

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CINTHIA HENRIQUES FURTADO BARROSO

**ANÁLISE DE UMA CARTEIRA DE INVESTIMENTO UTILIZANDO A TEORIA DE
MARKOWITZ E O MODELO CAPM**

JUIZ DE FORA

2018

CINTHIA HENRIQUES FURTADO BARROSO

**ANÁLISE DE UMA CARTEIRA DE INVESTIMENTO UTILIZANDO A TEORIA DE
MARKOWITZ E O MODELO CAPM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D. Sc. Roberto Malheiros Moreira Filho

JUIZ DE FORA

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Barroso, Cinthia Henriques Furtado.

Análise de uma carteira de investimento utilizando a teoria de Markowitz e o modelo CAPM / Cinthia Henriques Furtado Barroso. - 2018.

36 p.

Orientador: Roberto Malheiros Moreira Filho

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2018.

1. Teoria de Markowitz. 2. Modelo CAPM. 3. Diversificação de carteiras de ativos. I. Filho, Roberto Malheiros Moreira, orient. II. Título.

CINTHIA HENRIQUES FURTADO BARROSO

**ANÁLISE DE UMA CARTEIRA DE INVESTIMENTO UTILIZANDO A TEORIA DE
MARKOWITZ E O MODELO CAPM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Engenharia da Universidade
Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial
para a obtenção do título de Engenheiro de
Produção.

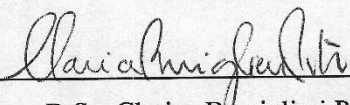
Aprovada 28 de novembro de 2018

BANCA EXAMINADORA



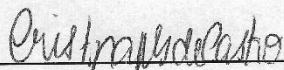
D.Sc. Roberto Malheiros Moreira Filho (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora



D.Sc. Clarice Breviglieri Porto

Universidade Federal de Juiz de Fora



D.Sc. Cristina Márcia Barros de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por ter colocado oportunidades e pessoas no meu caminho para que eu pudesse aprender e evoluir.

Aos meus pais, José Heleno e Leticia, por terem me ensinado a nunca desistir diante dos desafios da vida.

Aos meus irmãos, Humberto e Luciane por estarem ao meu lado nessa jornada.

Ao Marco Antônio, meu amor e companheiro, por estar comigo nos momentos alegres e difíceis da minha vida, sempre me confortando com suas palavras de motivação e carinho.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, por ter me proporcionado uma educação de qualidade que contribuiu para minha formação profissional.

Ao orientador Roberto Malheiros, por ter tido paciência e dedicado efetivamente para esse trabalho.

Ao Professor Luis Henrique, por ter me ajudado a chegar a realizar esse trabalho.

À Maria Helena, minha amiga, que sempre me apoia e me defende diante de obstáculos.

Aos meus familiares e amigos, que sempre torceram por mim e a tornar a minha vida mais alegre.

RESUMO

A Teoria do Portfólio desenvolvida por Harry Markowitz a partir da década de 50, é um dos estudos em que consiste a base para o conhecimento de finanças. Essa teoria foi fundamentada no ditado popular: “Não coloque todos os ovos numa mesma cesta” e com isso surgem os parâmetros que servem de análise para a carteira, os quais são o retorno esperado e o risco que é mensurado através do desvio padrão. O Modelo CAPM (Modelo de Precificação de Ativos Financeiros) considera o retorno esperado em função do ativo livre de risco somado ao prêmio de risco, que é o quanto o investidor está exigindo de retorno adicional para cada risco assumido. Este trabalho fez uma coleta de dados de cotações de ativos diários escolhidos num período de 1 de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2017, conseguiu assim com os resultados, que as carteiras diversificadas obtiveram retornos e riscos maiores que o IBOVESPA enquanto que a não diversificada obteve um retorno menor e o risco não foi diluído. Sugerindo com essa análise, um dos indícios de como obter maior rentabilidade com menor risco num momento de alocação de recursos num investimento no mercado de capitais.

Palavras-chave: Teoria de Markowitz, Modelo CAPM, Diversificação de carteiras de ativos.

ABSTRACT

The portfolio theory developed by Harry Markowitz in the 1950s is one of the studies that form the basis for the knowledge of finances. This theory has been based on the popular saying: "Do not put all your eggs in the same basket", and with its parameters that serve as an analysis for the assets arise, which are the expected return and the risk that is measured by means of standard deviation. The Capital Asset Pricing Model (CAPM) regards the expected return according to risk-free assets plus the risk premium, which is the amount demanded by the investor as an additional return for each risk taken. The present work has collected some data on daily asset quotes chosen from January 1st, 2016 to December 31st, 2017, with the conclusion that the diversified portfolios have obtained risks and returns higher than IBOVESPA, whereas the non-diversified one has obtained a lower return and the risk hasn't been diluted. This analysis suggests one of the indications of the way to get higher profitability with less risk in a moment of resource allocation in some investment in capital market.

Keywords: Markowitz's theory, CAPM model, diversification of assets portfolios.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Correlação e redução de risco | 18 |
| Figura 2 – Risco sistemático e não sistemático..... | 19 |
| Figura 3 – Reta Característica do Modelo de Precificação de Ativos..... | 21 |
| Figura 4 – Fronteira Eficiente | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – As ações que integram a carteira em análise | 13 |
| Tabela 2 – As ações que integram a carteira em análise..... | 24 |
| Tabela 3 – A composição das carteiras | 26 |
| Tabela 4 – Retorno e risco das carteiras..... | 27 |
| Tabela 5 – Matriz de correlação entre pares de ativos | 28 |
| Tabela 6 – Betas Individuais dos ativos | 29 |
| Tabela 7 – Retorno esperado em % | 30 |
| Tabela 8 – Betas individuais dos ativos | 31 |
| Tabela 9 – Valores dos betas das carteiras | 31 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

| | |
|----------|---|
| IBOVESPA | Índice da Bolsa de Valores de São Paulo |
| FGC | Fundo Garantidor de Crédito |
| CAPM | Modelo de Precificação de Ativos Financeiro |
| β | Beta |
| CDI | Certificado de Depósito Interbancário |
| ON | Ações Ordinárias |
| PN | Ações Preferenciais |

SUMÁRIO

| | |
|--|------------------|
| <u>1. INTRODUÇÃO.....</u> | <u>11</u> |
| 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS | 11 |
| 1.2 JUSTIFICATIVAS | 12 |
| 1.3 ESCOPO DO TRABALHO | 12 |
| 1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS..... | 14 |
| 1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA | 14 |
| 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO | 15 |
| <u>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u> | <u>16</u> |
| 2.1 TEORIA DE MARKOWITZ..... | 16 |
| 2.2 ÍNDICE DE SHARPE..... | 19 |
| 2.3 CAPM (MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS) | 20 |
| 2.4 ANÁLISE DE ALGUNS AUTORES PARA A TEORIA DE MARKOWITZ E CAPM..... | 22 |
| <u>3. DESENVOLVIMENTO</u> | <u>24</u> |
| 3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA..... | 24 |
| 3.2 DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE..... | 25 |
| <u>4. RESULTADOS.....</u> | <u>26</u> |
| 4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS..... | 26 |
| 4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 30 |
| <u>5. CONCLUSÃO</u> | <u>33</u> |
| <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> | <u>34</u> |

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Um dos principais questionamentos em finanças segundo Naibert (2015) é: como alocar recursos para obter uma maior rentabilidade possível e tendo um menor risco? Com esse objetivo, nos anos 50, a Moderna Teoria de Finanças com um dos importantes autores: Markowitz (1952-1959), Sharpe (1964), Modigliani e Miller (1953-1958) e Fama (1970-1991), mudaram os fundamentos da teoria até então presente, tornando-a mais dinâmica (ARAÚJO; OLIVEIRA; SILVA, 2012).

A teoria de Markowitz (1952) foi desenvolvida para analisar uma ótima combinação de ativos, levando em consideração as escolhas do investidor em relação ao risco e retorno esperados (NAIBERT, 2015).

