



PROJETO DE GRADUAÇÃO

INFLUÊNCIA DO INVESTIMENTO ESTRANGEIRO EM CARTEIRA NO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

Por,
Arthur Lucas Medeiros Gomes

Brasília, 02 de dezembro de 2020

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

INFLUÊNCIA DO INVESTIMENTO ESTRANGEIRO EM CARTEIRA NO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

POR,

Arthur Lucas Medeiros Gomes

Relatório submetido como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro de Produção

Banca Examinadora

Prof. Dr. João Carlos Félix Souza, UnB/ EPR
(Orientador)

Brasília, 02 de dezembro de 2020

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus por permitir concluir mais um sonho e pelo dom da vida. Agradeço também aos meus pais, Francisco e Marilene, minha inspiração, por sempre ter me motivado a alcançar meus objetivos e por sempre acreditarem nos meus esforços e às minhas irmãs, Flávia e Fernanda, pelo apoio.

Agradeço também aos meus amigos, José Michel e Rafael, pelos bons momentos que passamos neste período de graduação e a todas as pessoas que me ajudaram de alguma forma nesta etapa, tanto na sala de aula, como no ambiente de trabalho e em outros momentos.

Ao Professor Orientador João Carlos, agradeço pelos seus ensinamentos, pela disposição de estar disponível para tirar dúvidas e pela motivação que me fez em aprender ainda mais.

Arthur Lucas Medeiros Gomes

RESUMO

A escolha em investimentos que possuem uma melhor combinação de risco e retorno leva o investidor a realizar uma análise que seja possível ter a melhor combinação destas duas variáveis. No mercado de ações brasileiro, o investidor estrangeiro é o principal agente na negociação de ativos por conta da atratividade que o Brasil possui em relação à outras economias do mundo. Diante disso, entender como o fluxo de capital estrangeiro em carteira no mercado de capitais brasileiro se torna um importante estudo devido ao crescimento do mercado financeiro nos últimos anos. O objetivo do trabalho é entender qual a relação entre o Investimento Estrangeiro em Carteira com o mercado de ações brasileiro. O período analisado foi entre os anos de 2013 e 2019 e foram utilizados os modelos de Markowitz para a criar uma carteira com o mínimo de risco e retorno ideal com base nas ações que fazem parte do índice Ibovespa e por meio de modelos estatísticos, como o teste de Dickey Fuller Aumentado e Mínimos Quadrados Ordinários, por meio de regressões múltiplas. Pelos resultados das análises, verificou-se que a variação risco-país e o retorno de uma carteira de ativos maior que o índice Ibovespa possuem um grau de significância que colaboram para a entrada de capitais estrangeiros no mercado de ações no Brasil.

Palavras-chaves: *Investimento Estrangeiro; Investimento em Portfólio; Otimização de portfólio; Mercado de Capitais e Retorno de Ações.*

ABSTRACT

The choice of investments that have a better combination of risk and return leads the investor to carry out an analysis that makes it possible to have the best combination of these two variables. In the Brazilian stock market, the foreign investor is the main agent in the trading of assets due to the attractiveness that Brazil has in relation to other economies in the world. In light of this, understand how the flow of foreign capital in the portfolio in the Brazilian capital market becomes an important study due to the growth of the financial market in recent years. The objective of the research is to understand the relationship between Foreign Investment in Portfolio and the Brazilian stock market. The analyzed period was between the years 2013 and 2019 and the Markowitz models were used to create a portfolio with the minimum risk and ideal return based on the shares that are part of the Ibovespa index and through statistical models, such as the Augmented Dickey Fuller test and Ordinary Least Squares, using multiple regressions. From the results of the analysis, it was found that the country-risk variation and the return on an asset portfolio greater than the Ibovespa index have a degree of significance that contribute to the entry of foreign capital into the stock market in Brazil.

Keywords: *Foreign investment; Portfolio investment; Portfolio optimisation; Stock Market and Stock Returns.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.3 OBJETIVO GERAL	13
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4 ESTRUTURA DOS CAPÍTULOS	14
2.REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 INVESTIMENTOS ESTRANGEIROS	15
2.2 RISCOS EM INVESTIMENTOS.....	16
2.3 TEORIA MODERNA DO PORTFÓLIO	18
2.4 MERCADO FINANCEIRO	21
2.5 MERCADO DE CAPITAIS	22
2.6 TAXA DE JUROS.....	24
3.METODOLOGIA.....	27
4.DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS	29
4.1 DETERMINAÇÃO DA CARTEIRA TEÓRICA	29
4.2 RETORNOS DOS ATIVOS	30
4.3 FRONTEIRA EFICIENTE	33
4.4 RETORNO DO IBOVESPA.....	35
4.5 TESTE ADF e TESTE DE HIPÓTESE	36
4.6 REGRESSÃO DO RETORNO DO IBOVESPA	37
5.CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
APÊNDICE	45
Apêndice III Código utilizado para o cálculo das regressões.	45
Apêndice I:Código para a obtenção dos retornos, covariância e correlação dos ativos.....	46
Apêndice II: Código utilizado para a obtenção da carteira eficiente.	49
Apêndice III: Código utilizado para o cálculo das regressões.....	52
ANEXOS	53
Anexo I: Valor de Mercado das ações do IBOVESPA.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre o desvio padrão do retorno de uma carteira e o número de títulos ..	17
Figura 2 - Relação entre o desvio padrão esperado e o retorno esperado	18
Figura 3 - Interpretação da correlação entre ativos	20
Figura 4 - Estrutura do Mercado Financeiro.....	21
Figura 5 - Retorno das ações.....	31
Figura 6 - Covariância das ações	31
Figura 7 - Correlação dos ativos	32
Figura 8 - Processo de construção de carteiras	33
Figura 9 - Fronteira Eficiente da carteira teórica	34
Figura 10 - Retornos diários do Ibovespa.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Código das empresas analisadas.....	30
Tabela 2 - Pesos dos ativos.....	35
Tabela 3 - Teste de Hipóteses	34
Tabela 4 - Resultados da primeira regressão	38
Tabela 5 - Resultados da segunda regressão.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de investidores na B3 (2013-2019)	23
Gráfico 2 - Evolução do Ibovespa em pontos.....	24
Gráfico 3 - Taxas de Juros dos países no mundo	25
Gráfico 4 - Taxa SELIC (2013 a 2019).....	26

LISTA DE ABREVIATURAS

ADF - *Augmented Dickey-Fuller*

BCB – Banco Central do Brasil

B3 – Brasil, Bolsa, Balcão

COPOM - Comitê de Política Monetária

CVM – Comissão de Valores Mobiliários

EMNM – Empresa Multinacional

IBOVESPA - Índice Bovespa

IEC – Investimento Estrangeiro em Carteira

IED – Investimento Estrangeiro Direto

LFT - Letra Financeira do Tesouro Nacional

ON – Ordinária Nominativa

PIB – Produto Interno Bruto

PN – Preferencial Nominativa

SELIC - Sistema Especial de Liquidação e de Custódia

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a globalização, o volume de transações financeiras aumentou de forma significativa, inclusive no mercado financeiro. No caso do Brasil não foi diferente, visto que o uso de tecnologia em operações que envolvem recursos financeiros cresceu nos últimos anos.

A estabilidade econômica de um país é um dos principais fatores para que haja investimentos, nacionais ou internacionais. Segundo Aggarwal et al. (2003), caso o país deseje utilizar o mercado de ações em sua estratégia de captação de recursos é importante que haja estabilidade macroeconômica. No caso do Brasil, o país passou por um longo período com uma taxa de inflação e juros altos, além de diversas crises. A última, que começou em 2014 ainda tem efeitos que não permitiram o país ter um crescimento expressivo.

Para entender essa crise econômica que começou em 2014, o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil nesse ano era de 2,456 trilhões de dólares, em 2018 esse valor chegou a 1,869 trilhões de dólares (BANCO MUNDIAL, 2019). Essa redução representa cerca de 24% na comparação do valor do PIB entre esses anos. Silva Filho (2015) acredita que a partir de meados de 2014 essa piora na confiança sobre o país foi agravada pela perspectiva de reversão das políticas expansionistas do Federal Reserve nos Estados Unidos, culminando em um movimento de saída de capitais que precipitou a rápida desvalorização do real.

A recessão brasileira fez com que muitas empresas fechassem ou tivessem uma desvalorização em seu valor de mercado. Esse fator pode ser comprovado pelo índice IBOVESPA, o principal índice da bolsa de valores do Brasil, que é um indicador de desempenho das ações negociadas e é composto pelas empresas que são consideradas as mais importantes no mercado de capitais brasileiro. Esse indicador é o resultado de uma carteira teórica de ativos e a reavaliada a cada quatro meses.

Informações da Série Histórica da B3 mostram que o índice IBOVESPA em 2014 era de 50.007,41 pontos. Grande parte da desvalorização das empresas foi devido à saída de capital estrangeiro do Brasil, sobretudo dos Investimentos Estrangeiros de Carteira (IEC). Fatores como uma alta taxa de juros, instabilidade política e desvalorização do real foram responsáveis por essa fuga de capitais. Esse tipo de investimento é essencial para países como o Brasil, considerado um emergente, pois o investimento em empresas nacionais faz com que o país produza mais e o torne mais competitivo entre outras economias. O investimento estrangeiro em portfólio se tornou maior em países emergentes, como o Brasil, com a liberalização dos mercados. Os fluxos de portfólio contaram com significativas entradas de capitais desde o início

da década até 1994, tendo em vista o estímulo à atração desse tipo de capital proporcionado pela adoção de medidas liberalizantes com relação à legislação de capitais, como a criação de instrumentos que estimulavam os não-residentes a investirem no país (VERÍSSIMO E BRITO, 2004).

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Devido ao aumento de operações no mercado financeiro brasileiro, entender quais são os fatores que influenciam o investimento estrangeiro de carteira no país e qual a relação desse tipo de investimento com o desempenho do mercado de ações brasileiro estabelece um tema de pesquisa que necessite de estudos que provem essa relação, por modelos estatísticos e matemáticos.

Estudos sobre esse tipo de pesquisa ainda são escassos na literatura, pois existem estudos sobre os mercados de outros países, mas no caso brasileiro, muitos dos modelos aplicados não são instrumentos para evidenciar que novos recursos cruzem as fronteiras em busca de ações brasileiras. De acordo com Frazen et al. (2009) é importante investigar os fluxos de investimento, atentando para causalidade e exogeneidade com relação à variação cambial e aos retornos do mercado acionário.

A pesquisa tem o intuito de responder a seguinte questão: quais são as especificidades do mercado de capitais brasileiro em relação ao fluxo de investimentos estrangeiros em carteira?

Além disso, o estudo utilizará a Teoria de Portfólio, proposta por Henry Markowitz em 1952 e o Teste de Dickey- Fuller Aumentado (ADF) e Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) com o objetivo de comprovar o problema proposto para essa pesquisa.

1.3 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem como objetivo entender qual a relação entre o Investimento Estrangeiro em Carteira com o mercado de ações brasileiro, por meio do uso da Teoria de Portfólio e o Teste ADF, além da aplicação de modelos de regressões múltiplas.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender quais são os motivos para entrada de capital estrangeiro em carteira no país.
- Entender como esse tipo de investimento afeta o desempenho do mercado financeiro brasileiro.
- Realizar testes estatísticos para comprovar a influência de capital estrangeiro no mercado de capitais brasileiro.
- Propor sugestões com base nos modelos aplicados para análise.

1.4 ESTRUTURA DOS CAPÍTULOS

O trabalho está dividido em 5 capítulos, dispostos da seguinte forma:

- No capítulo 1 está presente a introdução, que possui quatro seções: contextualização, formulação do problema e os objetivos para a realização do trabalho;
- No capítulo 2 está presente o referencial teórico, que apresenta as fundamentações como Teoria Moderna do Portfólio, Investimentos Estrangeiros, Riscos em Investimentos e Mercados Financeiros;
- No capítulo 3 é apresentada a metodologia do trabalho, que compreende as etapas estabelecidas para a realização da pesquisa;
- O capítulo 4 mostra o desenvolvimento do trabalho, com as técnicas que foram utilizadas com base na metodologia, com o objetivo de adquirir os resultados da pesquisa e os resultados encontrados.
- No capítulo 5 apresenta as conclusões acerca do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INVESTIMENTOS ESTRANGEIROS

O fluxo de capital é em sua maior parte transacionada em países desenvolvidos, uma vez que uma série de fatores faz com que países em desenvolvimento possuam menos atratividade para investimentos. De acordo com Rocha et al. (2017) desde 2003, o cenário econômico externo favorável, capitaneado pela alta liquidez internacional, juntamente com a melhora dos fundamentos dos mercados emergentes, proporcionou grande entrada de fluxo líquido de capital para os países emergentes.

Apesar disso, a quantidade de investimentos estrangeiros diminuiu nesses países na última década, sobretudo após a crise americana do *subprime*¹ de 2008. O relatório *World Economic Outlook* (2016) mostra o que ocorreu com esses fluxos entre os anos de 2010 e 2015, como um dos principais fatores para a diminuição desses fluxos é a flexibilidade cambial desses países. Ocorre também que as crises que aconteceram nas décadas de 80 e 90, utilizadas para comparação, presenciaram contextos diferentes, uma vez que as economias atuais possuem maiores retenções de passivos externos, a dinâmica de capital foi colaborada pela maior saída de capitais desses países, a utilização de metas de inflação corroborou para taxas de câmbio mais flexíveis e a diminuição da dívida pública, com reservas cambiais que possuem um saldo positivo.

