



Congresso Internacional de Administração  
ADM 2021

Administração Ágil  
Inovação e Trabalho Remoto

25 a 27  
de outubro

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

## OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRAS EM RENDA VARIÁVEL: ANÁLISE DE UMA CARTEIRA TEÓRICA DO IBOVESPA

## PORTFOLIO OPTIMIZATION AT VARIABLE INCOME: ANALYSIS OF A THEORETICAL IBOVESPA PORTFOLIO

### ÁREA TEMÁTICA: FINANÇAS

Sabrina Junqueira Nabarque Nogueira, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, bihunqueira@gmail.com

Flavia Vital Januzzi, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, flavia\_januzzi@yahoo.com.br

Diego Reis Chain, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, diegorchain@gmail.com

Lucas Martins de Macedo, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, lucasmmacedo@yahoo.com.br

### Resumo

Diante de um cenário complexo para os investidores em virtude da pandemia de COVID-19, é de se esperar que estratégias mais defensivas, como a de um investidor passivo, sejam relevantes e eficazes para manter a rentabilidade de uma carteira de investimentos. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou comparar a rentabilidade ajustada ao risco de um investidor com perfil ativo (que constrói sua própria carteira por meio de otimização) versus outro com perfil passivo de investimento (que investe em fundo de ações por meio de ETF's) no contexto da crise financeira ocasionada pela ocorrência do COVID-19, tomando como base as ações mais líquidas e negociadas da B3, (aquelas que compõem o índice Ibovespa (IBOV)). Em outras palavras, busca-se através das análises aqui apresentadas incentivar as pessoas que investem passiva ou ativamente a questionarem sua maneira de conduzir suas aplicações frente a uma situação inédita no século XXI. Nesse sentido, para realizar o trabalho, utilizou-se dados diários dessas 80 ações do IBOV entre janeiro de 2020 e março de 2021 (para compor o período de comparação das estratégias). Através do método de otimização de carteiras, foi observado que o investidor com perfil ativo possui maiores possibilidades de ganho em relação ao perfil passivo, com rentabilidade máxima em torno de 15% para o período estudado.

**Palavras-chave:** Otimização de carteiras; COVID-19; Investimento; Rentabilidade

### Abstract

*Faced with a complex scenario for investors facing the COVID-19 pandemic, it is to be expected that more defensive strategies, such as that of a passive investor, will be relevant and effective for an investment portfolio. In this sense, this study aimed to compare the risk-adjusted return of an investor with an active profile (who builds his own portfolio through optimization) versus another with a passive investment profile (who invests in equity funds through ETFs) in context of the financial crisis caused by the occurrence of COVID-19, based on the most liquid and traded shares of B3, which are those that make up the Ibovespa index (IBOV). In other words, through the analyzes presented here, we seek to encourage people who invest passively or actively to question their way of conducting their applications in an unprecedented situation in the 21st century. In this sense, to carry out the work, daily data from 80 shares, which are part of the Ibovespa index between January 2020 and March 2021, were used. Through the portfolio optimization method, it was observed that the investor with an active profile has greater possibilities of gain in relation to the passive profile, with gains of around 15% for the period studied.*

**Keywords:** Portfolio optimization; COVID-19; Investment; Profitability

## 1. INTRODUÇÃO

O Mercado Financeiro foi por muito tempo considerado um estigma para diversas pessoas, sendo justificado pelos mais diversos e complexos motivos, que parpassam desde algum trauma social até questões culturais. Apesar deste estigma, é verdade que qualquer fator que antes limitava ou repelia os brasileiros de investir está perdendo força, visto que o aumento de CPFs cadastrados e ativos no portal da B3 (Brasil, Bolsa e Balcão) só aumenta: na última década o número aumentou cerca de 367% segundo o portal da entidade. (B3, 2021).

No contexto histórico, apesar de sermos um país com apenas 520 anos, passamos por diversos acontecimentos que marcaram a nossa economia, como a crise 1929, o Plano Collor na década de 90, o Plano Real em 95, a crise de 2008, além de diversos acontecimentos extra econômicos que também afetaram e afetam o perfil de investidores do Brasil (Infomoney, 2020). Com toda a entrada volumosa de brasileiros no mercado de capitais, vale salientar que além de volume, o perfil mudou. Existem hoje mais investidores jovens: as pessoas de 25 a 39 anos ocupam 49% da participação das operações na bolsa (Infomoney, 2020).