A partir dessa teoria, surge o Modelo de CAPM (Modelo de Precificação de Ativos) na década de 60, resultado do trabalho de Sharpe, Lintner e Mossin. Esse modelo considera o valor esperado de um retorno de investimento obtido através da soma de dois fatores: lucratividade dos ativos livres de risco e mais ao prêmio de risco (quanto o investidor espera lucrar para compensar por estar em um investimento com risco). Considera-se nesse modelo a variável beta, que mede a sensibilidade do ativo em relação ao mercado (SAMANEZ, 2012).

No modelo CAPM, Sharpe argumenta que o risco das carteiras não só depende das covariâncias entre seus ativos, mas sim do risco sistêmico. Esse risco não consegue ser eliminado pela diversificação do investimento e é representado pela variável beta (OLIVEIRA, 2013).

Além da Teoria de Markowitz e o Modelo de CAPM, existe o Índice de Sharpe, que é um parâmetro que mensura o excedente de retorno por unidade de risco de uma carteira. No mercado brasileiro é muito difundido, por ser utilizado no desempenho de títulos de investimentos (SAMANEZ, 2012).

O trabalho em questão desenvolve uma aplicação da Teoria de Markowitz, seguindo seus parâmetros de análise e comparando a rentabilidade de carteiras diversificadas com outra não diversificada e o Modelo CAPM, que mensura o retorno esperado a partir de dados passados através dos betas de cada ativo. Caso a diversificação inicialmente proposta dê um melhor retorno, irá indicar ao investidor uma das possibilidades de como alocar recursos num investimento.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Segundo Gitman (2012), todo investidor busca uma rentabilidade de seus investimentos que equilibre o risco. Os investidores são avessos ao risco e buscam um retorno ao máximo, se tiver que escolher entre alguns ativos com o mesmo retorno (SAMANEZ, 2012). Portanto, uma análise de parâmetros que possa quantificar uma carteira de investimentos que seja diversificada (ações, renda fixa, títulos livres de risco, *commodities*, aplicação em imóveis, títulos com maior e menor liquidez), é uma ferramenta que auxilia um gestor de recursos financeiros a ter uma melhor tomada de decisão.

O estudo de modelos como o CAPM e a Teoria de Markowitz permite estimar quanto de rentabilidade de um investimento associado ao seu risco pode influenciar num custo de capital (próprio ou de terceiros). Pois os donos do capital que investem numa determinada empresa, querem um retorno maior do que a quantia que foi utilizado para a compra da ação (NETO, 2008).

A Teoria de Markowitz e o Modelo de CAPM foram escolhidos para estudo, pois permitem fazer uma análise de uma carteira de investimento, baseado no seu retorno e considerando o risco. Apesar de serem muito antigos, no cenário atual do mercado de finanças são bastante utilizados. E essa ferramenta serve para auxiliar o investidor a ter uma melhor tomada de decisão para com seus investimentos.

O interesse da autora pelo tema foi tentar aplicar no trabalho a prática de conhecimentos teóricos da área de finanças. Um trabalho acadêmico que pode ser a base para outros trabalhos futuro, que podem conter outros tipos de análise (estatístico, cenário e outros). Além disso, agrega profissionalmente a fazer melhores escolhas de investimentos, pois terá conhecimento de quais variáveis envolvem o mercado de capitais.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho obteve dados da cotação dos ativos listados na Bolsa de Valores de São Paulo, os quais integram uma carteira de investimentos. E foram comparados ao Índice Bovespa, no período diário de 01/01/2016 a 31/12/2017. A carteira de investimento é composta de acordo com as 15 maiores participações das ações que fazem parte do fundo PIBB IBrX-50. Os dados das participações foram retirados no dia 11/04/2018 no *site* do Bmfbovespa.

Existem no mercado financeiro dois tipos de ações: ações ordinárias e ações preferenciais. As ações ordinárias (ON), quem as possuem, têm direito ao voto para eleger um conselho fiscal e não têm preferência no recebimento de dividendos ou em caso de falência. Já as ações preferenciais (PN), os acionistas não têm direito ao voto para o conselho, mas têm preferência no momento de receber o dividendo da empresa (ROSS, 2015).

Na tabela 1, as ações que serão integradas na respectiva carteira para a análise:

Tabela 1 - As ações que integram a carteira em análise

| Nome da ação | Código da ação | Tipo de ação |
|-------------------|----------------|--------------|
| Bradesco | BBCD4 | PN |
| Itaunibanco | ITUB4 | PN |
| VALE | VALE3 | ON |
| AMBEV | ABEV3 | ON |
| PETROBRAS | PETR4 | PN |
| PETROBRAS | PETR3 | ON |
| ITAUSA | ITSA4 | PN |
| BANCO DO BRASIL | BBAS3 | ON |
| ULTRAPAR | UGPA3 | ON |
| Lojas Renner | LREN3 | ON |
| Cielo | CIEL3 | ON |
| Telefônica Brasil | VIVT4 | PN |
| BB Seguridade | BBSE3 | ON |
| BRF S.A | BRFS3 | ON |
| KROTON | KROT3 | ON |

Fonte: Índice Brasil 50 (IBrX 50) da BM&FBOVESPA

A teoria de portfólio é limitada ao parâmetro de retorno e risco, este último é calculado pelo desvio padrão do retorno acumulado. As premissas do Índice de Sharpe e do modelo CAPM são:

- os investidores são avessos ao risco e não possuem nenhuma informação privilegiada que possa os favorecer;
- existem ativos livres de risco que possam ser tomados emprestados ou investir na mesma taxa;
- quem está investindo tem a mesma expectativa de um mesmo retorno e risco;
- os impostos e custos da operação são os mesmos para qualquer investidor;
- possuem uma análise estatística de acordo com uma probabilidade de distribuição normal (SILVA, 2014; SAMANEZ, 2012).

O ativo livre de risco escolhido para o cálculo para o Modelo CAPM será a taxa de rentabilidade da poupança para o mesmo período em questão, pois é um ativo que não prevê perdas e está incluído na garantia do Fundo Garantidor de Crédito para aplicações de até R\$250.000,00, caso uma instituição financeira chegue a falência (RESENDE, 2018).

O índice de mercado será o IBOVESPA, pois é o mais popular índice que mensura as cotações médias de ativos brasileiros (NETO, 2010).

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é analisar e comparar 4 carteiras de investimento, a partir de sua diversificação com pesos aleatórios e pesos iguais dos ativos, se possui uma rentabilidade e risco acima ou abaixo do mercado, analisando também se o risco teve alguma diluição. Foi aplicado primeiro a Teoria de Markowitz considerando o retorno esperado e variância, e depois calculado a equação do Modelo CAPM a partir do ativo livre de risco, dos betas individuais resultando nos betas das carteiras e da rentabilidade do mercado. O Índice de Sharpe não foi trabalhado para análise para o estudo em questão.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Os dados foram trabalhados numa planilha de Microsoft Office Excel® versão 2007 e foram obtidos no *site Yahoo Finanças*, foram coletados do período de 01/01/2016 a 31/12/2017. Esses dados foram escolhidos por serem mais recentes.

A metodologia do trabalho foi composta por análise de dados referente a cotação diária de ações e Índice Bovespa, através de tabelas referentes ao cálculo do retorno e risco da carteira que foi criada. Foi feito também uma matriz de correlação entre os ativos, para mensurar a dependência entre eles. Para isso, foi baseado na Teoria de Markowitz e no modelo de CAPM através de sua equação para o retorno esperado, incluindo o beta da carteira resultante dos betas individuais dos ativos.

E os resultados que foram obtidos, foram comparados com o mercado, no caso o IBOVESPA. Samanez (2012, p. 202) define:

“(...) A observação do mercado de ações revela que, quando o mercado sobe ou cai, a maioria dos preços das ações negociadas acompanha essa tendência. Isso sugere, por um lado, que um dos motivos pelos quais os retornos das ações são correlacionados seja uma resposta comum a variações do mercado e, por outro lado, que poderíamos medir essa correlação relacionando os retornos das ações aos retornos de índice de mercado (ao índice da Bolsa de Valores de São Paulo-IBOVESPA, por exemplo) (...)”