As oportunidades que surgem para os países desenvolvidos não são apenas pela mão-de-obra mais barata e uma quantidade de recursos, como matéria-prima, mas também existem vantagens estratégicas, como por exemplo, critérios comerciais e logísticos. No caso do Brasil, o país já possui suficiente tamanho e grau de sofisticação econômica e institucional para permitir a introdução de plantas industriais estrangeiras visando o fornecimento ao mercado consumidor doméstico e o aproveitamento de mão de obra especializada, sobretudo em setores de manufatura e serviços (Acioly, Lima e Ribeiro, 2011; Ribeiro e Silva Filho, 2013).

Os principais tipos de investimentos estrangeiros são os diretos (IED) e os em carteira (IEC), ou portfólio. De acordo com Fiorenti et al. (2018) o investimento direto é a forma pela qual as empresas multinacionais (EMNs) transferem a sua produção, em sua totalidade ou parcialmente, para outros países. Ainda, segundo os autores, ele pode ser realizado por meio de equity capital, lucros reinvestidos e empréstimos intercompanhia. Já o investimento estrangeiro em carteira (IEC) refere-se às aplicações estrangeiras em títulos brasileiros, na forma

1- *Subprime*: É um crédito imobiliário de alto risco, concedido a pessoa com baixo rendimento e uma situação econômica menos estável. (Assaf Neto, 2018)

de ações (renda variável) ou títulos de renda fixa (curto e longo prazos), negociados no país ou no exterior no exterior (Rocha, 2002).

Um dos fatores que existe para a escolha do investimento de portfólio está nos custos de informação e transação. Tesar e Werner (1995) ressaltam que há maior propensão de investimento de portfólio entre países com maior proximidade cultural e intensidade de comércio, uma vez que ambos reduzem custos de informação. Essa informação que o investidor busca para a tomada de decisão culmina em uma maior volatilidade desses ativos, pois se a quantidade de informação for menor, o investidor buscará uma maior facilidade para movimentar esse capital, ou seja, ele vai buscar por ativos que possuem uma maior liquidez.

Segundo Chari e Kehoe (2003), se os retornos de investimentos forem obtidos de uma economia com bons fundamentos, não haverá variância condicional zero, caso contrário, numa economia em que ocorre o efeito manada, haverá volatilidade. Portanto, o fluxo de investimentos estrangeiros é muitas vezes copiado pelos investidores que não possuem a informação, ou seja, muitos investidores estrangeiros avaliam os sinais que um país dá para investir ou não por meio das informações que eles possuem.

2.2 RISCOS EM INVESTIMENTOS

Ao verificar quais as variáveis que são consideradas ao realizar ou não um investimento existe o risco inerente ao investimento. Segundo Securato (1993), risco é a probabilidade de fracasso em relação a um objetivo prefixado. Dessa forma, existem dois tipos de riscos atrelados a um ativo: o risco sistemático e o não sistemático.

O risco sistemático é o tipo de risco que influencia um número expressivo de ativos, de acordo com o seu grau. Já o risco não sistemático é o tipo de risco que afeta apenas um ou número pequeno de ativos. Para Ross et al. (2015) a diversificação não possibilita que o risco total seja zero. Mesmo assim, para as economias desenvolvidas, os benefícios dos fluxos de investimentos internacionais são decorrentes da diversificação das carteiras de investimento, que possibilitam a diversificação do risco (Frazen et al., 2009).

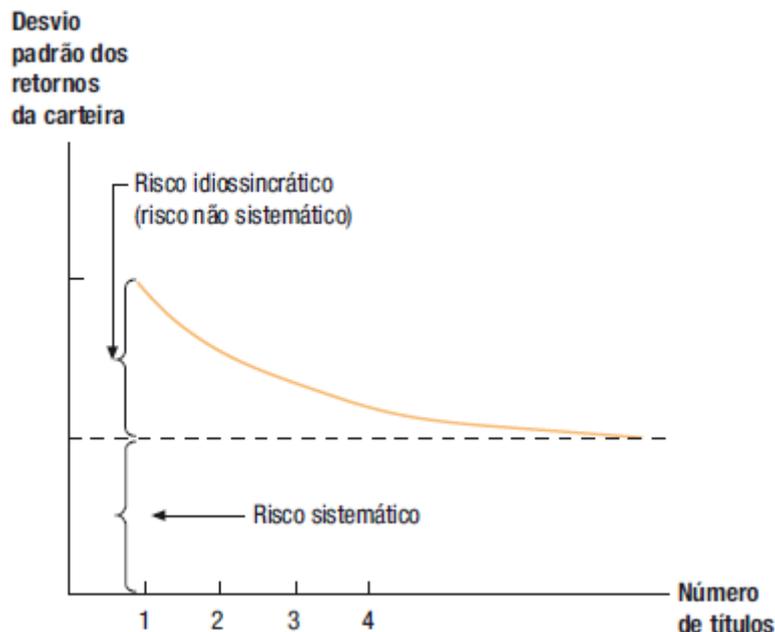
Segundo Assaf Neto (2018), não há como se evitar totalmente o risco sistemático, sendo indicada a diversificação da carteira de ativos como medida preventiva para redução desse risco. De acordo com Ross et al. (2015), ao contrário do risco não sistemático, o risco sistemático não pode ser diversificado. A ideia de que que uma maior diversificação de ativos traz um risco menor que possa chegar até zero é incorreta pelo motivo de existir um desvio padrão ou risco total de uma carteira. Portanto o risco total de um ativo é dado pela equação (1):

$$\text{Risco Total} = \text{Risco Sistemático} + \text{Risco Não Sistemático} \quad (1)$$

O processo de quantificar o risco na análise das finanças foi uma forma melhor para o investidor tomar decisões. Para Copeland et al. (2005), quantificar risco foi um dos avanços mais importantes na teoria de finanças.

Uma maior diversificação de ativos em uma carteira diminui o desvio padrão conforme representado pela figura (1), onde há a representação do desvio padrão de acordo com os tipos de risco.

Figura 1: Relação entre o desvio padrão do retorno de uma carteira e o número de títulos



Fonte: Ross et al. (2015, p. 382)

A imagem mostra que a inclusão de títulos na carteira diminui o risco não sistemático até se tornar sistemático, mas essa vantagem de diversificação se torna um limite, ou seja, enquanto que o risco não sistemático tem diversificação, o não sistemático não sofre alterações.

Segundo Santos, Souza e de Andrade (2017), ao lidar com o risco, o investidor (tanto agressivo, quanto conservador), deve estar preparado para volatilidades de curto, médio e longo prazo em suas aplicações. A volatilidade de um ativo é uma medida de risco. Essa medida permite entender o histórico do ativo, com a previsão da sua variação. Caso um ativo seja muito volátil, isso significa que em relação às flutuações que acontecem no mercado, o seu valor tem muita oscilação, o que torna a compra desse ativo com um maior risco, mas a possibilidade de retorno é maior em um curto tempo de investimento.

Existem três tipos de volatilidade: a histórica, a implícita e a real. A volatilidade histórica é o desvio padrão anualizado, uma vez que é calculado de acordo com a variação do ativo em um dado período de tempo. A volatilidade implícita é a estimativa da volatilidade de um preço futuro de acordo com a volatilidade histórica do ativo e é muito utilizada em cálculos de risco

de derivativos. A volatilidade real é o tipo que representa o valor do ativo no mercado futuro.

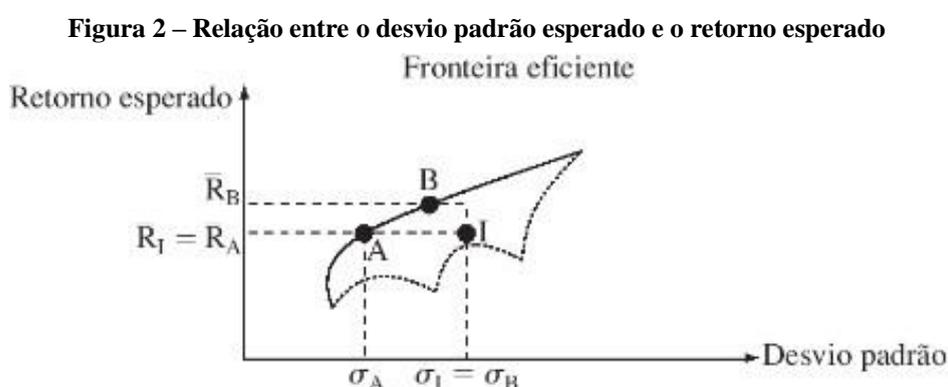
A gestão de risco é essencial para o posicionamento das empresas no mercado. Para Souza, dos Santos e Mota (2019) é imprescindível a gestão de risco para otimização do uso de capital financeiro na seleção das melhores oportunidades de negócio, objetivando o melhor equilíbrio da relação entre risco e retorno.

A entrada de fluxos em um país deve ser observada e analisada de maneira analítica pois os riscos são maiores do que o fluxo nacional. Para Mercado e Park (2011) um aumento na entrada de capital também pode trazer riscos significativos desafios para as economias de mercado emergentes. Os estudos de Neumann et al. (2009) mostram que em economias de mercado emergentes, portfólio e outros fluxos de investimento tornam-se mais variáveis à medida que o crescimento global se torna instável.

2.3 TEORIA MODERNA DO PORTFÓLIO

A teoria do portfólio foi desenvolvida por Harry Markowitz em 1952, onde foi mostrado que o processo da seleção de carteiras pode ocorrer em duas etapas. A primeira etapa é a da observação e da experiência sobre o desempenho futuro dos títulos. Já no segundo modelo, que foi demonstrado por Markowitz, parte das ideias que são relevantes sobre os desempenhos e a escolha da carteira ideal foram comprovados. De acordo com Gitman (2003), Markowitz apresentou o risco como fator imprescindível na tomada de decisões de investimento e a importância da diversificação de ativos.

Para fundamentar a sua teoria, Markowitz considerou que a decisão de um investimento é composta pelo valor esperado e no desvio padrão dos retornos da carteira, cujo objetivo é minimizar o risco do retorno esperado. A decisão da escolha de um ativo em detrimento de outro tem como objetivo maximizar o seu lucro e pode ser demonstrada na figura (2), onde mostra a relação do retorno esperado com o desvio padrão esperado.



Fonte: Samanez (2013, p.184)

Essa relação entre as duas variáveis mostra a existência de uma fronteira. Essa fronteira é uma curva onde abaixo dela existem dois tipos de carteiras: as carteiras que possuem um retorno esperado maior, ao considerar o risco fixo e as carteiras com um risco menor ao considerar o retorno esperado constante. Segundo Samanez (2013) as carteiras que atendem a esses pré-requisitos de eficiência estão situadas na curva cheia chamada fronteira eficiente.

A maneira que Markowitz encontrou para provar sua teoria foi considerar a rentabilidade do ativo considerado no estudo como uma variável aleatória, de maneira que a carteira seja formada por uma combinação ponderada dos ativos. O retorno esperado de uma carteira é calculado conforme a equação (2):

$$R_p = \sum_i x_i R_i \quad (2)$$

Fonte: Berk e Demarzo (2010).

Onde,

R_p = Média Ponderada dos retornos sobre os investimentos;

X_i = Pesos dos n investimentos;

R_i = Retorno sobre a carteira.

Como o retorno esperado é uma variável aleatória, ele possui esperança e variância. Ao analisar uma carteira com vários ativos, é necessário calcular a covariância de cada retorno. Caso os retornos sejam positivamente relacionados, então a covariância é positiva, caso contrário, a covariância é negativa. É necessário evitar o investimento em títulos com altas covariâncias entres si (Markowitz,1952). A correlação é dada pela equação (3), onde é a relação da covariância e dos desvios padrões das variáveis:

$$Corr(x, y) = \frac{Cov(x,y)}{\sigma(x).\sigma(y)} \quad (3)$$

Fonte: Bussab e Morettin (2017).

Onde,

$Corr(x,y)$ = Correlação entre duas variáveis;

$Cov(x,y)$ = Covariância entre duas variáveis;

σ = Desvio padrão da variável.

O cálculo da correlação de um grupo de ativos serve para entender como é a direção que eles se movimentam. A figura (3) mostra como é a interpretação da correlação na análise dos ativos, sendo, que uma correlação igual a 1 é uma correlação positiva perfeita e igual a -1 é uma correlação negativa perfeita. Quanto mais a correlação é próxima de 1, mais os retornos tendem a se movimentar juntos como consequência do risco comum (Berk e Demarzo,2010).

Figura 3 – Interpretação da correlação entre ativos



Fonte: Berk e Demarzo (2010).

A correlação está totalmente relacionada ao risco do ativo pois ativos que possuem uma alta correlação, possuem o mesmo movimento. Desta forma, a correlação é importante para a definição da fronteira eficiente, de maneira que é determinante para determinar o menor risco de uma carteira. Riscos independentes não possuem nenhuma tendência a se movimentar juntos, e, portanto, possuem correlação zero (Berk e Demarzo,2010).

