessado 10/12/2018.
- DIAS, Fabio S. **Programação Quadrática Aplicada à Teoria Moderna de Finanças**. 2001. 21 f. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- JOSÉ, Rui S.L; PORTOCARRERO, Alfredo L. **Os derivados e a teoria moderna dos portfólio**. Revista Revisores e Auditores, No 26 Jul/Set/ 2004.
- GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração financeira**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Séries Históricas IPCA**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/> > Acessado 15/10/2018.
- KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. Itabuna, BA: Via Litterarum, 2010.88p.
- KASSAI, José R.; PASSOS Ivan C.; BARBIERI Rafael F.; SOUZA Gustavo M.; CORRAR Luiz J.; ARASHIRO Akio. **Escala hierárquica de risco das atividades agrícolas e pecuárias**. Revista Custos e agronegócio on line – V. 4, n.2 – Mai/Ago 2008.

MANKIWI N, Gregory. **Introdução à Economia**. São Paulo Cengage Learning, 2009.

MARKOWITZ, Harry. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance, vol VII – No.1 (p. 77-91) Mar., 1952.

MARQUES, Sandro; CORSO, Jansen M.D.; SILVA Wesley; DALAZEN Luciano D. **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, Jan/Jun. 2013.

MELLO, Priscila B.P.B. **Estudo de caso sobre as principais abordagens de gestão de portfolio com foco na gestão de riscos aplicado ao portfolio de projetos de investimento de uma empresa de energia**. Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Engenharia de Produção) PUC, Rio de Janeiro, 2014.

OCEANS14 **Base de dados com cotações** Disponível em: < <https://www.oceans14.com.br/> > Acessado 15/10/2018.

OLIVEIRA, Felipe. A. S. **Aplicação de Recursos em Carteiras de Ativos**: uma proposta ao pequeno investidor. Monografia. Departamento de Economia. Universidade Federal de Sergipe. 2010.

OLIVEIRA, Felipe. A. S. **Desempenho da otimização robusta de carteiras no mercado acionário brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

RAGSDALE, Cliff T. **Modelagem e análise de decisão**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SIERVO, Juliano S.D. **Aplicação de Programação Linear na seleção de carteiras de investimento**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. **Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, 2013.

YAHOO. **Base de dados com cotações**. Disponível em: < <https://br.financas.yahoo.com/> > Acessado 15/10/2018.

ZIN, Roque A; TARSO, Edielson. **Como o pequeno investidor pode usar as teorias de Graham e Markowitz**. Revista Científica do Alto Vale do Itajaí – REAVI, v.4, n. 6, p.I – F, mai, 2016.

APÊNDICE A – COMPOSIÇÃO E RETORNOS DAS CARTEIRAS DE 1 ANO SEM AJUSTES

1 Ano de Análise (2013): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2014	2015	2016	2017
IBOV Anual	-2,9%	-13,3%	38,9%	26,9%
Carteira	21,7%	18,0%	9,7%	53,1%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2014	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
28,5%	CIEL3	11,0%	10,8%	11,6%	13,6%
2,2%	CSNA3	-1,3%	-1,5%	-0,3%	-0,7%
28,5%	EMBR3	8,4%	17,4%	-4,1%	2,6%
5,3%	GOAU4	-2,7%	-4,9%	-4,1%	-3,9%
1,0%	MRVE3	0,0%	0,2%	0,6%	1,2%
5,6%	NATU3	-0,9%	-2,0%	-2,0%	-0,3%
7,3%	RENT3	0,9%	-1,2%	2,0%	12,3%
14,2%	SMLS3	6,4%	2,0%	8,3%	26,9%
7,4%	TIMP3	-0,1%	-3,0%	-2,2%	1,5%

1 Ano de Análise (2013): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2014	2015	2016	2017
IBOV Anual	-2,9%	-13,3%	38,9%	26,9%
Carteira	11,3%	12,8%	-1,6%	30,6%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2014	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
16,9%	ABEV3	-0,5%	1,8%	0,9%	6,8%
24,8%	CIEL3	9,5%	9,4%	10,1%	11,8%
3,2%	CMIG4	0,1%	-1,6%	-0,9%	-1,1%
27,9%	EMBR3	8,2%	17,0%	-4,0%	2,5%
6,3%	GOAU4	-3,2%	-5,8%	-4,9%	-4,7%
5,7%	NATU3	-0,9%	-2,0%	-2,0%	-0,3%
10,1%	RENT3	1,3%	-1,6%	2,7%	16,9%
5,0%	USIM5	-3,1%	-4,4%	-3,5%	-1,6%
0,1%	WEGE3	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%