O trabalho desenvolvido tem característica de natureza aplicada com objetivos exploratórios, pois com os dados diários de cotações de ações sugere uma aplicação da Teoria de Portfólio e do Modelo de Precificação de Ativos com abordagem quantitativa, através de simulação para encontrar uma carteira de pesos aleatórios que tenha uma melhor rentabilidade.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo busca uma introdução sobre o assunto, que foi tratado no presente trabalho, seu escopo, sua justificativa, objetivo e sua metodologia.

O segundo capítulo faz uma revisão bibliográfica sobre o assunto da Teoria de Markowitz e o modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) e o Índice de Sharpe.

O terceiro capítulo utiliza os dados históricos das cotações das ações e do Índice Bovespa, consequentemente obtendo as variáveis importantes para a análise de tomada de decisão para o investimento.

O quarto capítulo comenta sobre os dados obtidos no capítulo anterior.

O quinto capítulo conclui sobre o tema proposto, indicando uma conclusão final.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TEORIA DE MARKOWITZ

A teoria do portfólio, basicamente, é composta por uma carteira ótima de ativos, considerando maximizar o grau de satisfação de quem investe pela comparação risco e retorno (NETO, 2012).

O modelo de Markowitz presume que os investidores são contrários ao risco e, ao fazer opção entre as carteiras de investimentos, eles se preocupam somente com a média e variância do retorno de um determinado período (FAMA; FRENCH, 2003).

Segundo Samanez (2012), há vários tipos de riscos que devem ser citados:

- Risco de mercado: está relacionado quanto à dúvida ao valor dos ativos que estão propícios a oscilações do mercado;
- Risco de crédito: está relacionado a inadimplência advindas do devedor cumprir seus compromissos firmados em contratos;
- Risco operacional: está relacionado a perdas devido por falhas humanas e sistemas computacionais;
- Risco de liquidez: está relacionado com a rapidez de obter recursos em troca de ativos;
- Risco do negócio: está relacionado a oscilação do faturamento e os custos fixos;
- Risco financeiro: está relacionado quanto a empresa tem de dívidas para financiar seus ativos.

Segundo Samanez (2012), quando Harry Markowitz, em 1959, publicou seu conhecido livro *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, trouxe com ele o conhecimento da diversificação dos investimentos. Baseado no princípio popular “Não coloque todos os ovos numa única cesta”, foi Markowitz quem a efetivou e a pôs em prática aos instrumentos financeiros.

Os trabalhos de Markowitz anularam o conceito de que as estratégias inocentes de diversificar uma determinada carteira, com a escolha aleatória dos ativos, minimizariam o risco dela. Para que um portfólio tenha riscos menores que os ativos que a integram individualmente, é preciso que os preços dos títulos não variem juntos na mesma direção e intensidade (MARQUES *et al.*, 2013).

O modelo de Markowitz que otimiza uma carteira de investimento, tem como uma equação de minimização da variância sujeito à uma restrição que seja um retorno esperado pelo investidor, resultando em valores de pesos ótimos dos ativos. (FARIAS *et al.*, 2013):

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

Sujeito a:

$$\bar{R}_C = \sum_{i=1}^N X_i \bar{R}_i \quad (2)$$

Sendo:

σ_c = variância da carteira;

σ_i = variância do ativo;

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

X_i = peso do ativo i;

X_j = peso do ativo j;

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

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

Essa restrição possibilita obter os valores de X_i que atendam o retorno esperado e o mínimo valor da variância, garantindo uma carteira de investimento mais eficiente (FARIAS *et al.*, 2013).

Segundo Samanez (2012), a covariância entre os ativos, pode ser substituída pela correlação. O coeficiente de correlação (ρ) varia entre -1 e +1. Isso significa que $\rho_{i,j} = +1$, os títulos aumentam ou diminuem simultaneamente, $\rho_{i,j} = -1$ quando um título aumenta o outro diminui. No caso de $\rho_{i,j} = 0$, significa nenhuma relação entre os títulos. A fórmula da covariância substituída pela correlação na obtenção da variância:

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N X_i X_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \quad (3)$$

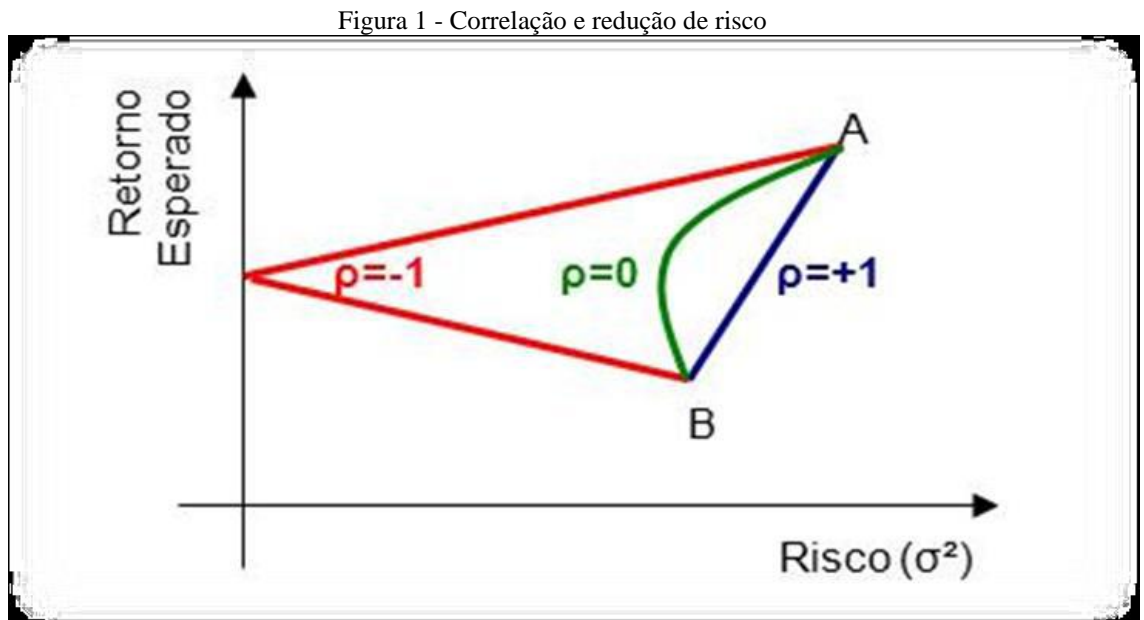
A covariância é proporcional a correlação entre dois ativos e também ao risco de cada ativo:

$$\sigma_{i,j} = \rho_{i,j}\sigma_i\sigma_j \quad (4)$$

A definição estatística da correlação (ρ) constitui o apoio para desenvolver uma carteira mais eficiente. Portanto, para diversificar um investimento leva-se em conta a proporção dos ativos e a correlação entre os retornos desses ativos, isto é, a dependência entre esses títulos. Ativos de correlação negativa ou positiva baixa reduzem a variação dos retornos e diminui o risco resultante, e no mercado existe grande dificuldade em encontrar investimentos com correlação perfeitamente negativa (ZANFERRARI *et al.*, 2016).