Para o cálculo do retorno da carteira é essencial a covariância, pois a variância dos retornos de uma carteira que possui diversos títulos se torna mais dependente que a variância desses títulos.

Dessa forma, a variância de dois ativos é calculada de acordo com a equação (4):

$$(w_1\sigma_1 + w_2\sigma_2)^2 = w_1^2\sigma_1^2 + 2w_1\sigma_1w_2\sigma_2\rho_{12} + w_2^2\sigma_2^2 \quad (4)$$

Onde,

W_1 = Peso do ativo 1;

W_2 = Peso do ativo 2;

σ_1 = Desvio padrão do ativo 1;

σ_2 = Desvio padrão do ativo 2;

ρ_{12} = Correlação entre os ativos 1 e 2.

A variância de uma carteira é a soma das covariâncias dos retornos de todos os grupos de ativos que compõe a careira, multiplicados por cada peso correspondente na carteira.

Portanto, a ideia de realizar o cálculo da fronteira eficiente é escolher ativos que não ultrapassem a curva, pois não é possível obter retornos acima da fronteira e nem abaixo da área do gráfico gerado, ou seja, que possui um desvio padrão abaixo da área.

2.4 MERCADO FINANCEIRO

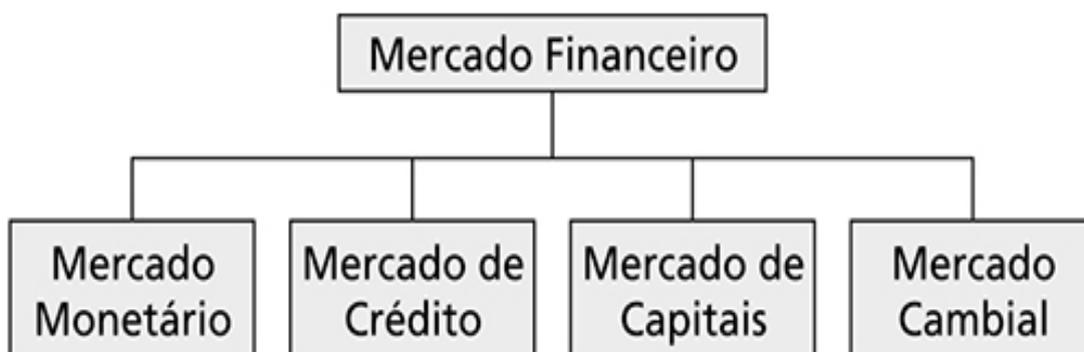
O mercado financeiro brasileiro cresceu nos últimos anos com o aumento do interesse de outros países em investir no Brasil. Calvo et al. (1993) ressaltam a importância de fluxos de investimentos de países ricos para países pobres, uma vez que o capital estrangeiro pode financiar e estimular o crescimento econômico aumentando o padrão de vida nas economias em desenvolvimento. O risco em investir em países emergentes se torna um meio de diversificar o tipo de investimento para economias desenvolvidas.

O funcionamento do mercado financeiro é regido pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), que tem como papel fiscalizar, normatizar, disciplinar e desenvolver o mercado de valores mobiliários no Brasil. Mercado e Park (2011) concluem que a rápida liberalização financeira deve ser acompanhada por mais mecanismos eficazes de supervisão e regulamentação financeira a nível nacional e esforços coletivos para abordar o efeito das repercussões e implicações para a estabilidade financeira nível regional e global. De acordo com a Lei nº 6.385, de 7 de Dezembro de 1976 (Brasil, 1976), compete à CVM algumas funções:

- I - a emissão e distribuição de valores mobiliários no mercado;
- II - a negociação e intermediação no mercado de valores mobiliários;
- III - a negociação e intermediação no mercado de derivativos;
- IV - a organização, o funcionamento e as operações das Bolsas de Valores;
- V - a organização, o funcionamento e as operações das Bolsas de Mercadorias e Futuros.

O sistema financeiro pode ser definido como o conjunto de instituições, produtos e instrumentos que viabiliza a transferência de recursos ou ativos financeiros entre os agentes superavitários (poupadores) e os agentes deficitários (tomadores) da economia (CVM, 2019). Dentre os mercados que existem atualmente, pode-se ser feita a seguinte divisão representado na figura (4), segundo Assaf Neto (2014):

Figura 4: Estrutura do Mercado Financeiro



Fonte: Assaf Neto (2019).

- Mercado monetário: é o mercado que são feitas as operações de controle da oferta de moeda e das taxas juros de curto prazo com o objetivo de adquirir liquidez na economia.
- Mercado de crédito: é o mercado que presta serviços de intermediação de recursos de curto e médio prazo feitas por instituições financeiras e não financeiras com o objetivo de fornecer recursos para consumo ou capital de giro.
- Mercado de capitais: é o mercado que capta recursos por meio de compra e venda de títulos e valores mobiliários. Essas transações ocorrem entre empresas, intermediários e investidores.
- Mercado de câmbio: é o mercado onde existem as negociações entre moedas estrangeiras no país, com a troca dessas moedas por reais.

O país ainda apresenta instabilidade no mercado financeiro, o que torna os estudos sobre o assunto ainda pouco aprofundados. Mesmo assim, a análise realizada por De Moraes et al. (2013) evidencia a utilização de modelos aplicados no mercado norte-americano na previsão da volatilidade futura do mercado com base em informações históricas.

2.5 MERCADO DE CAPITAIS

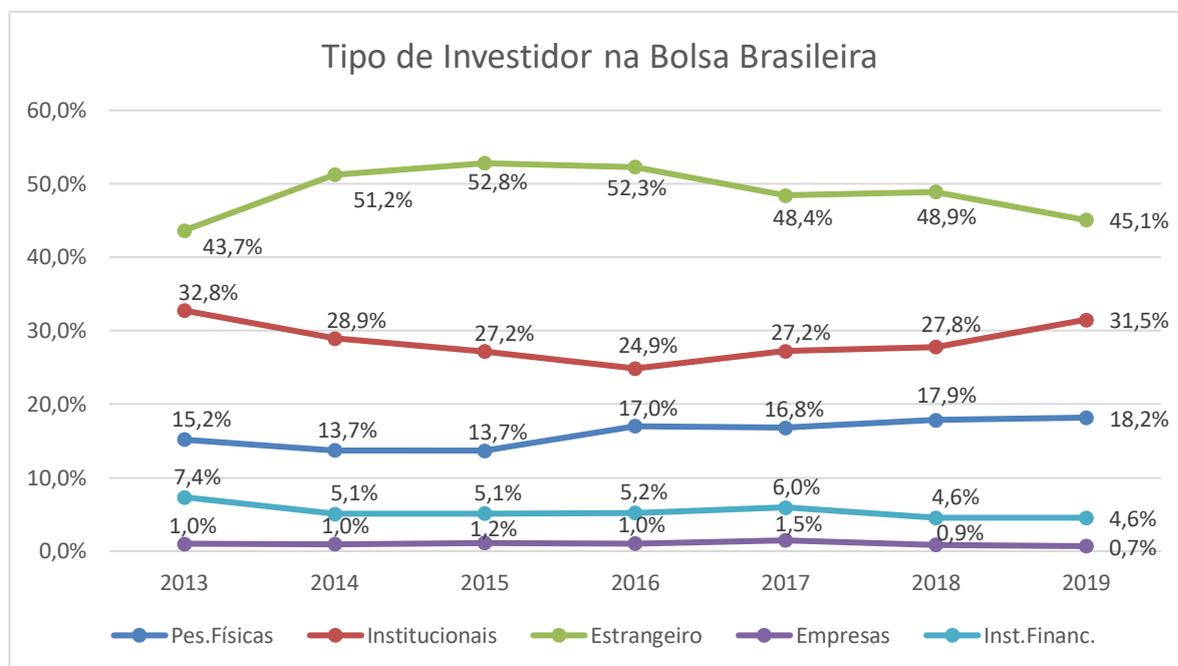
O mercado de capitais no Brasil tem como responsável pelo funcionamento a B3, uma empresa de capital aberto que possui destaque global em relação aos produtos oferecidos. A B3 atualmente realiza as seguintes atividades: criação e administração de sistemas de negociação, compensação, liquidação, depósito e registro para todas as principais classes de ativos, desde ações e títulos de renda fixa corporativa até derivativos de moedas, operações estruturadas e taxas de juro e de commodities (B3,2019).

Fama (1970) acredita que os mercados de capitais são de grande importância para o progresso econômico de um país, pelo fato de destinar poupança para recursos de investimentos, com isso proporciona-se importantes mecanismos para precificação dos títulos, que refletem diretamente nas informações existentes em sistema econômico dinâmicos. O mercado de ações brasileiro teve diversas modificações durante seus anos de existência, e por ser considerado um mercado emergente, o risco em relação a outros mercados é considerado alto. Um fato comprovador foi que após a crise de 2008, o índice IBOVESPA voltou ao patamar pré-crise após anos de baixa liquidez no mercado. Para Maciel et al. (2012) a liquidez nos mercados emergentes reduziu-se drasticamente, resultando numa oscilação considerável, no sentido de queda no valor dos ativos desses mercados.

Apesar do aumento de volume negociado na bolsa de valores brasileira, grande parte dos investidores ainda é estrangeira. A influência de capital estrangeiro no mercado de capitais

brasileiro mostrado no gráfico (1), onde o percentual desse tipo de investimento é o maior na bolsa brasileira nos últimos anos (2013-2019).

Gráfico 1: Percentual de investidores na B3 (2013-2019)



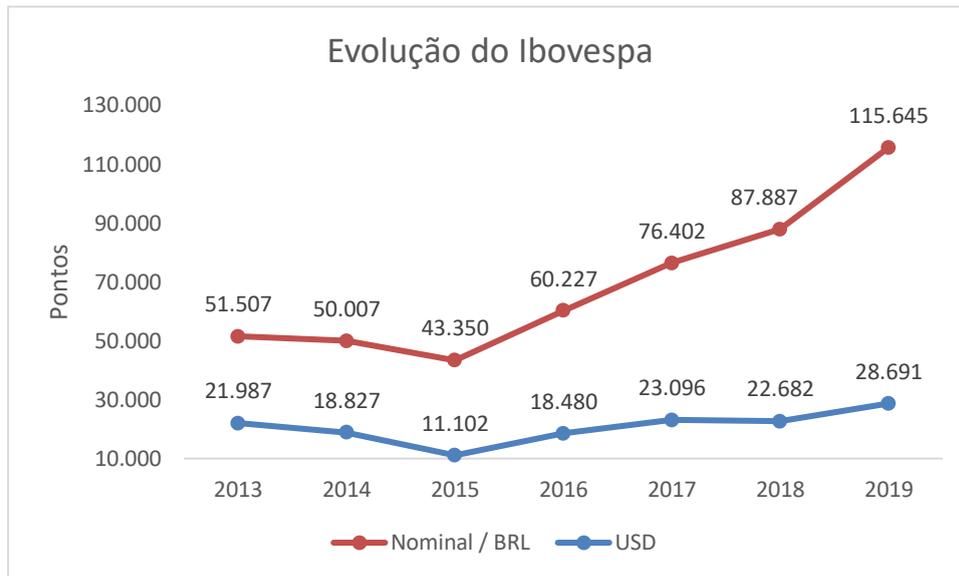
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da B3 (2020).

Pode-se perceber pelo gráfico que o percentual de investidores estrangeiros no período de 2013 a 2019 representa cerca da metade do total de investimentos presentes no mercado brasileiro. Um dos principais motivos para essa alta participação no mercado foi a valorização do mercado de ações do Brasil. De acordo com Nunes, Costa e Meurerii (2005) o mercado de ações do Brasil tem despertado a atenção de investidores e empresas, uma vez que o mesmo tem se mostrado como uma oportunidade para investidores externos que objetivam a diversificação de seus portfólios.

Mesmo com a recente valorização, a bolsa brasileira ainda tem pouca expressividade em relação ao volume de ações negociadas de outras bolsas do mundo. Para Assaf Neto (2008), o mercado acionário brasileiro é pouco expressivo em termos de companhias de capital aberto participantes do mercado acionário e em quantidade de papéis e volume de negociações.

Apesar de ainda apresentar pouca expressividade em relação aos outros mercados no mundo, o mercado de ações brasileiro cresceu nos últimos anos, com recorde de pontos. As mudanças econômicas e políticas foram fatores que impulsionaram esse aumento no principal índice de ações brasileiro. O gráfico (2) mostra a evolução do IBOVESPA no período de 2013 a 2019 tanto em Reais (R\$) como em Dólares (USD).

Gráfico 2: Evolução do Ibovespa em pontos



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da B3 (2020).

Pelo gráfico, percebe-se que apesar do índice ter aumentado linearmente em pontos nominais, sobretudo a partir de 2016, em dólares (USD), o índice não teve uma evolução parecida. Este fato deve-se pela desvalorização do Real frente ao Dólar durante esta última década. De acordo com Mattei e Scaramuzzi (2016), apesar de o câmbio desvalorizado fazer com que os salários e ordenados reais sejam mais baixos, implicando perda de poder de compra, esse efeito gera atratividade de investimento por parte de detentores de capital.