1 Ano de Análise (2013): Utilizando Markowitz

Ano	2014	2015	2016	2017
IBOV Anual	-2,9%	-13,3%	38,9%	26,9%
Carteira	9,5%	3,2%	-2,8%	64,2%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2014	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
0,7%	ABEV3	0,0%	0,1%	1,5%	11,5%
6,5%	CIEL3	2,5%	2,5%	2,6%	3,1%
2,5%	CPFE3	0,3%	-0,3%	1,3%	0,5%
29,2%	EMBR3	8,6%	17,8%	-4,2%	2,7%
10,7%	GOAU4	-5,4%	-9,9%	-8,3%	-7,9%
0,7%	MRFG3	0,4%	0,5%	0,5%	0,6%
4,6%	MULT3	-0,1%	-0,9%	1,2%	2,5%
13,1%	NATU3	-2,2%	-4,6%	-4,6%	-0,8%
26,5%	RENT3	3,3%	-4,2%	7,1%	44,5%
5,5%	WEGE3	2,1%	2,2%	0,1%	7,5%

1 Ano de Análise (2014): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2015	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%	26,9%
Carteira	17,3%	23,5%	175,8%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
6,4%	CIEL3	0,3%	0,4%	0,8%
3,4%	ELET6	1,1%	7,9%	7,3%
37,6%	EMBR3	8,4%	-13,1%	-6,4%
23,3%	KLBN11	15,7%	7,0%	7,8%
13,5%	MGLU3	-9,4%	11,3%	143,8%
1,3%	MRFG3	0,2%	0,2%	0,4%
6,6%	RADL3	2,9%	9,9%	18,4%
2,5%	SMLS3	-0,6%	0,1%	2,2%
2,3%	TIMP3	-0,9%	-0,7%	0,5%
3,1%	VIVT4	-0,4%	0,4%	1,0%

1 Ano de Análise (2014): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2015	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%	26,9%
Carteira	16,5%	20,5%	153,3%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
3,6%	CIEL3	0,2%	0,2%	0,4%
5,5%	ELET6	1,8%	12,6%	11,8%
37,8%	EMBR3	8,5%	-13,2%	-6,4%
24,2%	KLBN11	16,4%	7,3%	8,1%
11,9%	MGLU3	-8,3%	10,0%	126,6%
1,0%	MRFG3	0,1%	0,2%	0,3%
2,5%	RADL3	1,1%	3,9%	7,1%
2,9%	SMLS3	-0,7%	0,1%	2,6%
4,6%	TIMP3	-1,8%	-1,3%	0,9%
5,9%	VIVT4	-0,8%	0,7%	1,9%

1 Ano de Análise (2014): Utilizando Markowitz

Ano	2015	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%	26,9%
Carteira	13,3%	3,4%	59,4%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
6,7%	CMIG4	-3,4%	-1,9%	-2,2%
5,2%	ELET6	1,7%	7,9%	7,3%
33,3%	EMBR3	7,5%	-11,6%	-5,7%
1,1%	FLRY3	0,0%	1,8%	3,9%
26,7%	KLBN11	18,1%	8,1%	9,0%
3,4%	MGLU3	-2,4%	2,9%	36,3%
6,8%	SMLS3	-1,7%	0,3%	6,1%
15,1%	TIMP3	-6,0%	-4,4%	3,0%
1,6%	VALE3	-0,6%	0,5%	1,8%

1 Ano de Análise (2015): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	38,9%	26,9%
Carteira	11,9%	146,3%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
49,6%	ABEV3	-2,4%	13,4%
0,6%	BRFS3	-0,1%	-0,2%
11,0%	BRKM5	4,5%	8,9%
22,9%	FIBR3	-8,3%	-0,4%
4,6%	HYPE3	1,2%	3,6%
3,2%	MGLU3	15,7%	116,5%
3,1%	MRFG3	0,2%	0,5%
3,7%	NATU3	0,0%	1,6%
1,4%	RADL3	1,1%	2,4%

1 Ano de Análise (2015): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	38,9%	26,9%
Carteira	4,1%	92,2%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
40,7%	ABEV3	-1,9%	11,0%
9,8%	BRFS3	-1,0%	-3,1%
9,5%	BRKM5	3,8%	7,7%
0,5%	EMBR3	-0,2%	-0,1%
20,5%	FIBR3	-7,4%	-0,4%
5,3%	HYPE3	1,4%	4,1%
1,9%	MGLU3	9,3%	68,6%
3,2%	MRFG3	0,2%	0,6%
8,6%	NATU3	0,0%	3,8%