Entre os títulos que não se correlacionam, o ρ é próximo de zero, e comportam como ponto entre a perfeita e negativamente perfeita correlação. E não interagem com seus retornos (ZANFERRARI *et al.*, 2016)

De acordo com a Figura 1, mostra um gráfico da Fronteira Eficiente que possui uma relação entre risco, retorno esperado e correlação:



Fonte: Marques *et al.* (2013)

Considerando a correlação $\rho = +1$ de dois ativos A e B, significa que se correlacionam perfeitamente e é representado pela reta azul. No caso da reta vermelha, o $\rho = -1$ se

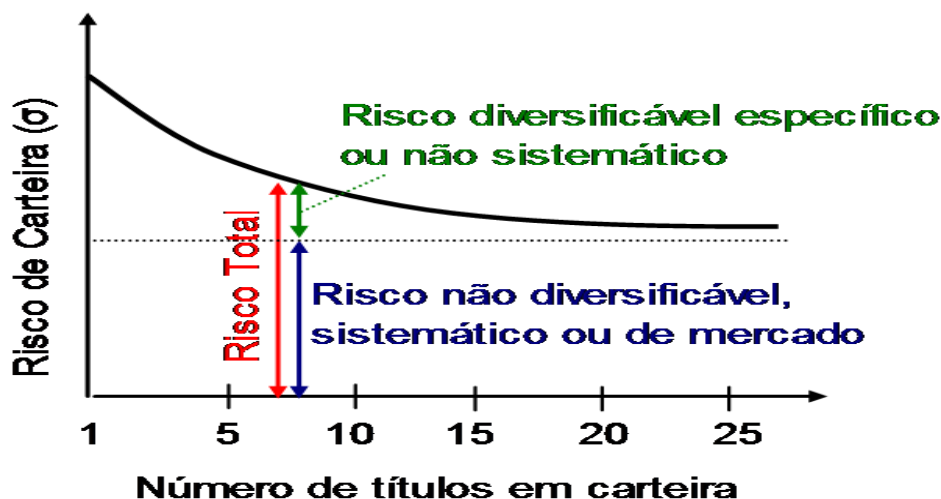
correlacionam perfeitamente, mas variam em sentidos opostos, e no caso $\rho=0$ os ativos se correlacionam nem perfeitamente negativa e nem perfeitamente positiva. A *fronteira eficiente* é para as três possibilidades do gráfico da Figura 1, que significa as únicas combinações entre os títulos que poderiam integrar uma carteira de investimento, por parte de um investidor racional e avesso ao risco (SAMANEZ, 2012).

Em 1952, Markowitz iniciou a demonstração da fronteira eficiente que sinaliza pontos de uma carteira eficiente e suas teses. Essas carteiras eficientes ajudam na melhor tomada de decisão, no que tange a escolha de um determinado retorno em relação a um risco. Os analistas de finanças tentam montar carteiras que retratam a real situação do mercado e que situam na fronteira eficiente (OLIVEIRA, 2011).

O princípio de diversificar uma carteira de investimento é colocar um N números de ativos que consiga reduzir o risco, sendo que a partir dessa quantidade o risco não é mais diminuído. Esse risco que sobrou é chamado risco de mercado. E o risco diversificável é como o próprio nome diz, é reduzido através da diversificação, é intrínseco ao título e tem nenhuma dependência a oscilação do mercado (SAMANEZ, 2012).

De acordo com a Figura 2:

Figura 2 - Risco sistemático e não sistemático



Fonte: Marques *et al.* (2013)

2.2 ÍNDICE DE SHARPE

O Índice de Sharpe foi desenvolvido por William Sharpe (1966) para medir estatisticamente o comportamento de uma carteira de investimento. Sua utilização é válida a partir das premissas do CAPM (Modelo de Precificação de Ativos), as quais são:

- os investidores são avessos ao risco e não possuem nenhuma informação privilegiada que possa os favorecer;
- existem ativos livres de risco que possam ser tomados emprestados ou investir na mesma taxa;
- quem está investindo tem a mesma expectativa de um mesmo retorno e risco;
- os impostos e custos da operação são os mesmos para qualquer investidor;
- possuem uma análise estatística de acordo com uma probabilidade de distribuição normal (SILVA, 2014; SAMANEZ, 2012).

O índice é calculado da seguinte forma (FERREIRA *et al.*, 2016):

$$IS = \frac{(\text{Retorno do Fundo} - \text{Retorno da taxa livre de risco})}{\text{Desvio padrão do retorno do fundo}} \quad (5)$$

Para que o Índice de Sharpe possa ser utilizado por um investidor de maneira correta, deve atentar para a seguinte questão: um número mínimo de dados, ou seja, pelos menos 24 dados históricos. Sendo que estes devem ter a mesma unidade (semanal, mensal ou anual). E a taxa do parâmetro deve ser compatível com o fundo que se está analisando. Por exemplo, fundo de renda fixa pode ser a taxa de CDI (FERREIRA *et al.*, 2016).

Segundo Samanez (2012), se uma carteira de investimento tiver rentabilidade alta, o seu Índice de Sharpe também o será. Uma das limitações desse parâmetro é que não é válido para valores negativos.

Esse índice foca no risco e retorno e não traz nenhuma informação de correlação dos seus ativos (FERREIRA *et al.*, 2016).

2.3 CAPM (MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS)

O modelo de CAPM foi desenvolvido por Sharpe a partir de Markowitz, e tendo colaboração de Lintner e Mossin, através de uma fórmula simples, mas que consegue calcular rentabilidade e risco de um investimento (ARAÚJO *et al.*, 2012).

Segundo Kopittke (2001), muitos autores defendem, como Brighan & Gapenski que acreditam que o CAPM não está equivocado, mesmo em relação ao risco sistemático e seus dados históricos passados.

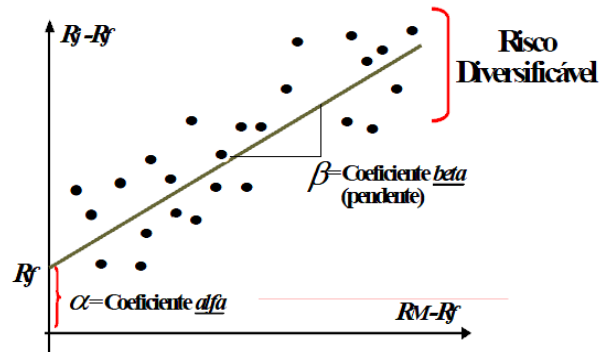
O modelo consiste calcular o retorno esperado de um título, através de um retorno de um título livre de risco somado a um ganho extra obtido pela diferença entre o retorno esperado do mercado e retorno de um ativo livre de risco multiplicado pelo beta, que mede a sensibilidade de um ativo em relação ao mercado (ARAÚJO *et al.*, 2012).

O beta indica o risco sistemático (o risco que não pode ser eliminado através de uma diversificação de uma carteira), que também está associado ao risco não-sistemático (que pode ser eliminado através da diversificação de ativos). A soma desses riscos resulta num risco total que a carteira está sujeita (ARAÚJO *et al.*, 2012), de acordo com a equação 6:

$$\text{Risco total} = \text{Risco sistemático} + \text{Risco não sistemático} \quad (6)$$

O beta é calculado através da relação do retorno de um ativo ou carteira de mercado com o retorno de um índice de mercado (por exemplo, IBOVESPA). Através dessa relação pode calcular a regressão linear para obter o beta (β) (ROGERS *et al.*, 2004), de acordo com a FIGURA 3:

Figura 3 - Reta Característica do Modelo de Precificação de Ativos



Fonte: Rogers *et al.* (2004)

Através dessa regressão linear, a equação 7 é do modelo CAPM: (SAMANEZ, 2007):

$$\bar{R}_i = R_f + \beta_i [\bar{R}_m - R_f] \quad (7)$$

Onde:

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

R_f = rentabilidade dos ativos sem risco;

\bar{R}_m = rentabilidade esperada da carteira de mercado;

β_i = beta do ativo i (volatilidade dos retornos do ativo em relação ao índice de mercado);

$\beta_i (\bar{R}_m - R_f)$ = prêmio de risco do ativo i.

O valor de β corresponde a sensibilidade em relação ao mercado e pode ter valores $\beta < 1$, que significa que a carteira de investimento terá um rendimento menor que o mercado. Se $\beta > 1$, significa que terá ganhos acima do retorno do mercado. Se $\beta = 1$, terá ganhos igual ao do mercado (ALMEIDA, 2010).

O beta estatisticamente é obtido pela covariância entre o retorno do ativo e do mercado, dividida pela variância do mercado (SAMANEZ, 2012) de acordo com a equação 8:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\text{var}(R_m)} \quad (8)$$

Segundo MARCELINO (2015), o CAPM é um modelo de fácil implementação e de ser usado para medir o risco que determinado investimento possa ter, e além disso uma das implementações do Modelo no Brasil, foi à venda e concessões de empresas do governo.