2.6 TAXA DE JUROS

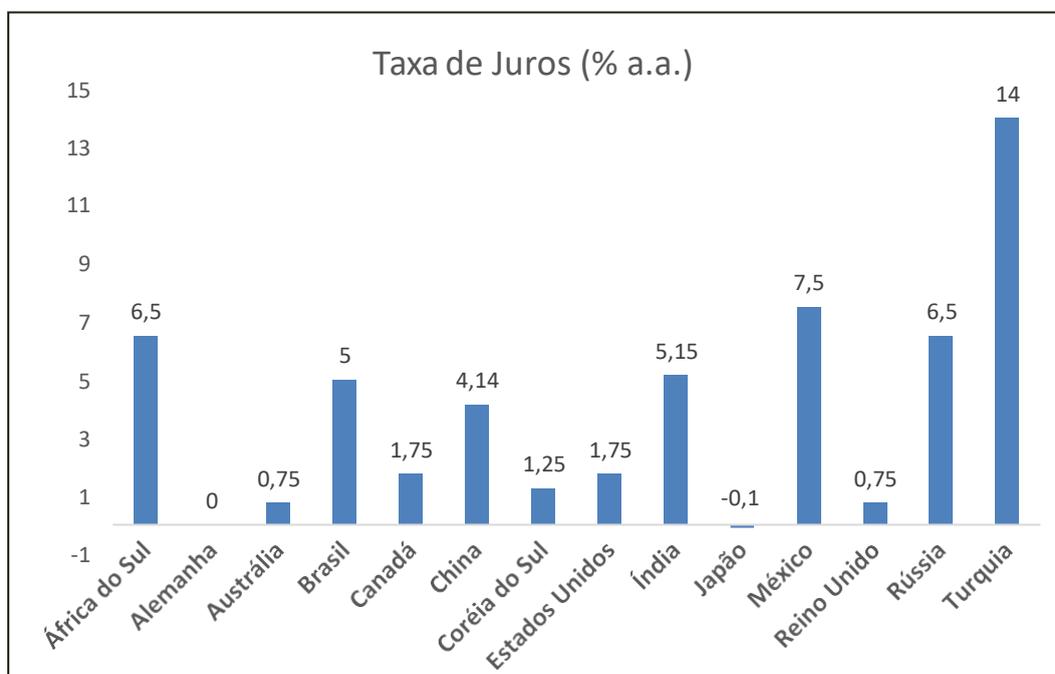
A taxa de juros de um país compreende-se pela remuneração paga para os credores pelo tesouro nacional e é a principal taxa para contratos de crédito de uma economia. Segundo Gitman (2010) a taxa de juros é a remuneração paga pelo tomador ao prestador de fundos do ponto de vista do tomador. No caso do Brasil, a taxa básica de juros ou taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) é definida pelo Comitê de Política Monetária (COPOM).

A taxa de juros está atrelada também à inflação, conhecida de taxa de juros nominal, pois no que depender da variação da taxa de juros, o consumo tende a flutuar devido às alterações de preços de produtos e serviços. Mesmo que a taxa SELIC seja mais considerada para a realização de transações financeiras, ela ainda possui problemas para cálculos que envolvam taxas de juros. Estudos realizados por Assaf Neto, Lima e Araújo (2006) mostram que ao analisar o histórico da taxa SELIC, apontam que a mesma possui pouca validade para uso da média histórica, por possui uma amplitude demasiada elevada para consideração em cálculos econômicos.

É visto também por Araújo et al. (2015) que diante da pouca validade da Taxa SELIC, a taxa livre de risco utilizada no cálculo do custo de oportunidade do capital próprio é melhor mensurada tendo-se como referência as taxas de juros pagas pelo Tesouro do governo dos Estados Unidos, considerados como de risco zero.

De acordo com Modenesi (2008), o efeito da taxa de juros sobre o nível de atividade econômica é claramente negativo, isto é, o aumento dos juros desacelera a economia e aumenta o desemprego. O gráfico (3) mostra as taxas de juros em percentuais dos principais países do mundo.

Gráfico 3 – Taxas de Juros dos países no mundo



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do site Trading Economics (2019).

Pela figura, percebe-se que a taxa de juros no Brasil, apesar de constantes cortes, ainda apresenta uma taxa de juros elevada em relação a outros países, como China, Estados Unidos e Japão. A queda da taxa de juros brasileira faz com que se torne mais atrativo realizar investimentos no país, principalmente em carteiras, já que o retorno esperado se torna maior que em outros tipos de investimentos. Segundo Damodaran (2010), as análises de diversos fatores econômicos, culturais, sociais e de desenvolvimento tecnológico contribuem para determinação do grau de risco, tornando-o a combinação entre a ameaça e a oportunidade.

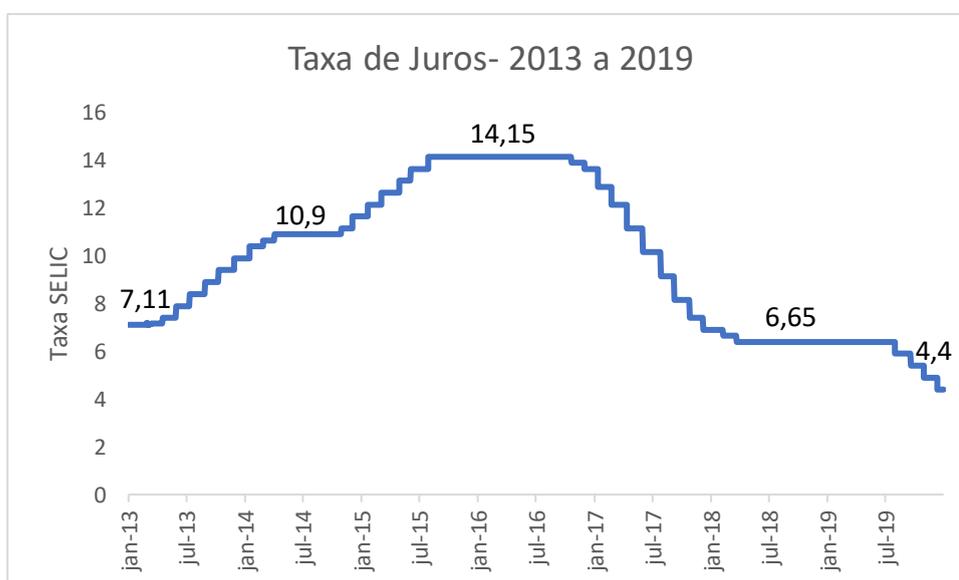
Segundo os estudos de Barboza (2015), levanta-se como o problema da elevada taxa de juros no país a existência de mecanismos de transmissão política monetária parcialmente obstruídos. São os seguintes fatores que corroboram para a tese citada: Segmentação no mercado de crédito, com um grande percentual de empréstimos que não é afetada pela política monetária, uma baixa inserção do crédito livre na determinação da renda, devido à sua pequena

representatividade na determinação da demanda agregada; a participação de Letras Financeiras do Tesouro Nacional (LFT's) na composição da dívida pública federal, com uma grande parcela de títulos que são pós-fixados e que não possuem risco de taxa de juros presentes na dívida pública brasileira.

De acordo com Assaf Neto (2018) a SELIC é aceita na economia brasileira como uma taxa livre de risco pela natureza dos papéis negociados e servem como uma importante referência para a formação das taxas de juros do mercado. Verifica-se que no mercado brasileiro é que os recursos de longo prazo são oriundos, muitas vezes, de fontes oficiais de fundos na qual são praticadas taxas que são menores das que são praticadas no mercado. Ao contrário disso, os recursos de curto prazo são originados de fontes privadas, uma vez que os juros são ajustados de acordo com as taxas que existem no mercado.

O gráfico (4) mostra a evolução da taxa SELIC durante o período analisado, bem como a variação que ocorreu devido a alguns fatores internos.

Gráfico 4 – Taxa SELIC (2013 a 2019)



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do BCB (2020).

Pela figura, percebe-se que a taxa de juros teve um crescimento a partir de 2014 e apresentou o ápice em 2016. Para Nader (2018), a inflexão na trajetória da Selic verificada a partir de 2013 pode refletir tanto o fraquejo das políticas adotadas em atingir os objetivos propostos no plano econômico, quanto as dificuldades em se promover uma redução dos juros no Brasil no plano estrutural. A pesquisa de Gomes e Souza (2020) mostra que a SELIC teve constantes cortes no período a partir de 2016, o que fez com que o investidor estrangeiro retirasse os recursos do país para investimentos com juros maiores.

3. METODOLOGIA

2.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com Gil (2002), metodologia é a descrição dos procedimentos a serem seguidos na realização da pesquisa. Ainda, segundo o autor, sua organização varia de acordo com as peculiaridades de cada pesquisa, mas apresenta as seguintes informações: Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa, caracterização da organização, setor ou área, indivíduos objeto do estudo, população e amostra ou participantes da pesquisa, caracterização e descrição dos instrumentos de pesquisa e procedimentos de coleta e análise de dados.

O trabalho é uma pesquisa exploratória. Para Sampieri, Collado e Lucio (2013), realizam-se estudos exploratórios, normalmente quando o objetivo é examinar um tema ou problema de pesquisa pouco estudado, do qual se tem muitas dúvidas ou não foi abordado antes. Ainda, trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA e MENEZES, 2005). Quanto à abordagem, a pesquisa realizada é quantitativa. quantitativa, pois é realizada por meio da quantificação na coleta das informações (RICHARDSON, 1989).

Para o presente estudo, os métodos utilizados foram modelagem e simulação dos dados para validar as hipóteses levantadas e validar o objetivo da pesquisa. O modelamento ou modelagem compreende o uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou parte de um sistema produtivo (Berto e Nakano, 2000).

2.2 METODOLOGIA DO ESTUDO

A partir dos dados coletados, criou-se um *software* com base na linguagem de programação Python para a modelagem e simulação dos dados. Na pesquisa de Mazini e Sato (2020), chegou-se à conclusão que o processo de extração dos dados financeiros automaticamente mostrou-se uma ferramenta de extrema importância auxiliar os estudos financeiros. A utilização de técnicas de Inteligência Artificial nos modelos que foram aplicados são cada vez mais usuais nas pesquisas. No trabalho de Kaupa et al. (2012), foi possível concluir a que a utilização da arquitetura híbrida com a tecnologia de Inteligência Artificial pode trazer resultados satisfatórios no apoio à tomada de decisão pois pode indicar tendências no preço das ações, ajudando o investidor a escolher ações com tendência de alta para compor seu portfólio.

No trabalho foi utilizado a Teoria Moderna de Portfólio, proposta por Markowitz (1952) e tem como objetivo selecionar carteiras com base em duas variáveis: risco e retorno. A combinação das duas variáveis formada a fronteira eficiente. Como forma de entender a

influência do capital estrangeiro em carteira com o mercado brasileiro, foi criada uma carteira teórica com o objetivo de analisar se o investidor estrangeiro é ou não averso ao risco. Com base na carteira formada, utilizou-se o teste ADF para identificar quais das séries temporais são estacionárias e o cálculo de regressões múltiplas por meio do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Uma série temporal é um conjunto de observações dos valores que uma variável assume em diferentes momentos do tempo (Gujarati e Porter,2011).

Pelas variáveis utilizadas na regressão construída, foi possível quais os fatores que influenciam o fluxo de IEC no mercado de capitais no Brasil, bem como comparar com outras pesquisas já realizadas, os modelos utilizados na pesquisa.

4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

4.1 DETERMINAÇÃO DA CARTEIRA TEÓRICA

Na pesquisa realizada foram selecionadas as ações de empresas que possuem maior valor de mercado que compõe o índice IBOVESPA no quadrimestre entre maio e agosto de 2020. O IBOVESPA é balanceado a cada quatro meses de ações e units de ações listadas na B3. Units são ativos compostos por mais de uma classe de valores mobiliários, como uma ação ordinária e um bônus de subscrição, por exemplo, negociados em conjunto (B3,2020). De acordo com a B3(2020), os critérios para seleção dos ativos são:

- Estar entre os ativos que representem 85% em ordem decrescente de Índice de Negociabilidade (IN);
- 95% de presença em pregão;
- 0,1% do volume financeiro no mercado a vista (lote-padrão);
- e não ser *penny stock*².

A pesquisa de Silva e Câmara (2015) conclui que a governança influencia o desempenho de mercado, sendo determinante para a valorização de mercado da organização, dada a maior confiança gerada pelo público. Para Rogers, Securato e Ribeiro (2008) a adoção de boas práticas de governança pode implicar, em último caso, uma maior valorização das ações da companhia, porque pode aumentar a liquidez das ações, diminuir o risco, reduzir o custo de capital ou aumentar o retorno do investimento.

Um investidor racional procura investir em empresas que possuem uma solidez no mercado e o valor de mercado da empresa é um fator preponderante para a escolha do ativo. Durante o período que foi aplicado para análise dos preços dos ativos, muitas empresas brasileiras apresentaram uma diminuição no seu valor de mercado, já que o país passou por uma crise nos primeiros anos da análise. De acordo com dados do Banco Mundial (2020), O PIB do Brasil em 2013 era de 2,473 Trilhões de USD e com a diminuição da atividade econômica do país, esse valor chegou a 1,796 Trilhões de USD em 2016. Com a recuperação do país devido às mudanças tanto econômicas como políticas, o valor do PIB em 2019 foi de 1,84 Trilhões de USD, o que demonstra uma melhora em relação aos anos anteriores, mas que ainda não foi possível recuperar o crescimento que o país obteve na década passada.