1 Ano de Análise (2015): Utilizando Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	38,9%	26,9%
Carteira	-9,6%	17,1%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
24,2%	ABEV3	-1,2%	6,5%
19,9%	BRFS3	-1,9%	-6,3%
4,6%	BRKM5	1,8%	3,7%
10,0%	EMBR3	-4,5%	-3,0%

16,6%	FIBR3	-6,0%	-0,3%
4,7%	HYPE3	1,2%	3,6%
0,1%	MGLU3	0,7%	5,0%
4,2%	MRFG3	0,3%	0,7%
15,8%	NATU3	-0,1%	7,1%

1 Ano de Análise (2016): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2017
IBOV Anual	26,9%
Carteira	23,3%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2017
7,8%	ABEV3	2,6%
2,6%	BRKM5	0,8%
2,0%	BRML3	0,4%
0,9%	CCRO3	-0,1%
27,5%	CPFE3	-6,2%
3,4%	ELET3	-0,5%
0,5%	ELET6	0,0%
1,8%	ESTC3	2,0%
20,6%	FIBR3	10,9%
7,0%	JBSS3	-0,9%
2,6%	QUAL3	1,9%
23,5%	RADL3	12,4%

1 Ano de Análise (2016): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2017
IBOV Anual	26,9%
Carteira	23,9%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2017
16,6%	ABEV3	5,7%
24,3%	CPFE3	-5,5%
3,3%	ESTC3	3,8%
18,5%	FIBR3	9,8%
7,9%	JBSS3	-1,0%
3,5%	MRFG3	0,5%
3,9%	QUAL3	2,9%
8,3%	RADL3	4,4%

13,6%	SBSP3	3,5%
-------	-------	------

1 Ano de Análise (2016): Utilizando Markowitz

Ano	2017
IBOV Anual	26,9%
Carteira	26,4%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2017
38,0%	ABEV3	13,0%
1,0%	ELET3	-0,1%
0,8%	ELET6	0,0%
3,4%	EMBR3	0,9%
3,8%	ESTC3	4,4%
6,6%	FIBR3	3,5%
12,5%	JBSS3	-1,6%
20,1%	MRFG3	2,9%
14,0%	SBSP3	3,6%

APÊNDICE B – COMPOSIÇÃO E RETORNOS DAS CARTEIRAS DE 2 ANO SEM AJUSTES

2 Ano de Análise (2013-2014): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2015	2016	2017
IBOV Anual	-2,9%	-13,3%	38,9%
Carteira	10,4%	-2,1%	29,0%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
6,1%	BRML3	-1,5%	0,3%	1,8%
4,3%	CIEL3	0,2%	0,3%	0,5%
4,6%	CMIG4	-2,3%	-1,3%	-1,5%
24,7%	EMBR3	5,5%	-8,6%	-4,2%
28,4%	KLBN11	19,2%	8,6%	9,5%
0,6%	KROT3	-0,2%	0,0%	0,2%
5,9%	RENT3	-1,5%	0,8%	8,2%
5,9%	SMLS3	-1,5%	0,2%	5,3%
13,6%	TIMP3	-5,4%	-4,0%	2,7%
5,9%	VALE3	-2,1%	1,7%	6,5%

2 Ano de Análise (2013-2014): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2015	2016	2017
IBOV Anual	-2,9%	-13,3%	38,9%
Carteira	10,3%	-1,4%	29,8%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
7,2%	BRML3	-1,8%	0,4%	2,1%
3,4%	CIEL3	0,2%	0,2%	0,4%
4,5%	CMIG4	-2,3%	-1,3%	-1,5%
24,4%	EMBR3	5,5%	-8,5%	-4,2%
28,7%	KLBN11	19,4%	8,7%	9,6%
5,5%	RENT3	-1,4%	0,7%	7,6%
5,7%	SMLS3	-1,4%	0,2%	5,1%
13,4%	TIMP3	-5,3%	-3,9%	2,6%
7,2%	VALE3	-2,6%	2,0%	7,9%

2 Ano de Análise (2013-2014): Utilizando Markowitz

Ano	2015	2016	2017
IBOV Anual	-2,9%	-13,3%	38,9%
Carteira	10,3%	0,0%	31,7%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2015	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
8,9%	BRML3	-2,2%	0,5%	2,6%
1,7%	CIEL3	0,1%	0,1%	0,2%
4,0%	CMIG4	-2,0%	-1,1%	-1,3%
23,4%	EMBR3	5,2%	-8,1%	-4,0%
29,8%	KLBN11	20,1%	9,0%	10,0%
4,8%	RENT3	-1,2%	0,6%	6,7%
5,2%	SMLS3	-1,3%	0,2%	4,7%
12,9%	TIMP3	-5,1%	-3,8%	2,6%
9,4%	VALE3	-3,3%	2,6%	10,2%