2.4 ANÁLISE DE ALGUNS AUTORES PARA A TEORIA DE MARKOWITZ E CAPM

Brunhera *et al.* (2015), compôs três carteiras contendo baixo, médio e alto risco para obter o retorno esperado para o período de 2010 a 2014 utilizando o modelo de CAPM. As ações escolhidas que compôs a carteira foram: Petrobras (PETR3), Itaú Unibanco (ITUB3), Bradesco (BBDC3), Vale (VALE3), Banco do Brasil (BBAS3), Itausa (ITSA3), Telefonica (VIVT3), TIM (TIMP3), Souza Cruz (CRUZ3), CCR (CCRO3).

Para essa análise foram utilizados dados históricos entre 2004 e 2009 e comparou com o retorno efetivamente atingido para o ano de 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014 com aceitação de variação entre eles de 2%. Os dados para esses anos que mostraram eficiência, significou

que o modelo CAPM obteve o retorno esperado de acordo com o que realmente foi obtido para o período (BRUNHERA *et al.*, 2015).

O autor concluiu que o CAPM obteve retornos elevados comparado com o que foi observado para o período e indicando que só o beta não explica a característica do ativo ou a movimentação do mercado. Mas o autor possui uma opinião, de que o CAPM é um modelo que foi a base para conseguir mensurar o retorno e risco de um investimento e é largamente utilizado para esses fins.

Brum (2008), desenvolveu uma carteira ótima baseado na Teoria de Markowitz e Índice de Sharpe, ou seja, mínimo de risco e máximo retorno. E comparou com o retorno do Mercado (IBOVESPA), concluindo que a forma que compôs a carteira seguindo a premissa da teoria de portfólio e o Índice de Sharpe, obteve uma rentabilidade próxima ao IBOVESPA.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

Os dados das cotações das ações, como mencionado anteriormente, foram obtidos pelo site Yahoo Finanças e essas cotações são dados diários com valor ajustado, ou seja, considera-se o valor dos dividendos pagos aos acionistas. No intervalo de 01/01/2016 a 31/12/2017, resultou em 500 dados em média das 15 ações selecionadas para análise. Essas ações foram escolhidas pois são as que possuem maior participação na carteira do PIBB IBrX-50, de acordo com a Tabela 2:

Tabela 2 - As ações que integram a carteira em análise

| Nome da ação | Código da ação | Tipo de ação |
|-------------------|----------------|--------------|
| Bradesco | BBCD4 | PN |
| Itaunibanco | ITUB4 | PN |
| VALE | VALE3 | ON |
| AMBEV | ABEV3 | ON |
| PETROBRAS | PETR4 | PN |
| PETROBRAS | PETR3 | ON |
| ITAUSA | ITSA4 | PN |
| BANCO DO BRASIL | BBAS3 | ON |
| ULTRAPAR | UGPA3 | ON |
| Lojas Renner | LREN3 | ON |
| Cielo | CIEL3 | ON |
| Telefônica Brasil | VIVT4 | PN |
| BB Seguridade | BBSE3 | ON |
| BRF S.A | BRFS3 | ON |
| KROTON | KROT3 | ON |

Fonte: Índice Brasil 50 (IBrX 50) da BM&FBOVESPA

Com as escolhas das ações, foi feito aproximadamente 1000 simulações de carteiras com pesos aleatórios dos ativos e a partir disso foi calculado o retorno para cada uma. As carteiras para fins do trabalho foram as que tiveram os três maiores retornos, com isso resulta nas carteiras 1, 2, 3 juntamente com a carteira 4 de pesos iguais para os ativos.

Com os dados de quais pesos aleatórios podem resultam na melhor rentabilidade possível, é calculado o risco também para fins de análise. O risco, ao contrário do retorno, não pode ser simplesmente uma média ponderada, mas sim tem que incluir para o cálculo a correlação entre dois ativos e seus respectivos riscos.

Calculam-se os betas individuais dos ativos e depois, com os pesos aleatórios que resultam em maior rentabilidade, acham os betas das carteiras 1, 2, 3, 4. O Modelo CAPM é uma equação que considera o ativo livre de risco, no caso escolhido foi a poupança por ser considerada um investimento que não prevê perdas e o ativo do mercado é o IBOVESPA juntamente com os betas das carteiras previamente calculados. O Índice de Sharpe não foi considerado para a análise das carteiras.

3.2 DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE

Com uma base logarítmica, que é possível somar retornos acumulados, foi calculado os retornos diários e consequentemente a média desses, juntamente o desvio padrão representando o risco. Os betas dos ativos servem para medir a sensibilidade do mesmo em relação ao mercado. E a correlação para o cálculo do risco era para perceber como um ativo se comporta em relação a outro.

No Modelo CAPM é feito uma análise de quanto uma carteira terá de retorno esperado a partir de dados passados. A teoria de Markowitz foi usada para fazer uma comparação entre carteiras diversificadas com a não-diversificadas e quanto terá de ganho em rentabilidade e diluição do risco.

Este tipo de análise é quantitativa, comparando resultados entre as carteiras, não fazendo qualquer tipo de explicação porque determinado valor foi obtido.

Somente apontamentos serão feitos para indicar se a diversificação da Teoria de Markowitz teve algum efeito para os dados coletados e para o Modelo CAPM.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS

Para o cálculo do retorno das ações foi usado o logaritmo neperiano nas cotações diárias dos ativos e depois o cálculo da média dos retornos. Na equação 9 a fórmula do retorno:

$$r_{i,t} = \ln\left(\frac{C_{i,t}}{C_{i,t-1}}\right) \quad (9)$$

Onde:

$r_{i,t}$ = o retorno das cotações das ações na data t;

Ln = logaritmo neperiano;

C = cotação da ação na data t.

i = ativo

A partir desses resultados, foram obtidos os retornos da carteira 4 de pesos iguais e carteira 1, 2 e 3 com pesos aleatórios que possuem os três melhores retornos conseguidos através de uma simulação com aproximadamente 1000 carteiras, de acordo com a Tabela 3:

Tabela 3 - A composição das carteiras

| | Carteira 1 | Carteira 2 | Carteira 3 | Carteira 4 |
|-------|------------|------------|------------|------------|
| BBCD4 | 4,196% | 10,183% | 8,342% | 6,67% |
| ITUB4 | 9,880% | 1,594% | 12,182% | 6,67% |
| VALE3 | 13,636% | 14,383% | 7,775% | 6,67% |
| ABEV3 | 2,355% | 4,001% | 3,276% | 6,67% |
| PETR4 | 12,306% | 14,580% | 5,838% | 6,67% |
| PETR3 | 14,291% | 10,126% | 12,736% | 6,67% |
| ITSA4 | 10,371% | 7,604% | 7,665% | 6,67% |
| BBAS3 | 5,911% | 13,600% | 16,051% | 6,67% |
| UGPA3 | 2,873% | 1,311% | 1,016% | 6,67% |
| LREN3 | 1,523% | 1,289% | 2,221% | 6,67% |
| CIEL3 | 0,884% | 4,768% | 2,868% | 6,67% |
| VIVT4 | 1,731% | 6,890% | 5,164% | 6,67% |
| BBSE3 | 2,237% | 1,583% | 3,545% | 6,67% |
| BRFS3 | 3,505% | 3,868% | 3,853% | 6,67% |
| KROT3 | 14,302% | 4,222% | 7,468% | 6,67% |

Fonte: Elaborada pela autora

Com essa composição de carteira foi obtido os resultados dos retornos através da Teoria de Markowitz, detalhado na seção “2.1 Teoria de Markowitz” utilizando primeiramente a equação 10:

$$R_C = \sum_{i=1}^N X_i \times R_i \quad (10)$$

Onde:

X_i = peso do ativo;

R_i = retorno do ativo.