Desta forma, a tabela (1) mostra as 13 ações das empresas que possuem maior valor de mercado da carteira do período e que foram selecionadas para ser criada a carteira teórica. O número de ativos foi escolhido para uma melhor combinação de risco e retorno da carteira.

2- *Penny Stock* - São ativos negociadas na bolsa de valores por preços na casa de centavos (Research XP, 2020).

Tabela 1 – Código das empresas analisadas

Empresa	Código
VALE S.A.	VALE3
PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS	PETR4
ITAU UNIBANCO HOLDING S.A.	ITUB4
AMBEV S.A.	ABEV3
BCO BRADESCO S.A.	BBDC4
BCO SANTANDER (BRASIL) S.A.	SANB11
MAGAZINE LUIZA S.A.	MGLU3
B3 S.A. - BRASIL. BOLSA. BALCÃO	B3SA3
TELEFÔNICA BRASIL S.A	VIVT4
WEG S.A.	WEGE3
BCO BRASIL S.A.	BBAS3
ITAUSA INVESTIMENTOS ITAU S.A.	ITSA4
JBS S.A.	JBSS3
SUZANO S.A.	SUZB3

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Como os ativos analisados possuem mais de um tipo, seja Ordinária Nominativa, Preferencial Nominativa (PN) ou unit, foram selecionados para a análise os tipos de ativos que possuem maior liquidez no mercado.

4.2 RETORNOS DOS ATIVOS

Selecionados os ativos, foram utilizados para a análise o preço de abertura e de fechamento de primeiro de Janeiro de 2013 a 30 de Dezembro de 2019 com base no site finance.yahoo.

O retorno dos ativos foi calculado de acordo com a equação (4):

$$R_t = LN \left(\frac{Pf_t}{Pa_t} \right) \quad (4)$$

Onde,

Pf_t = Preço de fechamento da ação;

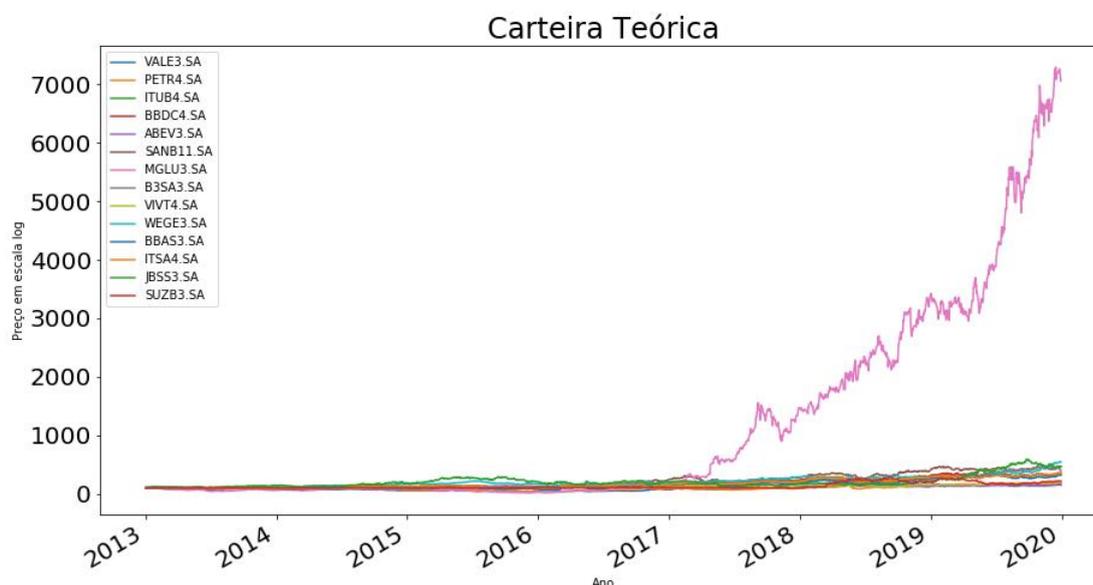
Pa_t = Preço de abertura da ação.

No cálculo dos retornos foi considerado o logaritmo natural. O uso do logaritmo natural visa obter uma melhor aderência à distribuição normal dos retornos (Souza, Santos e Mota, 2019).

Com base nos retornos de cada ativos, foi possível verificar o desempenho das ações no período, conforme a figura (5). Durante o período analisado, foram identificados o total de 1.737

observações de cada ativo.

Figura 5 – Retorno das ações

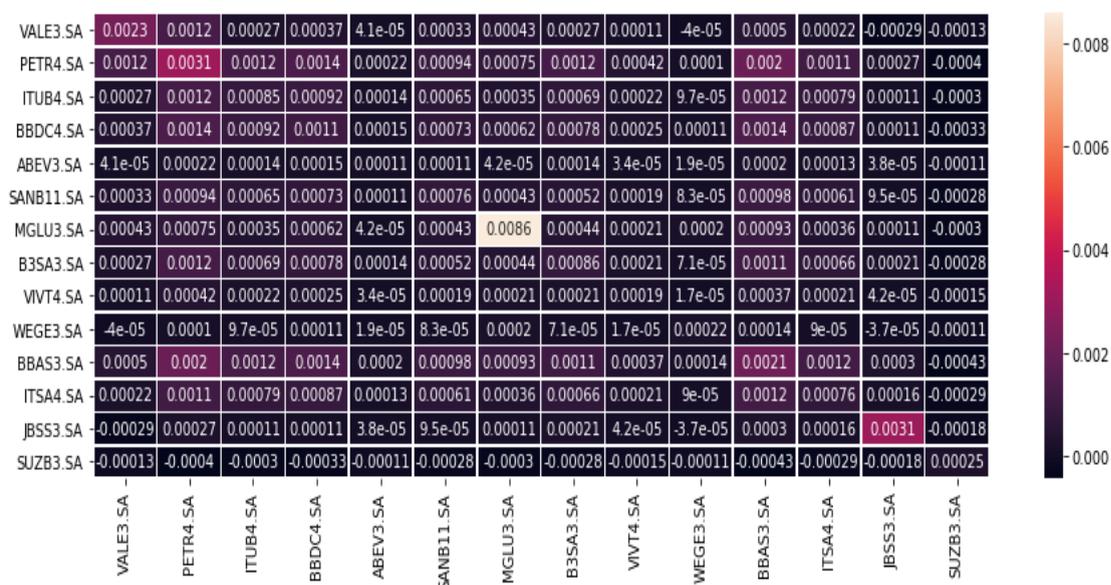


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A figura mostra que a maioria dos ativos teve um comportamento parecido e somente MGLU3 teve um retorno bem acima dos outros papéis selecionados. No período analisado, esse ativo teve uma valorização de 7.655%.

Foi calculado o retorno médio anual de cada ativo, com 250 períodos para a média. Calculados os retornos médios, foi então possível, calcular a covariância entre os ativos. A figura (6) demonstra a matriz de covariância entre as ações.

Figura 6 – Covariância das ações



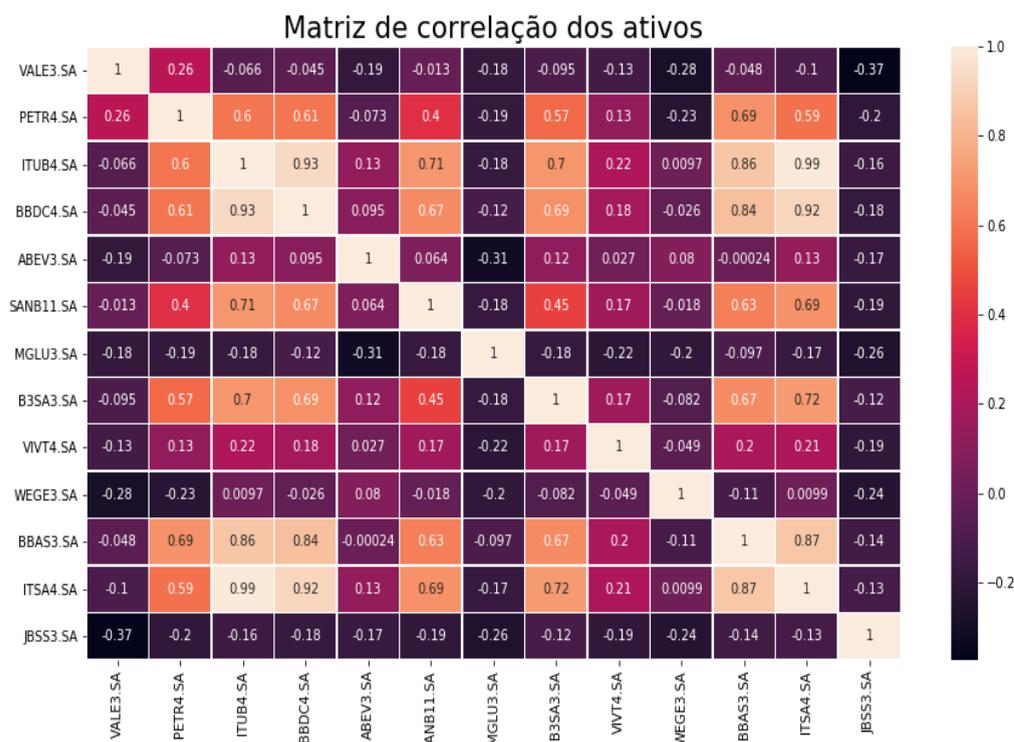
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A faixa de valores e de cores representa o resultado da covariância entre os ativos. A covariância mede como os retornos dos ativos variam em conjunto. Caso os valores apresentem desvios positivos e negativos nos mesmos momentos, a covariância será um número positivo. Uma covariância elevada representa bons resultados de cada ativo ocorrerem em conjunto e ao contrário é o mesmo critério, resultados ruins de cada ação ocorrem também em conjuntos. Os resultados da figura representados pela cor roxa mostraram baixas covariâncias, enquanto que resultados com alta covariância estão representados pela cor laranja.

Pode-se perceber pela figura que a maioria dos ativos apresentou uma covariância positiva, ou seja, os ativos se comportaram da mesma forma durante o período analisado. O ativo que apresentou diferença foi SUZB3, com a covariância negativa entre os outros ativos.

Com as covariâncias calculadas, foi possível calcular a correlação entre os ativos. A covariância e a correlação medem como duas variáveis aleatórias estão relacionadas (Ross et al.,2015). A figura (7) mostra a matriz de correlação dos ativos calculados.

Figura 7 – Correlação dos ativos



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A faixa de valores da figura representa o valor da correlação, os valores abaixo de 0 são ativos que não apresentam correlação e valores próximos de um e da cor laranja, ativos que apresentam alta correlação. No mercado de ações não é normal identificar correlações perfeitamente positivas, negativas ou nulas. Quase sempre elas são positivas ou ligeiramente negativas.

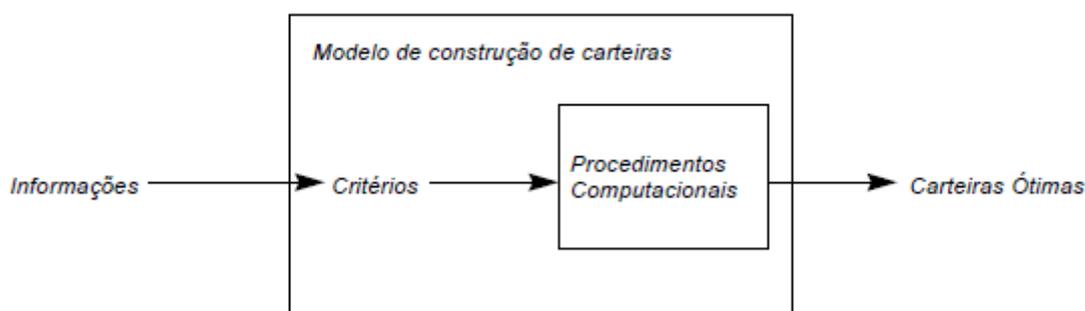
Foi possível verificar que ativos de um mesmo segmento, como o financeiro, apresentaram uma alta correlação, ou seja, a variação dos ativos ocorre no mesmo sentido. É possível concluir também que pelo motivo da ação MGLU3 ter tido uma valorização bem acima que os outros papéis, ela apresentou uma correlação próxima de zero, ou seja, ela foi independente dos outros ativos, portanto, possui uma baixa relação com os outros papéis analisados.

4.3 FRONTEIRA EFICIENTE

A partir dos resultados das covariâncias e correlações dos ativos, o passo seguinte foi criar a carteira com a formação da fronteira eficiente. As duas variáveis desejadas para se encontrar com o cálculo da carteira ideal foram o risco e retorno, uma vez que o retorno esperado de um ativo com risco é seu retorno mais provável e cuja a finalidade de uma carteira é reduzir o risco por meio da diversificação. Ao avaliar dois ativos que possuem o mesmo retorno, mas têm riscos diferentes, um investidor racional irá avaliar qual dos ativos que possui o menor risco, conhecido como princípio da dominância. Para Sharpe et al. (1995), um investidor irá escolher seu portfólio ótimo do conjunto de portfólios que: Oferecer o máximo retorno esperado para diferentes níveis de risco e oferecer o mínimo risco para diferentes níveis de retorno esperado.