2 Ano de Análise (2014-2015): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%
Carteira	17,4%	188,9%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
26,2%	EMBR3	-11,8%	-7,9%
20,5%	FIBR3	-7,4%	-0,4%
11,1%	KLBN11	-1,9%	-1,6%
4,3%	MGLU3	21,0%	155,7%
8,5%	MRFG3	0,5%	1,5%
21,4%	RADL3	16,2%	35,6%
0,6%	SMLS3	0,2%	1,0%
7,4%	WEGE3	0,5%	5,1%

2 Ano de Análise (2014-2015): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%
Carteira	13,1%	181,6%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
------------	------	--------------------------	--------------------------

10,9%	ABEV3	-0,5%	2,9%
1,5%	ELET6	2,4%	2,2%
24,5%	EMBR3	-11,0%	-7,4%
15,3%	FIBR3	-5,5%	-0,3%
11,6%	KLBN11	-2,0%	-1,7%
4,3%	MGLU3	21,3%	157,7%
7,5%	MRFG3	0,5%	1,3%
0,6%	NATU3	0,0%	0,3%
8,3%	RADL3	6,3%	13,8%
0,6%	SMLS3	0,2%	1,0%
5,1%	TIMP3	0,9%	5,0%
9,8%	WEGE3	0,6%	6,7%

2 Ano de Análise (2014-2015): Utilizando Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%
Carteira	12,0%	173,5%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
28,5%	ABEV3	-1,4%	7,7%
2,5%	ELET6	4,0%	3,7%
18,4%	EMBR3	-11,0%	-7,4%
9,1%	FIBR3	-3,3%	-0,2%
0,8%	GGBR4	1,1%	1,4%
10,4%	KLBN11	-1,8%	-1,5%
4,1%	MGLU3	20,0%	148,1%
5,0%	MRFG3	0,3%	0,9%
0,7%	NATU3	0,0%	0,3%
0,6%	SMLS3	0,2%	0,9%
13,0%	TIMP3	2,2%	12,8%
1,3%	VALE3	1,3%	3,0%
5,7%	WEGE3	0,4%	3,9%

2 Ano de Análise (2015-2016): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2017
IBOV Anual	38,9%
Carteira	58,1%

Composição	Ações	Retorno na Carteira 2017
------------	-------	--------------------------

27,1%	ABEV3	9,3%
7,9%	BRKM5	2,4%
7,3%	ELET3	-1,0%
6,2%	EQTL3	1,3%
17,4%	FIBR3	9,1%
0,2%	HYPE3	0,1%
4,4%	MGLU3	24,5%
2,4%	MRFG3	0,3%
22,5%	RADL3	11,9%
4,7%	TAE11	0,3%

2 Ano de Análise (2015-2016): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2017
IBOV Anual	38,9%
Carteira	49,4%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2017
43,4%	ABEV3	14,8%
5,2%	BRKM5	1,5%
5,0%	ELET3	-0,7%
2,0%	EMBR3	0,6%
10,5%	EQTL3	2,2%
13,1%	FIBR3	6,9%
0,5%	HYPE3	0,1%
0,2%	JBSS3	0,1%
0,6%	KROT3	0,2%
3,3%	MGLU3	18,5%
4,7%	MRFG3	0,7%
1,1%	MRVE3	0,5%
7,2%	RADL3	3,8%
3,2%	TAE11	0,2%

2 Ano de Análise (2015-2016): Utilizando Markowitz

Ano	2017
IBOV Anual	38,9%
Carteira	36,2%

Composição	Ação	Retorno na Carteira 2017
43,6%	ABEV3	14,9%

9,0%	CCRO3	-0,5%
0,9%	CPFE3	-0,2%
2,4%	ELET3	-0,3%
10,5%	EMBR3	2,9%
0,6%	EQTL3	0,1%
10,9%	FIBR3	5,7%
4,8%	JBSS3	0,1%
5,2%	KROT3	2,2%
1,5%	MGLU3	8,6%
6,5%	MRFG3	0,9%
2,5%	NATU3	1,2%
0,8%	QUAL3	0,6%
0,8%	TAAE11	0,1%