O risco é resultado da raiz da variância, que é proporcional a correlação entre dois ativos e o risco de cada ativo, a partir da equação 11 também explicado na seção “2.1 Teoria de Markowitz”

$$\sigma_C^2 = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N X_i X_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad \text{onde: } \sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad (11)$$

Os resultados das fórmulas acima foram de acordo com a Tabela 4:

Tabela 4 - Retorno e risco das carteiras

| | Retorno | Risco |
|------------|-------------|-------------|
| Carteira 1 | 0,001394256 | 0,017399757 |
| Carteira 2 | 0,001375134 | 0,017415297 |
| Carteira 3 | 0,00128248 | 0,015606896 |
| Carteira 4 | 0,000794334 | 0,055165491 |

Fonte: Elaborada pela autora

Na Tabela 5 foi feito a matriz de correlação entre pares de ativos para serem inseridos no cálculo do risco de acordo com a equação:

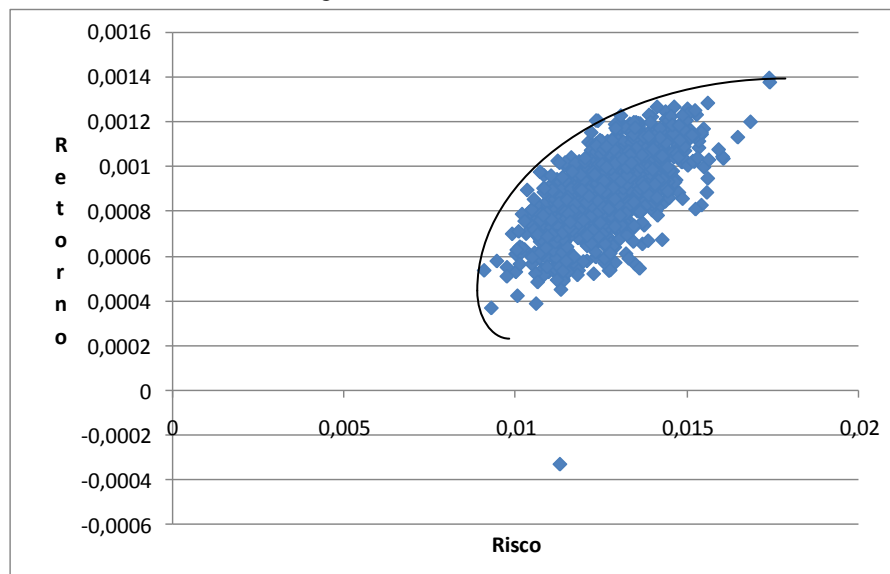
Tabela 5 - Matriz de correlação entre pares de ativos

| BRADESCO | ITAUNIBAN | VALE | AMBEV | PETROBRAS PN | PETROBRAS ON | ITAUSA | BANCO DO BRASIL | ULTRAPAR | LOJAS RENNER | CIELO | TELEFONICA | BB SEGURIDADE | BRF S.A | KROTON |
|--------------|------------|----------|----------|--------------|--------------|----------|-----------------|------------|--------------|----------|------------|---------------|----------|----------|
| 1 | 0,138298 | 0,02966 | 0,118955 | 0,099220026 | 0,069932568 | 0,120444 | 0,122803558 | 0,14233735 | -0,028940472 | 0,057994 | 0,15901796 | 0,031333065 | 0,08407 | 0,054383 |
| 0,138298049 | 1 | 0,351527 | 0,433951 | 0,661621453 | 0,620753215 | 0,923005 | 0,775164767 | 0,46397204 | -0,030879647 | 0,389762 | 0,50428583 | 0,001215748 | 0,419157 | 0,457689 |
| 0,029659833 | 0,3515269 | 1 | 0,283706 | 0,497640283 | 0,548464124 | 0,323483 | 0,313683417 | 0,20788944 | -0,047744719 | 0,257055 | 0,28898631 | 0,076919748 | 0,25492 | 0,259562 |
| 0,118954972 | 0,4339505 | 0,283706 | 1 | 0,381878219 | 0,382201161 | 0,41141 | 0,344077362 | 0,47007873 | -0,010949258 | 0,349951 | 0,39172733 | 0,087730295 | 0,34986 | 0,292239 |
| 0,099220026 | 0,6616215 | 0,49764 | 0,381878 | 1 | 0,943665201 | 0,626518 | 0,693963851 | 0,41200324 | -0,011731774 | 0,342903 | 0,45507911 | -0,008969158 | 0,40481 | 0,40702 |
| 0,069932568 | 0,6207532 | 0,548464 | 0,382201 | 0,943665201 | 1 | 0,58135 | 0,606020561 | 0,43324076 | -0,015572424 | 0,339332 | 0,45140743 | -0,018666977 | 0,410795 | 0,38241 |
| 0,120444257 | 0,923005 | 0,323483 | 0,41141 | 0,626517534 | 0,581349591 | 1 | 0,788340031 | 0,43258296 | -0,039791239 | 0,383298 | 0,48942298 | -0,002247885 | 0,400938 | 0,434957 |
| 0,122803558 | 0,7751648 | 0,313683 | 0,344077 | 0,693963851 | 0,606020561 | 0,78834 | 1 | 0,4000265 | -0,012059877 | 0,330044 | 0,4565031 | -0,032705241 | 0,366844 | 0,398208 |
| 0,142337348 | 0,463972 | 0,207889 | 0,470079 | 0,412003237 | 0,433240756 | 0,432583 | 0,400026496 | 1 | 0,017754397 | 0,393578 | 0,41112131 | 0,104979459 | 0,401933 | 0,295622 |
| -0,028940472 | -0,0308796 | -0,04774 | -0,01095 | -0,011731774 | -0,015572424 | -0,03979 | -0,012059877 | 0,0177544 | 1 | -0,07465 | -0,0047462 | -0,035508019 | -0,02012 | -0,03867 |
| 0,057993522 | 0,3897618 | 0,257055 | 0,349951 | 0,34290321 | 0,339331595 | 0,383298 | 0,330044317 | 0,393578 | -0,074650068 | 1 | 0,2995875 | 0,139710711 | 0,262283 | 0,255405 |
| 0,15901796 | 0,5042858 | 0,288986 | 0,391727 | 0,45507911 | 0,451407434 | 0,489423 | 0,4565031 | 0,41112131 | -0,004746187 | 0,299588 | 1 | 0,0292141 | 0,397342 | 0,31255 |
| 0,031333065 | 0,0012157 | 0,07692 | 0,08773 | -0,008969158 | -0,018666977 | -0,00225 | -0,032705241 | 0,10497946 | -0,035508019 | 0,139711 | 0,0292141 | 1 | 0,09578 | 0,044267 |
| 0,084069781 | 0,4191571 | 0,25492 | 0,34986 | 0,404810476 | 0,410795092 | 0,400938 | 0,366843561 | 0,40193313 | -0,020123601 | 0,262283 | 0,39734168 | 0,095780481 | 1 | 0,322935 |
| 0,054383483 | 0,457689 | 0,259562 | 0,292239 | 0,407019831 | 0,382410152 | 0,434957 | 0,398208293 | 0,295622 | -0,03866623 | 0,255405 | 0,31255 | 0,044267254 | 0,322935 | 1 |

Fonte: Elaborada pela autora

A Fronteira eficiente de acordo com a seção “2.1 Teoria de Markowitz”, caracteriza as carteiras mais eficientes, ou seja, as carteiras que resultam em retornos melhores de acordo com o risco que o investidor optar. É representada pela linha em cima dos pontos que representa a combinação dos ativos. A Figura 4 retrata as 1000 carteiras originadas através da simulação com pesos aleatórios e a linha em curva representa as carteiras mais eficientes:

Figura 4 - Fronteira Eficiente



Fonte: Elaborada pela autora

Os betas de cada ativo foram adquiridos a partir do retorno destes e do retorno do IBOVESPA através da equação 11 detalhada no tópico “2.3 Modelo CAPM”:

$$\text{Beta do título } i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_M)}{\text{Var}(R_M)} = \frac{\sigma_{i,M}}{\sigma_M^2} \quad (12)$$

Onde:

$\text{Cov}(R_i, R_m)$ = a covariância entre o título e o mercado;

$\text{Var}(R_m)$ = a variância do mercado.