A figura (8) mostra como é o processo de uma carteira eficiente, com base no modelo de Markowitz.

Figura 8 – Processo de construção de carteiras

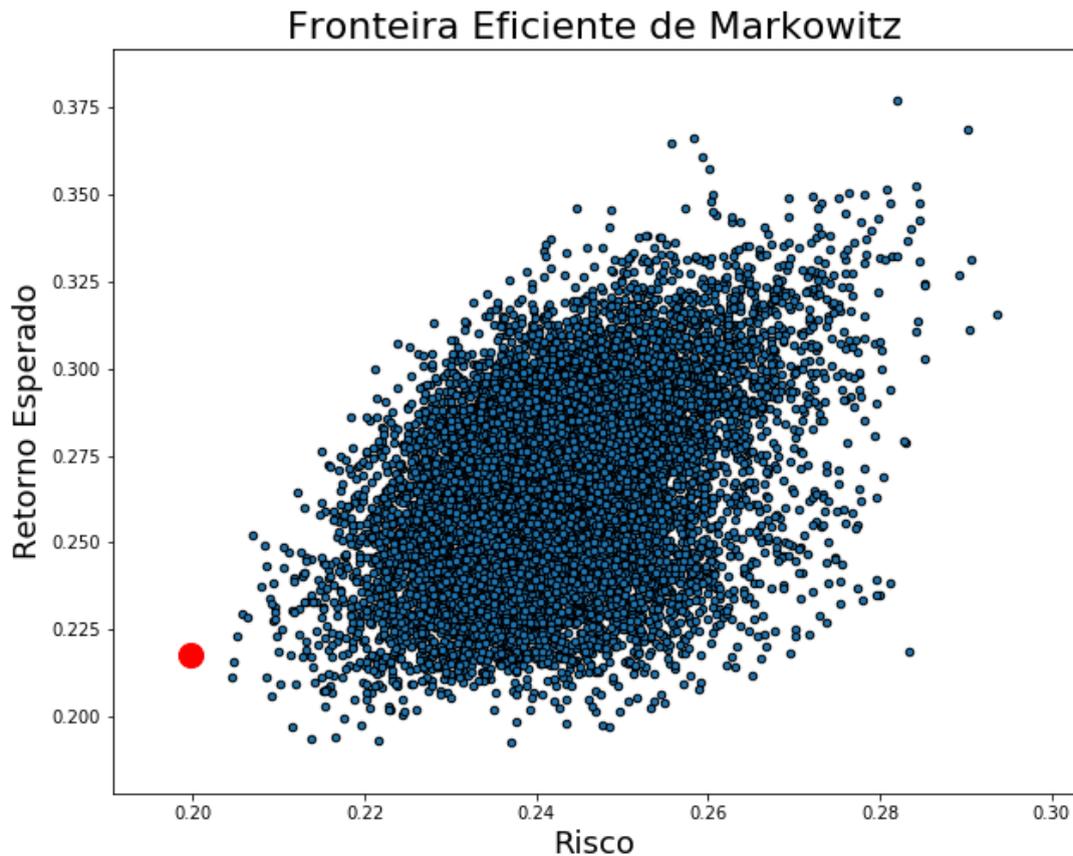


Fonte: Hieda e Oda (1998).

Na otimização da fronteira eficiente foram considerados pesos aleatórios para cada ativo, de maneira a encontrar a carteira ideal. O peso aplicado para cada retorno corresponde à fração do valor da carteira aplicada naquele ativo. A construção do código para o cálculo dos pesos foi essencial para a determinação das carteiras, já que os pesos atribuídos às carteiras criadas foram números randômicos gerados.

Desta forma, foram otimizados 10.000 vezes, o que formou a fronteira eficiente, representada na figura (9), onde o eixo da abscissa representa o risco, o eixo ordenado representa o retorno esperado e cada ponto da figura representa uma carteira.

Figura 9 – Fronteira Eficiente da carteira teórica



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na figura, percebe-se que de todas as carteiras formadas, a carteira ideal, representado pelo ponto vermelho é a carteira que possui o maior retorno e o menor risco em relação aos retornos calculados dos ativos durante o período analisado. Os valores encontrados para a carteira ideal foram de um risco de 19,97% e um retorno esperado de 16,09%. Apesar do risco calculado ter sido maior que o retorno encontrado, após a otimização realizada, o resultado ainda é o ideal para a criação do portfólio.

Como a carteira calculada possui diversos ativos, para esta otimização foram atribuídos pesos para esses ativos, uma vez que nem todas as carteiras que são diversificadas também são eficientes. Cada peso corresponde ao percentual que cada ativo deve compor a carteira, ao considerar as etapas citadas anteriormente. A tabela 2 mostra o peso que foi calculado para cada ativo, com base na carteira eficiente.

Tabela 2 – Pesos dos ativos

Ativo	Peso
VALE3	9,31%
PETR4	1,62%
ITUB4	2,17%
ABEV3	16,49%
BBDC4	17,42%
SANB11	0,43%
MGLU3	1,66%
B3SA3	0,78%
VIVT4	16,06%
WEGE3	21,97%
BBAS3	0,24%
ITSA4	0,05%
JBSS3	11,80%

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

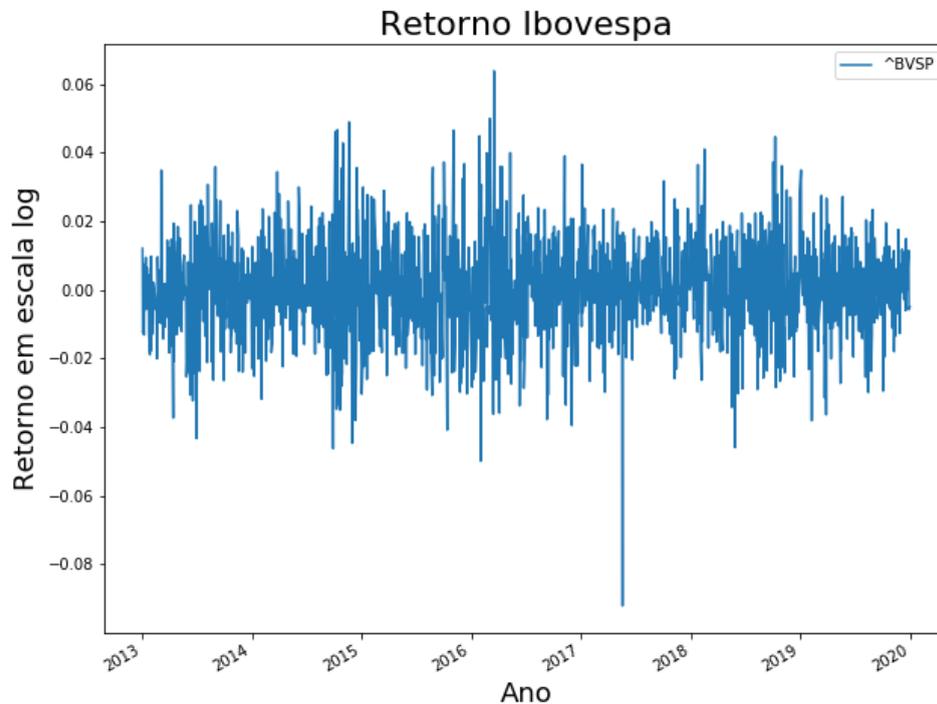
Percebe-se que os pesos encontrados ficaram bem equilibrados por segmento dos ativos que estavam presentes na carteira. O segmento financeiro representou 20,31% da composição da carteira, uma vez que vários ativos deste segmento estão presentes na carteira. Como no período analisado a bolsa de valores teve diversas oscilações, a carteira ficou bem aderente ao retorno, uma vez que, alguns ativos não obtiveram um retorno positivo em todos os anos da análise.

4.4 RETORNO DO IBOVESPA

O IBOVESPA pode ser considerado um processo estocástico uma vez que os preços de fechamento das ações não influenciam o preço de abertura nos dias seguintes. Como o foco da pesquisa foi analisar o comportamento dos ativos durante os anos de 2013 a 2019, entender se a variável é uma série temporal foi crucial para aplicar os próximos passos para atingir o objetivo da pesquisa. Uma série temporal é um conjunto de observações que são analisadas durante um tempo determinado.

Uma série temporal é estritamente estacionária se todos os momentos de sua distribuição de probabilidade, e não apenas os dois primeiros (ou seja, a média e a variância), são invariantes ao longo do tempo (Gujarati e Porter, 2011). Desta forma, com os retornos dos ativos compostos pela carteira, o passo seguinte foi entender se o retorno logarítmico do IBOVESPA durante o período analisado é uma série temporal estacionária. A figura (10) mostra o retorno do IBOVESPA durante o mesmo período analisado dos ativos que foram verificados para a formação da carteira eficiente.

Figura 10 – Retornos diários do Ibovespa



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A figura mostra que o comportamento do retorno do índice se manteve entre -0,04 a 0,06. Somente no dia 17/05/2017 o retorno aparece anormal devido ao fato do vazamento de áudio de Joesley Batista a respeito de escândalos de corrupção no Governo. Neste dia o IBOVESPA chegou a cair mais 12% e as operações tiveram que ser interrompidas devido à queda brusca nos preços das ações.

4.5 TESTE ADF e TESTE DE HIPÓTESE

O próximo passo foi identificar quais as variáveis são determinantes para entender de que forma o capital estrangeiro em carteira afeta o mercado de capitais brasileiro. A forma para entender como o fluxo de capital estrangeiro influencia ou não o mercado de capitais brasileiro foi considerar as seguintes variáveis: O retorno do índice Ibovespa, já calculado, o índice VIX, que calcula a volatilidade do principal índice do mundo, o S&P 500, a variação do Risco Brasil (VRP), também conhecida por EMBI+BR obtido no Ipeadata, a taxa básica de juros brasileira (SELIC) obtida pelos dados do BCB e o retorno da carteira teórica (RCT) obtida por meio do modelo da fronteira eficiente.

Para a aplicação desta parte do estudo foi utilizado o teste estatístico de Dickey-Fuller

Aumentado (ADF). O teste ADF é um teste de raiz unitárias que se aplica em séries temporais, onde se utiliza o resultado para avaliar em rejeitar a hipótese nula. Quanto mais negativo é o resultado encontrado, se torna mais indicativo rejeitar a hipótese nula de que existe uma raiz unitária na série estudada.

Para entender como as variáveis se são estacionárias ou não, foi aplicado o teste de hipótese e criadas as seguintes hipóteses:

- H0: Série temporal não é estacionária;
- H1: Série temporal é estacionária.

A tabela (3) mostra os resultados do teste ADF, p-valor e o resultado do de teste de hipóteses.

Tabela 3 – Teste de Hipóteses

Variável	Observações	Resíduos	Dickey-Fuller(ADF)	P-valor	Valores críticos do teste			Resultado
					1%	5%	10%	
<i>Rlbov</i>	1730	1728	-41.972.679	0	-3,43	-2,86	-2,57	Rejeita H0
<i>VIX</i>	1729	1727	-6,37269	0	-3,43	-2,86	-2,57	Rejeita H0
<i>VRP</i>	1729	1727	-2,283166	0,17746	-3,43	-2,86	-2,57	Não Rejeita H0
<i>SELIC</i>	1729	1727	0,650018	0,98879	-3,43	-2,86	-2,57	Não Rejeita H0
<i>RCT</i>	1729	1727	-43,92585	0	-3,43	-2,86	-2,57	Rejeita H0

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Foi possível verificar pelos resultados que a série de retornos do Ibovespa, da carteira teórica e do índice VIX são séries estacionárias e não possuem raízes unitárias. Além disso, as únicas variáveis que apresentaram um resultado do p-valor diferente de zero, portanto foram as variáveis que não se rejeitam H0.

4.6 REGRESSÃO DO RETORNO DO IBOVESPA

Após definidas as variáveis que são raízes estacionárias, o passo seguinte foi definir a regressão do retorno IBOVESPA A partir de então, aplicou-se o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para entender se realmente as variáveis são explicativas para os retornos do IBOVESPA. O modelo MQO permite encontrar o melhor ajuste para uma série de dados com a técnica de minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados que foram analisados. Diante disso, foi criada a seguinte regressão múltipla, representado pela equação (5):

$$Ribov = \beta_0 + \beta_1 VIX + \beta_2 VRP + \beta_3 SELIC + \beta_4 RCT + \epsilon \quad (5)$$

Considerou-se a variável dependente o Ribov e as outras variáveis como independentes. Dessa forma, chegou ao resultado de um R^2 de 0,759, o que representou um bom ajuste aos dados. Os resultados da primeira regressão estão na tabela (4).

Tabela 4 – Resultados da primeira regressão

Variável	P-valor (regressão 1)
Ribov	0,509
VIX	0,094
VRP	0,078
SELIC	0,716
RCT	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Foi necessário realizar uma segunda regressão visto que como a variável SELIC foi o maior valor encontrado na primeira regressão, decidiu-se então, retirar a variável e realizar um novo cálculo. A SELIC teve constantes cortes no período a partir de 2016, o que fez com que o investidor estrangeiro retirasse os recursos do país para investimentos com juros maiores. Os resultados da segunda regressão estão na tabela (5).