Levando em conta esse aumento de investimentos, o crescimento do PIB histórico, entre outros fatores, 2020 teria a chance de ser um ano de crescimento para o Brasil assim como outros países jovens, isso até o surgimento da pandemia do vírus SARS-CoV-2 ou a doença do Coronavírus (COVID-19), que afetou todos os setores econômicos e modificou as perspectivas de crescimento. Neste contexto de pandemia, o primeiro vivido neste século no Brasil, as economias globais de maneira geral foram muito impactadas. Houveram sim setores que conseguiram melhorar sua performance neste novo contexto como, por exemplo, plataformas de vídeo conferências e aplicativos de streaming, conforme destaca a revista Forbes (2020). Já áreas tradicionais como a de aviação, turismo e eventos, por exemplo, sofreram e ainda estão sofrendo impactos negativos desta crise (Estadão, 2020).

Em termos gerais esse trabalho tem como finalidade analisar a rentabilidade ajustada ao risco de um investidor com perfil ativo considerando o contexto da crise financeira ocasionada pela ocorrência do COVID-19. Serão tomadas como base as ações mais líquidas e negociadas da B3, que são aquelas que compõe o índice Ibovespa. Em termos específicos serão avaliadas carteiras de investimento formadas a partir do índice Ibovespa no contexto de uma carteira otimizada pelo investidor com operações de compra de ações formadas somente com ações do próprio índice. O *benchmark* escolhido para comparação é o ETF BOVA11, que replica o índice Ibovespa. A estratégia de compra é representada por carteiras formadas por investidores ativos, que adotaram a otimização como ferramenta de decisão para escolha das suas ações. Toda a análise será realizada avaliando a performance das carteiras considerando o período de janeiro de 2020 à março de 2021.

Em outras palavras, busca-se através das análises aqui apresentadas incentivar as pessoas que investem passiva ou ativamente a questionarem sua maneira de conduzir suas aplicações frente a uma situação inédita no século XXI, uma pandemia na era da digital. Esse contexto nunca visto pode trazer ensinamentos importantes e até impactar as mudanças de perfil dos investidores e através deste trabalho busca-se trazer uma base comparativa a luz da estatística analítica.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Fundos de Investimento

Os fundos de renda variável são carteiras de investimentos compostas por ativos, porém nessa modalidade a composição deve ser majoritariamente de títulos de renda variável, levando em conta o primeiro nível de classificação da Ambima que diz que para um fundo ser considerado

de renda variável ele precisa conter no mínimo 67% de títulos em ações à vista, bônus ou recibos de subscrição e cotas dos fundos de índice de ações. (Ambima, 2020).

Para a gestão dos fundos de investimento em ações podemos nos guiar pelo segundo nível de classificação segundo a cartilha da Ambima, que separa as gestões em:

- Fundos indexados: que são aqueles com objetivo de replicação de rentabilidade semelhante aos ativos de referência;
- Fundos ativos: aqueles que têm como propósito superar a rentabilidade do ativo de referência ou que não segue nenhuma referência;
- Fundos específicos: estes adotam estratégias que tem alguma característica específica, como por exemplo, ações de um único grupo empresarial; e
- Fundos de investimento no exterior: os quais direcionam pelo menos 40% do patrimônio líquido em ativos no exterior.

Um dos pontos interessantes de participar de um fundo de investimento em ações é a diversificação em carteira que pode ser obtida, esta diversificação pode ser composta observando o terceiro nível de classificação de um fundo. Segundo a cartilha, este terceiro nível diz respeito à estratégia que pode ser adotada, tal como:

- Valorização ou Crescimento da empresa: fundos que buscam a perspectiva e o potencial de crescimento das empresas;
- Setoriais: fundos que adotam como estratégia investimento nos ativos de um mesmo setor econômico, por exemplo, empresas de aviação;
- Dividendos: preferência por empresas que pagam ou pretendem pagar dividendos;
- Small Caps: Fundos em que a composição de carteira é de 85% em ações de empresas que não estejam incluídas entre as 25 maiores participações do IBrX - Índice Brasil, ou seja, ações de empresas com relativamente baixa capitalização de mercado;
- Governança/ Sustentabilidade: que diz respeito a transparência e sustentabilidade da operação da empresa;
- Índice ativo: para os fundos que tem um índice como referência e trabalha para superá-lo; e
- Livre: que é a adoção de estratégia baseada em outra premissa definida pelo gestor do fundo de maneira não padronizada.