Na Tabela 6, os betas individuais dos ativos:

Tabela 6 - Betas Individuais dos ativos

| Beta dos ativos | |
|-------------------|-------------|
| Bradesco | 0,173366876 |
| ITAUNIBANCO | 0,994235043 |
| VALE | 1,254217443 |
| AMBEV | 0,412244288 |
| PETROBRAS PN | 1,602992304 |
| PETROBRAS ON | 1,454112069 |
| ITAUSA | 0,917824493 |
| BANCO DO BRASIL | 1,459889087 |
| ULTRAPAR | 0,418145951 |
| LOJAS RENNER | 0,00303483 |
| CIELO | 0,601988961 |
| TELEFONICA BRASIL | 0,537697061 |
| BB SEGURIDADE | 0,086552159 |
| BRF S/A | 0,56273241 |
| KROTON | 0,805194968 |

Fonte: Elaborada pela autora

O resultado do Modelo CAPM para as quatro carteiras utilizando a equação retratada na seção “2.3 Modelo CAPM” está na Tabela 7 e foi utilizada a equação 12 para o cálculo:

$$\bar{R}_i = R_f + \beta_i [\bar{R}_m - R_f] \quad (13)$$

Tabela 7 - Retorno esperado em %

| | |
|------------|-------------|
| Carteira 1 | 27,33174681 |
| Carteira 2 | 26,99596245 |
| Carteira 3 | 26,47500542 |
| Carteira 4 | 25,11109429 |

Fonte: Elaborada pela autora

O valor do $R_m = 26,9\%$ referente ao retorno do IBOVESPA acumulado no período de 2016 a 2017 e o ativo livre de risco, R_f , foi a rentabilidade da poupança para o mesmo período que foi de 15% .

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As carteiras 1, 2, 3 de pesos aleatórios originadas pela simulação obtiveram um retorno ligeiramente maior de $0,0194\%$, $0,0175\%$ e $0,0082\%$, respectivamente, e a carteira 4 obteve $-0,0405\%$, comparado com o Índice Bovespa, que foi de aproximadamente $0,12\%$.

No Modelo do CAPM, a carteira 4 teve um retorno esperado de $25,11\%$, enquanto as carteiras 1, 2, 3 foram de $27,33\%$, $26,99\%$ e de $26,47\%$, respectivamente, indicando que investindo em ativos com pesos diferentes podem proporcionar uma rentabilidade maior até mesmo que o Índice Bovespa.

O risco das carteiras 1, 2, 3 resultaram em: $1,739\%$, $1,741\%$ e $1,561\%$, respectivamente. O da carteira 4 foi de $5,516\%$ enquanto do Índice Bovespa foi de $1,454\%$. Com esses resultados descritos acima, indica que as carteiras mais diversificadas tiveram um risco acima do índice do mercado, já a de pesos iguais resultou num risco mais de 3,5 vezes comparado com esse último. Pesos iguais não diluíram o risco da carteira conforme a equação 1 na seção 2.1 “Teoria de Markowitz” pois a correlação é a mesma (tanto na carteira diversificada quanto na não diversificada, de acordo com a Figura 2). O que influencia são as porcentagens de cada ativo que integram as carteiras.

Alguns betas dos ativos individualmente resultaram em valores maiores que 1, como no caso da PETR4, PETR3 e BBAS 3, que são ativos com sensibilidade maior do que mercado.

Os respectivos betas individuais dos ativos de acordo com a Tabela 8:

Tabela 8 - Betas individuais dos ativos

| Beta dos ativos | |
|-------------------|-------------|
| Bradesco | 0,173366876 |
| ITAUNIBANCO | 0,994235043 |
| VALE | 1,254217443 |
| AMBEV | 0,412244288 |
| PETROBRAS PN | 1,602992304 |
| PETROBRAS ON | 1,454112069 |
| ITAUSA | 0,917824493 |
| BANCO DO BRASIL | 1,459889087 |
| ULTRAPAR | 0,418145951 |
| LOJAS RENNERT | 0,00303483 |
| CIELO | 0,601988961 |
| TELEFONICA BRASIL | 0,537697061 |
| BB SEGURIDADE | 0,086552159 |
| BRF S/A | 0,56273241 |
| KROTON | 0,805194968 |

Fonte: Elaborada pela autora

Os betas das carteiras 1 e 2 ficaram um pouco acima de 1, resultando num retorno acima do mercado, o da carteira 3 e 4 um pouco abaixo desse valor, consequentemente tendo uma rentabilidade menor proporcional do que IBOVESPA.

Como segue na tabela 9:

Tabela 9 - Valores dos betas das carteiras

| | |
|------------|-------------|
| Carteira 1 | 1,036281245 |
| Carteira 2 | 1,008064071 |
| Carteira 3 | 0,964286169 |
| Carteira 4 | 0,849671789 |

Fonte: Elaborada pela autora

Os resultados da Tabela 9 demonstram um indício de que a diversificação de carteira pode resultar numa rentabilidade maior até mesmo que a do mercado. E o risco é diluído quando se tem pesos aleatórios de ativos numa carteira sugerida a partir de simulação.

No Modelo CAPM, ativos que possuem betas com valores acima de 1 impactam positivamente no retorno esperado. Apesar na carteira 4 ter esses mesmos betas, o retorno foi menor do que o do mercado, indicando que um peso igual para todos os ativos influencia no ganho de rentabilidade.

A Fronteira Eficiente de acordo com a Figura 4, representada pela curva em cima dos pontos resulta na carteira mais eficiente, ou seja, como a correlação e a porcentagem dos ativos influencia numa maior rentabilidade de acordo com o tópico 2.1 da ‘Teoria de Markowitz’.

Não foi aplicado para a análise do trabalho em questão o Índice de Sharpe, somente a teoria desenvolvida no tópico 2.2.

5. CONCLUSÃO

A teoria de diversificação defendida por Harry Markowitz a partir da década de 50 surgiu a partir de estudos para ter uma maior rentabilidade nos investimentos e diluir o risco que é intrínseco a este tipo de operação.

Com os resultados obtidos de carteiras com ativos com pesos aleatórios e diversificados obteve um retorno um pouco acima do Índice BOVESPA, que foi 0,12% e o risco 1,4%. O risco das carteiras 1,2 e 3 foram maiores que esse índice que foi próximo de 1,4%, sugerindo um investimento de maior retorno, mas também de maior risco.

O retorno da carteira 4 com ativos com pesos iguais foi abaixo do mercado e com o risco muito maior em torno de 5,5%, confirmando mais uma vez que a diversificação é uma das melhores alternativas para obter ganho em sua rentabilidade.

As mesmas carteiras 1, 2 e 3 para o Modelo CAPM resultaram em índices acima do mercado, que no caso foi de 25,6% acumulado para o período trabalhado. A carteira 4 mais uma vez ficou abaixo desse parâmetro.

A diversificação proposta pela Teoria de Portfólio obteve ganhos de rentabilidade na análise que foi desenvolvida e conseguiu diluir o risco nas carteiras com pesos aleatórios de ativos. Além das porcentagens de participação dos ativos, a correlação também influencia no risco, pois depende de como um ativo se comporta em relação a outro. E o Modelo CAPM também obteve aumento no retorno esperado das mesmas carteiras anteriormente citadas, pois os betas individuais de cada ativo contribuíram para o resultado dos betas das carteiras.

Propondo assim com o trabalho um dos indícios de como fazer investimento em mercado de capitais, utilizando-se da Teoria de Markowitz com seus parâmetros de rentabilidade e variância e consequentemente aplicando os dados de porcentagens de participação de ativos também no cálculo de retorno esperado na equação do CAPM.

Portanto, recomenda-se para trabalhos futuros uma análise mais ampla para uma diversificação de carteira, como uma análise estatística e de cenários para a escolha dos ativos que irão compor a futura carteira para estudo. E dados passados não garantem ganhos futuros, pois podem ter várias mudanças na conjuntura econômica que influencia esses ganhos na rentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **Correção de Valores.** Banco Central do Brasil. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/corrigirPelaPoupanca.do?method=corrigirPelaPoupanca>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

_____. **Índice Brasil 50 (IBrX 50).** BM&FBOVESPA. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-amplos/indice-brasil-50-ibrx-50-composicao-da-carreira.htm>. Acesso em: 13 de maio de 2018.