Tabela 5 – Resultados da segunda regressão

Variável	P-valor (regressão 2)
Ribov	0,401
VIX	0,102
VRP	0,046
RCT	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Já nos resultados encontrados pela segunda regressão percebe-se que o R^2 se manteve, o que confirmou a explicação do modelo e que as variáveis VRP e RCT apresentaram um nível de significância abaixo de 5%, ou seja, elas possuem significância sobre o Ribov. A variável VRP pode explicar o retorno do índice pois a partir de 2016 houve uma queda do risco-país, o que pode ter ocasionado uma atração de recursos estrangeiros para o país devido às mudanças políticas e econômicas causadas nesse período.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar como o Investimento Estrangeiro em Carteira influencia o mercado de capitais brasileiro. A partir da hipótese, para entender como o investidor estrangeiro se comporta diante ao risco existente, foram utilizados o modelo de Markowitz, para a obtenção de uma carteira teórica, a aplicação do teste ADF para identificar as séries que são estacionárias e partir de então, foi definido uma regressão múltipla com o modelo MQO para analisar como cada variável pode explicar a escolha do investidor estrangeiro optar por investir em ativos no Brasil.

Foi possível analisar pelo estudo que diferentes fatores são responsáveis pelos investimentos estrangeiros na bolsa brasileira. Como durante o período estudado houve uma melhora na economia brasileira e devido às mudanças políticas no país, o grau de confiança voltou a ser crescente, percebeu-se que um dos fatores que o investidor estrangeiro leva em conta ao investir recursos em portfólio é o risco-país, uma vez que essa variável permite medir não somente os fatores internos do país mas também, os fatores externos à economia brasileira e apresentou um nível de significância abaixo de 5%, o que pode ter sido explicado pelo modelo aplicado.

Ainda, as variáveis utilizadas apresentaram uma boa aderência ao ajuste nas regressões, uma vez que o R^2 de ambas as regressões calculadas foi de 0,759, ou seja, os dados possuem boa qualidade, dada a quantidade de observações das variáveis.

Foi admissível concluir que o investidor busca a melhor relação entre o risco e retorno dos seus investimentos e a Teoria Moderna do Portfólio permitiu com que fossem analisados uma composição de ativos que o investidor estrangeiro estaria disposto a investir. Com o modelo utilizado foi possível obter um retorno de 16,09% com a carteira criada, acima do retorno do índice Ibovespa (8,9%), já que buscou-se diminuir o risco e considerou-se apenas uma parte dos ativos que compõe o índice.

A utilização da Teoria Moderna do Portfólio foi melhor aplicada neste estudo, visto que o cálculo dos retornos dos preços das ações não forneceu bons resultados no trabalho de Rubesam e Beltrame (2013), que utilizaram carteiras com a maximização da razão de Sharpe e da média geométrica dos retornos. Os autores consideraram que os pesos nos ativos não são relativos para uma boa carteira. Ainda foi visto que o modelo DCCGARCH multivariado teve restrições nos cálculos do trabalho. Portanto, a técnica de Dickey- Fuller Aumentado mostrou bons resultados na pesquisa apresentada, conforme as conclusões expostas.

A utilização de meios computacionais permitiu que os cálculos que foram utilizados no

presente trabalho tivessem um grau maior de assertividade, uma vez que foi possível por meio da utilização de linguagem de programação modelar e simular modelos já existentes, mas que possuem um certo grau de complexidade. Atualmente, a utilização de Inteligência Artificial no mercado financeiro é difundida, uma vez que os dados estão cada vez mais robustos, o que exige uma melhor aderência para se obter os resultados desejados.

Como sugestão, seria interessante analisar o que investidor estrangeiro leva em consideração ao escolher investir em mercados de países desenvolvidos ao invés de mercado emergentes, visto que a variável VIX não teve significância estatística sobre o modelo aplicado, uma vez que o mercado financeiro estadunidense teve uma performance melhor que o mercado brasileiro durante o período analisado. Uma outra análise que poderia ser levada em conta é como a taxa de juros pode afetar os investimentos estrangeiros, visto que a taxa de juros no Brasil teve uma mudança durante o período analisado, o que seria interessante avaliar como o investidor estrangeiro se comportou durante o período de altas taxas de juros e o que influenciou nos investimentos estrangeiros com a queda da SELIC.

Por fim, o fluxo de capital estrangeiro é importante para o bom funcionamento do mercado financeiro brasileiro, pois permite a entrada de recursos que são essenciais para o crescimento das empresas nacionais, o que fortalece a economia nacional e valoriza ainda mais a produção, o que torna o Brasil , um país mais competitivo em relação à outros países.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, L.; LIMA, L. A. F.; RIBEIRO, E. J. J. (Orgs.). **Internacionalização de empresas: experiências internacionais selecionadas**. Brasília: Ipea, 2011.

AGGARWAL, R., KLAPPER, L., & WYSOCKI, P. D. (2003). **Portfolio preferences of foreign institutional investors**. World Bank Policy Research Working Paper, n. 3101.

ARAÚJO, Maiara Musy et al. **Análise do método CAPM para a mensuração do custo de capital próprio no mercado brasileiro**. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção- Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, 2015.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor**. Atlas, 2014.

ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado financeiro**. São Paulo: Atlas, 2018.

ASSAF NETO, Alexandre; LIMA, Fabiano Guasti. **Curso de administração financeira**. Atlas, 2019.

ASSAF NETO, A.; LIMA, F.G.; ARAÚJO, A.M.P. **Metodologia de cálculo do custo de capital no Brasil**. Congresso USP de Contabilidade, 2006.

ASSAF NETO, A.; LIMA, F.G.; ARAÚJO, A.M.P. **Uma proposta metodológica para o cálculo do custo de capital no Brasil**. R.Adm., São Paulo, v.43, n.1, p.72-83, jan-mar/2008.

BANCO MUNDIAL. **PIB, (US\$atual)**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/country/brazil?locale=pt>. Acesso em: 2 nov. 2019.

BARBOZA, Ricardo de Menezes. **Taxa de juros e mecanismos de transmissão da política monetária no Brasil**. Brazilian Journal of Political Economy, v. 35, n. 1, p. 133-155, 2015.

BERK, Jonathan; DEMARZO, Peter. **Finanças empresariais**. Bookman, 2010.

BERTO, R.M.V.S., NAKANO, D. N. **A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa**. Produção, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.

CALVO, G. A.; LEIDERMAN, L.; REINHART, C. M. **Capital inflows and real exchange rate appreciation in Latin America**. IMF Staff Papers, v. 40, n. 1, 1993.

CHARI, V.V.; KEHOE, P.J. 2003. **Hot money**. Journal of Political Economy, 111(6):1262-1292.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS(CVM). **Sobre a CVM**. Disponível em: http://www.cvm.gov.br/menu/aceso_informacao/institucional/sobre/cvm.html. Acesso em: 29 Nov. 2019.

COPELAND, Thomas E. et al. **Financial theory and corporate policy**. 2005.

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Qualitymark, 2010.

DE MORAES, Alex Sandro Monteiro; PINTO, Antonio Carlos Figueiredo; KLOTZLE, Marcelo Cabus. **Estimativas de longo prazo para volatilidade de series temporais no mercado financeiro brasileiro**. Revista Brasileira de Finanças, v. 11, n. 4, p. 455-479, 2013.

FAMA, E. F. **Efficient capital markets: a review of theory and empirical work**. *Journal of Finance*, USA, v.25, n.2, p.383-417, May 1970.

FIORENTIN, Guilherme Pons; AZEVEDO, André Filipe Zago de; REIS, Magnus dos. **A relação entre investimento estrangeiro direto e comércio internacional no Brasil entre 2001 e 2012**. 2018. Disponível em : <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8349> . Acesso em : 3 mai. 2020.

FRANZEN, André et al. **Determinantes do fluxo de investimentos de portfólio para o mercado acionário brasileiro**. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 39, n. 2, p. 301-328, 2009.

Gil, A.C.(2002). **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas.

GITMAN, Lawrence Jeffrey; MADURA, Jeff; Maria Lucia G. L. Rosa (Trad.). **Administração Financeira: Uma abordagem Gerencial**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2003.

GITMAN, Lawrence Jeffrey. **Princípios de administração financeira: essencial**. Pearson, 2010.

GOMES, Arthur Lucas Medeiros; SOUZA, Joao Carlos Félix. **Influência do Investimento em Portfólio no mercado de capitais brasileiro (2013-2019)**. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, n. E34, p. 350-362, 2020.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica-5**. Amgh Editora, 2011.

HIEDA, Akinori; ODA, André Luiz. **Um estudo sobre a utilização de dados históricos no modelo de Markowitz aplicado a Bolsa de Valores de São Paulo**. Seminários de Administração, v. 3, p. 1998, 1998.

IMF. **World Economic Outlook**, October 2015. International Monetary Fund, 2016.

KAUPA, Paulo Henrique; SASSI, Renato José; RAMALHO, Edinalva Batista. **Hybrid architecture to predict trends at stock exchange of são paulo: markowitz model and a multilayer perceptron**. In: International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 352-359.

MARKOWITZ, Harry. **Portfolio selection**. The journal of finance, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MACIEL, Leandro et al. **Impacto dos contratos futuros do Ibovespa na volatilidade dos índices de ações no Brasil: uma análise na crise do subprime**. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 42, n. 4, p. 801-825, 2012.

MATTEI, Lauro; SCARAMUZZI, Thaís. **A taxa de câmbio como instrumento do desenvolvimento econômico**. Brazilian Journal of Political Economy, v. 36, n. 4, p. 726-747, 2016.

MAZINI, Dhaniel Nunes; SATO, Renato Cesar. **Extração de dados financeiros com um web scraper: um estudo sobre a rentabilidade dos dividendos**. (2020).

MERCADO JR, Rogelio V.; PARK, Cyn-Young. **What drives different types of capital flows and their volatilities in developing Asia?**. International Economic Journal, v. 25, n. 4, p. 655-680, 2011.

MODENESI, A. M. **Convenção e rigidez na política monetária: uma estimativa da função de reação do BCB - 2000-2007**. Rio de Janeiro: Ipea, 2008. (Texto para Discussão, n. 1351)

MORETTIN, Pedro Alberto; BUSSAB, WILTON OLIVEIRA. **Estatística básica**. Saraiva Educação SA, 2017.

NADER, Giordanno. **A economia política da política monetária no Primeiro Governo Dilma: uma análise sobre taxa de juros, convenção e rentismo no Brasil**. Economia e Sociedade, v. 27, n. 2, p. 547-575, 2018.

NUNES, M. S.; COSTA Jr, N. C. A.; MEURERII, R. **A relação entre o mercado de ações e as variáveis macroeconômicas: uma análise econométrica para o Brasil**. Revista Brasileira de Economia, v. 59, n. 4, 2005.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social métodos e técnicas**. São Paulo: Editora Atlas SA. 1989.

ROCHA, Fernando (2002). **Informações Econômico-Financeiras**. Banco Central do Brasil. Disponível em: [https://www4.bcb.gov.br/pec/series/port/metada dos/mg182p.htm](https://www4.bcb.gov.br/pec/series/port/metada%20dos/mg182p.htm). Acesso em: 7 mai. 2020.

ROCHA, Katia; MOREIRA, Ajax; SILVEIRA, Marcos. **O fluxo de capital para as economias emergentes e o grau de desenvolvimento do sistema financeiro**. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 47, n. 2, p. 235-257, 2017.

ROGERS, Pablo; SECURATO, José Roberto; DE SOUSA RIBEIRO, Kárem Cristina. **Governança corporativa, custo de capital e retorno do investimento no Brasil**. REGE Revista de Gestão, v. 15, n. 1, p. 61-77, 2008.

ROSS, Stephen A. et al. **Administração financeira**. AMGH Editora, 2015.

Rubesam, A., & Beltrame, A. L. (2013). **Carteiras de variância mínima no Brasil**. Revista Brasileira de Finanças, 11(1), 81-118.

R. Neumann, R. Penl, and A. Tanku. 2009. **Volatility of Capital Flows and Financial Liberalization: Do Specific Flows Respond Differently?** International Review of Economics and Finance. 18. pp. 488–501.

SAMANEZ, Carlos Patricio. **Gestão de investimentos e geração de valor**. Pearson, 2013.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, P.B.(2013). **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: Penso.

SANTOS, Pedro Henrique; SOUZA, João Carlos Félix; DE ANDRADE, Vinnicius Matheus Moreira. **Uso do Value-At-Risk (VaR) para Mensuração de Risco em Fundos de Investimento de Renda Fixa a Partir do Modelo Delta-Normal e Simulação de Monte Carlo**. Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade, v. 7, n. 1, p. 60-77, 2017.

SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em contexto de risco**. São Paulo: Atlas, 1993.

Séries Históricas | B3. B3.com.br. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/mercado-a-vista/series-historicas/. Acesso em: 2 nov. 2019.

SILVA, E. L. D.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 4ª. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA FILHO, Edison Benedito da. **Trajatória recente do investimento estrangeiro direto e em carteira no Brasil.** 2015. Boletim de Economia e Política Internacional – Artigos. Disponível em : <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4034>.