APÊNDICE C – COMPOSIÇÃO E RETORNOS DAS CARTEIRAS POR ACUMULAÇÃO DE DADOS SEM AJUSTES

3 Ano de Análise (2013-2015): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%
Carteira	-7,0%	35,2%

Composição	Carteira	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
4,8%	BRFS3	-0,5%	-1,5%
1,8%	BRKM5	0,7%	1,5%
10,5%	CIEL3	0,7%	1,2%
20,5%	EMBR3	-9,3%	-6,2%
6,4%	FIBR3	-2,3%	-0,1%
30,6%	KLBN11	-5,2%	-4,5%
9,5%	KROT3	4,3%	10,1%
0,7%	MGLU3	3,4%	24,9%
1,9%	MRF33	0,1%	0,3%
1,3%	TIMP3	0,2%	1,3%
11,9%	WEGE3	0,8%	8,1%

3 Ano de Análise (2013-2015): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%
Carteira	0,7%	80,9%

Composição	Carteira	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
8,1%	ABEV3	-0,4%	2,2%
5,9%	BRFS3	-0,6%	-1,9%
1,8%	BRKM5	0,7%	1,5%
0,1%	CIEL3	0,0%	0,0%
16,1%	EMBR3	-7,3%	-4,9%
1,3%	FIBR3	-0,5%	0,0%
30,6%	KLBN11	-5,2%	-4,5%
5,6%	KROT3	2,5%	5,9%
1,7%	MGLU3	8,3%	61,2%
3,4%	MRF33	0,2%	0,6%
10,9%	TIMP3	1,9%	10,8%

14,5%	WEGE3	0,9%	9,9%
-------	-------	------	------

3 Ano de Análise (2013-2015): Utilizando Markowitz

Ano	2016	2017
IBOV Anual	-13,3%	38,9%
Carteira	3,1%	83,7%

Composição	Carteira	Retorno na Carteira 2016	Retorno na Carteira 2017
16,3%	ABEV3	-0,8%	4,4%
2,6%	BRFS3	-0,2%	-0,8%
1,5%	ECOR3	1,2%	2,7%
15,6%	EMBR3	-7,1%	-4,7%
4,3%	FIBR3	-1,5%	-0,1%
17,7%	KLBN11	-3,0%	-2,6%
1,4%	MGLU3	6,7%	49,9%
3,5%	MRFG3	0,2%	0,6%
9,1%	NATU3	0,0%	4,1%
10,3%	TIMP3	1,8%	10,1%
4,8%	VALE3	5,0%	11,2%
13,0%	WEGE3	0,8%	8,9%

4 Ano de Análise (2013-2016): Utilizando risco limitado a +150% de Markowitz

Ano	2017
IBOV Anual	38,9%
Carteira	50,3%

Composição	Carteira	Retorno na Carteira 2017
6,8%	BRKM5	2,0%
3,9%	CIEL3	0,3%
3,1%	ELET3	-0,4%
8,1%	EMBR3	2,2%
21,3%	EQTL3	4,5%
14,9%	FIBR3	7,9%
4,2%	JBSS3	-0,5%
4,6%	KROT3	1,9%
2,6%	MGLU3	14,4%
16,2%	RADL3	8,6%
2,2%	SMLS3	1,8%
12,2%	WEGE3	7,6%

4 Ano de Análise (2013-2016): Utilizando risco limitado a +50% de Markowitz

Ano		2017
IBOV Anual		38,9%
Carteira		49,8%
Composição	Carteira	Retorno na Carteira 2017
23,3%	ABEV3	8,0%
3,4%	BRKM5	1,0%
4,3%	CIEL3	0,3%
2,5%	ELET3	-0,4%
10,7%	EMBR3	2,9%
17,7%	EQTL3	3,7%
0,2%	ESTC3	0,2%
10,1%	FIBR3	5,3%
5,7%	KLBN11	0,4%
4,1%	KROT3	1,7%
3,2%	MGLU3	18,0%
7,0%	RADL3	3,7%
7,6%	WEGE3	4,8%

4 Ano de Análise (2013-2016): Utilizando Markowitz

Ano		2017
IBOV Anual		38,9%
Carteira		45,9%
Composição	Carteira	Retorno na Carteira 2017
37,9%	ABEV3	12,9%
1,0%	CPFE3	-0,2%
11,5%	EMBR3	3,1%
9,9%	EQTL3	2,1%
2,6%	ESTC3	3,0%
9,8%	FIBR3	5,2%
2,4%	KLBN11	0,1%
1,7%	MGLU3	9,6%
2,3%	MRFG3	0,3%
4,0%	NATU3	2,0%
0,4%	TIMP3	0,3%
1,9%	VALE3	1,3%
6,7%	VIVT4	1,2%
8,0%	WEGE3	5,0%