_____. **Taxa Média de Crescimento.** BM&FBOVESPA. Disponível em: <<http://bvmf.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoTaxaMediaCrescimento.aspx?Indice=IBOV&idioma=pt-br>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

ALMEIDA, T. G. **Otimização de Carteira de Utilizando o Modelo de Elton-Gruber.** Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2010, p. 1-60.

ARAÚJO, E. A. T. OLIVEIRA, V. C. SILVA, W. A. L. **Capm em Estudos Brasileiros: Uma Análise Da Pesquisa.** Revista de Contabilidade e Organizações, v. 6, n.15. São Paulo, SP, 2012, p. 95-122.

BRUNHERA, D. C. U. LEISMANN, E. L. CORRÊA, M. C. K. **A Eficiência do Modelo CAPM a Partir de Diferentes Carteiras de Ações Brasileiras.** Gestão e Desenvolvimento em Revista. V. 1, n. 1, jan./jun. 2015, p. 98-107.

BRUM, F. M. **Aplicação da Teoria de Markowitz e Índice de Sharpe em um Clube de Investimento.** Monografia de Especialização. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008, p. 1-62.

FAMA, F. E. FRENCH, K. R. **The CAPM: Theory and Evidence.** 2013.

FARIAS, T. C. MOURA, F. R. **Carteira Eficientes e Ingênuas: Uma Análise Comparativa com o Uso do Modelo de Markowitz.** Revista de Economia Mackenzie, v. 11, n. 2, São Paulo, SP. maio/ago. 2013, p. 114-152.

FERREIRA, E. C. COSTA, S. S. R. **A Utilização do Índice de Sharpe Como Ferramenta Para Comparação de Risco/Retorno em Fundos de Investimento.** Revista Espacios, v. 37, n. 15, 2016, p.23.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira.** São Paulo: Editora Pearson, 2012.

KOPITTKKE, B. H. FREITAS, S. C. **Considerações Acerca do Capital Asset Pricing Model (CAPM) e sua Utilização nos Dias Atuais.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, p.1-8.

MARCELINO, C. A. C. F. **Avaliação do Efeito da Periodicidade dos Retornos para o Cálculo do Índice Beta: Um Estudo sobre 20 Ações com maior Participação no IBOVESPA.** Monografia. MBA em Finanças e Gestão de Risco. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015, p. 1-25.

MAROTTA, M. D. **Estudo Ergonômico de Postos de Trabalho na Mercedes-Benz do Brasil**. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2011, p. 1-48.

MARQUES, S. SILVA, W. V. DEL CORSO, J. M. DALAZEN, L. L. **Comparação de Desempenhos de Carteira 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.

NAIBERT, P. F. CALDEIRA, J. F. **Seleção de Carteiras Ótimas Sob Restrições nas Normas dos Vetores de Alocação: Uma Avaliação Empírica Com Dados da BM&FBOVESPA**. Rev. Bras. Finanças (Online), Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, jul. 2015, p. 504-543.

NETO, A. A. **Mercado Financeiro**. 11. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012, p. 258-308.

NETO, A. A. LIMA, F. G. ARAÚJO, A. M. P. **Uma Proposta Metodológica para o Cálculo do Custo de Capital no Brasil**. Revista Administração, 2008, v. 43, n. 1, p.1-27.

NETO, A. A. **Os Diversos Índices da BM&FBOVESPA**. 2010. Disponível em: < http://www.institutoassaf.com.br/downloads/analise_10_fev_2010.pdf >. Acesso no dia 29 de novembro de 2017.

OLIVEIRA, F. A. S. **Desempenho da Otimização Robusta de Carteiras no Mercado Acionário Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013, 115 p.

OLIVEIRA, M. R. G. ROMA, C. M. S. MELO, F.V.S. **Otimizando Uma Carteira de Investimentos: Um Estudo Com Ativos do Ibovespa no Período De 2009 a 2011**. Revista Razão Contábil & Finanças, v. 2, n. 2. Fortaleza, CE, jul./dez. 2011, p. 1-14.

RESENDE, A.K.S. **Uma Análise Empírica do Funcionamento e Importância do Fundo Garantidor de Crédito no Brasil e no Mundo**. Monografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018, 56p.

ROGERS, P. RIBEIRO, K. C. S. **Justificativa de se Incorporar o Índice de Risco Brasil no Modelo CAPM**. IV Congresso USP de Controladoria e Contabilidade. São Paulo, 2004, p. 1-15.

ROSS, S. A. WESTERFIELD, R. A. JAFFE, J. LAMB, R. **Administração Financeira**. Editora AMGH, 2015, p. 498-507.

SAMANEZ, C. P. **Gestão de Investimento e Geração de Valor**. São Paulo: Editora Pearson, 2012.

SILVA, D. B. **Análise de Retorno do Mercado Acionário Imobiliário sob a Ótica do Modelo de Precificação de Ativos CAPM**. Monografia de especialização. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014, p.1-27.

ZANFERRARI, D. A. G. Silva, S. S. **O Modelo de Carteira Eficiente de Markowitz: Uma Análise de Ativos Negociados BM&FBOVESPA.** Revista de Pós-Graduação da Faculdade Cidade Verde, Maringá, v. 2, n. 2, 2016, p. 51-65.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.

Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral¹ e criminais previstas no Código Penal², além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 12 de dezembro de 2018.

CINTHIA HENRIQUES FURTADO BARROSO 200749024
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A) Matrícula

C. H. Barroso 061635336-74
ASSINATURA CPF

¹ LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

² Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.



Termo de Autorização para publicação de trabalhos acadêmicos em formato eletrônico no Repositório Institucional Digital da Produção Científica e Intelectual da UFJF

1. Identificação da material bibliográfico: () Tese () Dissertação
☒ TCC graduação () TCC Especialização

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: Cinthia Henriques Gurtado Barroso
 Matrícula: 200749024 CPF: 061635336-4 Telefone fixo 32 3261-2027
 Telefone celular: 32 99941-2601 E-mail: cinthia.hjb@hotmail.com
 Nome do orientador: Roberto Malheiros Moreira Filho
 Título do trabalho: Análise de uma carteira de investimento utilizando a Teoria de Markowitz e o Modelo CAPM
 Co-orientador: _____
 Membros da Banca: Roberto Malheiros Moreira Filho, Gláucia Branghini Porto, Christina Marcia Barros de Castro

Pós Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado)

Programa: _____ Curso: _____
 Área do Conhecimento: _____ Palavras-chave: _____
 Data da defesa: ____/____/____

Pós-graduação Lato Sensu (especialização)

Curso de Pós-Graduação: _____
 Área do Conhecimento: _____ Palavras-chave: _____
 Data da defesa: ____/____/____

Graduação

Curso: Engenharia de Produção Data da defesa: 28/11/2018
 Área do Conhecimento: Sistema de Investimento
 Palavras-chave: Teoria de Markowitz, Modelo CAPM, Diversificação de carteira de ativos

3. Agência (s) de fomento (se houver):

4. Licença de uso

Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo o Centro de Difusão do Conhecimento da Universidade Federal de Juiz de Fora a disponibilizar a obra no Repositório Institucional gratuitamente, de acordo com a licença pública **Creative Commons** Licença 4.0 Internacional por mim declarada sob as seguintes condições.

Permite uso comercial de sua obra? () Sim (x) não

Permitir alterações em sua obra? () sim () sim, desde que outros compartilhem pela mesma licença (x) não

A obra continua protegida por Direitos Autorais e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

4. Informação de acesso ao documento:

Liberação para publicação: (x) Total () Parcial

A restrição (parcial ou total) poderá ser mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à PROPP ou PROGRAD. Em caso de publicação parcial, o embargo será de 12 meses. Especifique o (s) arquivo(s) capítulo(s) restritos:

Declaração de distribuição não-exclusiva

O referido autor:

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à Universidade Federal de Juiz de Fora os direitos requeridos por esta licença e que esse material, cujos direitos são de terceiros, está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdos do documento entregue.

c) Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a UFJF, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo contrato ou acordo.

Assinatura do autor

GBB Barroso

Data

12/12/2018