SHARPE, William F., ALEXANDER, Gordon J., BAILEY, Jeffery V. **Investments.** New Jersey: Prentice Hall, 1995.

SOUZA, João Carlos Félix; DOS SANTOS, Pedro Henrique; MOTA, Patrick Laun Tatagiba. **Um estudo de eventos sobre a influência das eleições presidenciais de 2006, 2010 e 2014 sobre as ações dos quatro principais bancos comerciais Brasileiros/A study of events on the influence of the 2006, 2010 and 2014 presidential elections on the actions of the four main Brazilian commercial banks.** Brazilian Journal of Business, v. 1, n. 2, p. 640-658, 2019.

TRADING ECONOMICS. **Interest Rate.** Disponível em: <https://tradingeconomics.com/> . Acesso em: 1 dez. 2019.

TESAR, L.L.; WERNER, L.m. **Home bias and high turnover.** Journal of International Money and Finance, v. 14, n.4, p. 467-492, 1995

VERÍSSIMO, Michele Polline et al. **Liberalização da conta de capital e fluxos de portfólio para o Brasil no período recente.** Fórum BNB de Desenvolvimento, 2004.

APÊNDICE

	Pág.
Apêndice I Código para a obtenção dos retornos, covariância e correlação dos ativos.	46
Apêndice II Código utilizado para a obtenção da carteira eficiente	49
Apêndice III Código utilizado para o cálculo das regressões.	52

Apêndice I: Código para a obtenção dos retornos, covariância e correlação dos ativos.

In []:

```
# Importar Bibliotecas
```

In []:

```
import numpy as np
import pandas as pd
from pandas_datareader import data as wb
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

%matplotlib inline
```

In []:

```
# Importar Dados
```

In []:

```
tickers = ['VALE3.SA', 'PETR4.SA', 'ITUB4.SA', 'BBDC4.SA', 'ABEV3.SA', 'SANB11.SA', 'MGLU3.SA', 'B3SA3.SA', 'VIVT4.SA', 'WEGE3.SA', 'BBAS3.SA', 'ITSA4.SA', 'JBSS3.SA']
sec_data = pd.DataFrame()

for t in tickers:
    sec_data[t] = wb.DataReader(t, data_source='yahoo', start='2013-1-1', end='2019-12-31')['Adj Close']
```

In []:

```
sec_data.tail()
```

In []:

```
sec_data.head()
```

In []:

```
sec_data.iloc[0]
```

In []:

```
(sec_data / sec_data.iloc[0]*100).plot(figsize=(15,8));
titulo = "Carteira Teórica"
eixox = "Ano"
eixoy = "Preço em escala log"
plt.rcParams['legend.fontsize'] = 12
plt.title(titulo)
plt.xlabel(eixox)
plt.ylabel(eixoy)
plt.savefig('carteira.png', format='png')
plt.show()
```

In []:

```
sec_returns = np.log(sec_data / sec_data.shift(1))
```

In []:

```
sec_returns
```

In []:

```
sec_returns.to_excel("C:/Users/arthu/OneDrive/Documentos/Projeto de Graduação/Bases/retornos_carteira.xlsx")
```

In []:

```
#retorno
```

In []:

```
sec_returns.mean()
```

In []:

```
sec_returns.mean()*250
```

In []:

```
sec_returns.std()
```

In []:

```
sec_returns.std()*250**0.5
```

In []:

```
print (sec_returns.std()*250**0.5*100)
```

In []:

```
PG_var = sec_returns.var()  
PG_var
```

In []:

```
PG_var_a = sec_returns.var()*250  
PG_var_a
```

In []:

```
# Covariância
```

In []:

```
cov_matrix = sec_returns.cov()  
cov_matrix
```

In []:

```
cov_matrix_a = sec_returns.cov()*250  
cov_matrix_a
```

In []:

```
plt.figure(figsize=(15,8))
sns.heatmap(cov_matrix_a.cov(), annot=True,linewidth=0.5)
plt.title('Matriz de covariância dos ativos',fontsize=22)
plt.savefig('covariancia.png', format='png')
```

In []:

```
#correlção dos retornos
```

In []:

```
corr_matrix = sec_returns.corr()
corr_matrix
```

In []:

```
plt.figure(figsize=(15,8))
sns.heatmap(corr_matrix.corr(), annot=True,linewidth=0.5)
plt.title('Matriz de correlação dos ativos',fontsize=22)
plt.savefig('corelacao.png', format='png')
```

In []:

```
corr_matrix.to_csv('C:/Users/arthu/Documents/1-2020/corr_matrix.csv')
```

Apêndice II: Código utilizado para a obtenção da carteira eficiente.

In []:

```
# vamos importar os módulos necessários
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas_datareader.data as web
from datetime import datetime
```

In []:

```
# download dos dados pelo Yahoo Finance!

start = datetime(2013, 1, 1)
end = datetime(2019, 12, 31)
acoes = ['VALE3.SA', 'PETR4.SA', 'ITUB4.SA', 'BBDC4.SA', 'ABEV3.SA', 'SANB11.SA', 'MGLU3.SA',
          'B3SA3.SA', 'VIVT4.SA', 'WEGE3.SA', 'BBAS3.SA', 'ITSA4.SA', 'JBSS3.SA']
dados = web.get_data_yahoo(acoes, start, end)['Adj Close']
```

In []:

```
# checando os dados
dados.describe()
```

In []:

```
dados.tail()
```

In []:

```
# calculo dos retornos diários e anuais
retorno_diario = np.log(dados / dados.shift(1))
retorno_anual = retorno_diario.mean() * 250
```

In []:

```
retorno_diario.describe()
```

In []:

```
retorno_diario.tail()
```

In []:

```
retorno_diario.to_excel('C:/Users/arthu/OneDrive/Documentos/Projeto de Graduação/Bases/
teste.xlsx')
```

In []:

```
# cálculo da covariância diária e anual
cov_diaria = retorno_diario.cov()
cov_anual = cov_diaria * 250
```

In []:

```
# vamos criar 4 listas para armazenar os valores do retorno da carteira, o peso de cada ação, a volatilidade e o sharpe ratio
# empty lists to store returns, volatility and weights of imaginary portfolios
retorno_carteira = []
peso_acoes = []
volatilidade_carteira = []
```

In []:

```
# vamos usar uma simulação aleatória
numero_acoes = len(acoes)
numero_carteiras = 10000

np.random.seed(101)
```

In []:

```
# vamos fazer um for loop para preencher as lista que criamos anteriormente
for cada_carteira in range(numero_carteiras):
    # vamos dar um peso aleatório para cada ação dentro de cada carteira
    peso = np.random.random(numero_acoes)
    peso /= np.sum(peso)
    # vamos calcular o retorno das carteiras
    retorno = np.dot(peso, retorno_anual)
    # vamos calcular a volatilidade das carteiras
    volatilidade = np.sqrt(np.dot(peso.T, np.dot(cov_anual, peso)))

    # aqui nós usamos o método append para incluir cada carteira nas listas criadas anteriormente

    retorno_carteira.append(retorno)
    volatilidade_carteira.append(volatilidade)
    peso_acoes.append(peso)
```

In []:

```
carteira = {'Retorno': retorno_carteira,
            'Volatilidade': volatilidade_carteira}

for contar,acao in enumerate(acoes):
    carteira[acao+' Peso'] = [Peso[contar] for Peso in peso_acoes]

# vamos transformar nosso dicionário em um dataframe
df = pd.DataFrame(carteira)

# vamos nomear as colunas do novo dataframe
colunas = ['Retorno', 'Volatilidade'] + [acao+' Peso' for acao in acoes]
df = df[colunas]
```

In []:

```
df.plot.scatter(x='Volatilidade', y='Retorno', edgecolors='green', figsize=(10, 6), grid=True)
plt.xlabel('Risco')
plt.ylabel('Retorno Esperado')
plt.title('Fronteira Eficiente de Markowitz')
plt.show()
```

In []:

```
# vamos identificar as variáveis de interesse
menor_volatilidade = df['Volatilidade'].min()

# vamos identificar os dois principais portfolios
carteira_min_variancia = df.loc[df['Volatilidade'] == menor_volatilidade]
```

In []:

```
df.plot.scatter(x='Volatilidade', y='Retorno', edgecolors='black', figsize=(10, 8), grid=True)
plt.scatter(x=carteira_min_variancia['Volatilidade'], y=carteira_min_variancia['Retorno'], c='red', marker='o', s=200)
plt.grid(b=None)
plt.ylabel('Retorno Esperado', fontsize=18)
plt.xlabel('Risco', fontsize=18)
plt.title('Fronteira Eficiente de Markowitz', fontsize=22)
plt.savefig('fronteira.png', format='png')
plt.show()
```

In []:

```
print ("Essa é a carteira de Mínima Variância:", '\n',carteira_min_variancia.T*100)
print ('\n')
```

In []:

```
carteira_min_variancia.to_excel('C:/Users/arthu/Documents/1-2020/final.xlsx')
```

Apêndice III: Código utilizado para o cálculo das regressões.

In []:

```
import numpy as np
import pandas as pd
from scipy import stats
import statsmodels.api as sm
import matplotlib.pyplot as plt
```

In []:

```
data = pd.read_excel("C:/Users/arthu/OneDrive/Documentos/Projeto de Graduação/Bases/Regressão/teste.xlsx")
```

In []:

```
data
```

In []:

```
X = data[['Taxa de juros - Selic - % a.d.', 'RCT', 'VRP', 'VIX']]
Y = data['^BVSP']
```

In []:

```
X1 = sm.add_constant(X)
reg = sm.OLS(Y, X1).fit()
reg.summary()
```

In []:

```
X = data[['VIX', 'VRP', 'RCT']]
Y = data['^BVSP']
```

In []:

```
X1 = sm.add_constant(X)
reg = sm.OLS(Y, X1).fit()
reg.summary()
```

In []:

```
X = data[['VIX', 'RCT']]
Y = data['^BVSP']
```

In []:

```
X1 = sm.add_constant(X)
reg = sm.OLS(Y, X1).fit()
reg.summary()
```

ANEXOS

Pág.

Anexo I Valor de Mercado das ações do IBOVESPA

54

Anexo I: Valor de Mercado das ações do IBOVESPA

Ativo	Valor de Mercado (Bi de R\$)
VALE3.SA	246.492.168.192
ITUB4.SA	206.116.372.480
BBDC4.SA	144.820.240.384
PETR4.SA	225.839.759.360
B3SA3.SA	80.801.177.600
ABEV3.SA	183.133.290.496
ITSA4.SA	72.633.065.472
BBAS3.SA	74.584.244.224
JBSS3.SA	62.198.247.424
MGLU3.SA	89.332.105.216
LREN3.SA	26.481.973.248
SUZB3.SA	60.755.374.080
WEGE3.SA	76.377.251.840
GNDI3.SA	31.581.171.712
NTCO3.SA	38.244.966.400
RADL3.SA	33.921.251.328
RAIL3.SA	30.650.333.184
RENT3.SA	22.675.519.488
VIVT4.SA	77.789.028.352
EQTL3.SA	17.779.345.408
BBSE3.SA	45.103.874.048
LAME4.SA	40.306.597.888
UGPA3.SA	15.408.062.464
BRFS3.SA	18.394.480.640
BTOW3.SA	45.034.319.872
BRDT3.SA	21.214.648.320
CCRO3.SA	22.159.400.960
SBSP3.SA	25.836.677.120
SULA11.SA	14.563.843.072
GGBR4.SA	17.497.444.352
HYPE3.SA	17.928.937.472
HAPV3.SA	34.845.999.104
KLBN4.SA	23.305.799.680
ENGI11.SA	11.781.294.080
VVAR3.SA	11.281.136.640
TIMP3.SA	29.529.001.984
PCAR3.SA	14.769.556.480
COGN3.SA	7.867.689.984
EGIE3.SA	31.331.637.248
SANB11.SA	132.239.261.696
IRBR3.SA	6.187.362.816
CSAN3.SA	22.210.592.768
CMIG4.SA	11.981.100.032
YDUQ3.SA	7.159.595.008
ELET3.SA	36.222.783.488
BPAC11.SA	19.581.591.552
BRML3.SA	7.087.323.648
TOTS3.SA	10.672.128.000
CRFB3.SA	34.498.256.896

Ativo	Valor de Mercado (Bi de R\$)
QUAL3.SA	5.564.324.352
FLRY3.SA	6.383.278.080
BRAP4.SA	11.077.943.296
EMBR3.SA	4.582.084.096
TAE11.SA	6.629.612.544
CSNA3.SA	10.875.267.072
MULT3.SA	10.823.257.088
BRKM5.SA	18.193.074.176
AZUL4.SA	3.783.930.880
MRFG3.SA	9.769.089.024
ENBR3.SA	9.453.118.464
CPFE3.SA	34.210.301.952
CIEL3.SA	9.400.993.792
CYRE3.SA	4.862.988.800
MRVE3.SA	6.554.561.024
GOAU4.SA	5.220.071.936
BEEF3.SA	6.942.225.408
IGTA3.SA	5.006.147.584
USIM5.SA	5.928.891.392
CVCB3.SA	1.573.416.576
HGTX3.SA	1.926.415.872
ECOR3.SA	5.197.644.800
GOLL4.SA	3.828.095.744

Fonte: Yahoo Finance (2020).