Após o entendimento dos fundos de maneira geral, é interessante também abordar um tipo de fundo específico que são os ETFs (*Exchange Traded Fund*) fundos que, geralmente, tem por objetivo garantir rentabilidade de um índice referência para seus investidores e este pode ser um exemplo de aplicação da gestão passiva, uma vez que os esforços de gestão do fundo estão direcionados única e exclusivamente para atingir o retorno no mesmo parâmetro do índice base. Apesar de ser menos popular que outros investimentos no Brasil, os ETFs têm aumentado sua popularidade, segundo a B3 em 2019 as negociações chegaram a cerca de 12 bilhões o que é o dobro do ano anterior, 2018 (B3,2020).

Um dos ETFs brasileiros mais conhecidos é o BOVA11, que é um exemplo de fundo de ações com gestão passiva cujo referencial é o Ibovespa que é composto pelas ações de maior negociabilidade do mercado (B3, 2020). O nome oficial do BOVA11 é *Shares Ibovespa Fundo de Índice* e este foi lançado em novembro de 2008, e atualmente é administrado por uma gestora

americana, a Black Rock (Infomoney, 2020). Este fundo de índice é considerado o principal do Brasil, segundo a B3 (B3,2020) movimenta cerca de 80% dos investimentos em ETFs e atualmente tem na composição as ações das empresas: Itaú, Bradesco, Vale e Petrobrás, assim como a cesta do IBOVESPA.

No Brasil existem outros fundos de índice que dividem o *share* com o BOVA11, são eles BRAX11 e PIBB11, diferente do BOVA11 estes têm como objetivo replicar o retorno de índices que são compostos pelos 100 e 50 papéis mais negociados na bolsa, respectivamente. O que torna o BOVA11 o mais movimentado dos três, segundo a B3 é sua liquidez já que existem mais de 5000 operações ao dia no fundo. Embora os fundos não sejam isentos de Imposto de renda (nem em operações que movimentam menos de 20 mil reais), por conta da liquidez podem ser interessantes a depender do perfil dos investidores (Infomoney, 2020).

## 2.2. Risco, Retorno e Diversificação de Ativos

Um aspecto importante quando se trata de alocação de recursos em um investimento é a avaliação da disposição ao risco que o investidor possui. Gitman (2010) diz que “No sentido mais básico, risco é a chance da perda financeira”. Este conceito aplicado quer dizer que numa decisão de investimento existe a ponderação sobre a possibilidade de perda financeira e essa é um dos pilares da tomada de decisão.

Apesar de ter uma definição geral o risco pode assumir uma amplitude diferente em cada situação. Há diversas maneiras de se medir, nem sempre com exatidão, qual o risco que eminentemente será assumido em uma decisão de investimento. Segundo Bodie (2010) existem graus de risco e existe inclusive a aversão ao risco, que se caracteriza por situações em que há uma contrapartida positiva e mesmo assim não há disposição para alocar o recurso visto que a chance de perda é representativa e significativa.

Tendo em vista os riscos que estão envolvidos em uma decisão é preciso mencionar os retornos que estão inversamente embutidos aos riscos. Retorno, segundo Gitman (2003) “é o total de ganhos ou perdas ocorridos através de um dado período de tempo”, isso significa que o retorno pode ser considerado como um prêmio incorrido àquele que assumiu algum risco e não necessariamente este prêmio é um ganho.

Jordan et al (2010) dizem que o retorno total pode ser dividido em duas parcelas: o retorno esperado e o inesperado. O retorno esperado é aquele que, geralmente, tem o grau de previsibilidade maior e faz parte da tomada de decisão de investimento, já o retorno inesperado é aquele composto pela falta de previsão ou base de estudo, mesmo que haja conhecimento sobre a probabilidade de acontecer o retorno desejado, recebe este nome apenas por ser algo com medição e projeção pouco eficiente ou inexistente.

Na visão de Gitman (2007) para avaliar o risco tendo como base o retorno precisa-se calcular o retorno esperado, sendo mensurado pela seguinte expressão:

$$\bar{r} = \sum_{j=1}^n r_j \times P_{r_j} \quad (1)$$

Onde:

$r_j$  = retorno para o j esperado

$P_{r_j}$  = probabilidade de ocorrência de j resultados

$n$  = número de resultados considerados

Considerando as várias perspectivas para avaliar o risco já apresentadas e o entendimento dos retornos possíveis o risco de um ativo pode ser mensurado com a base estatística do desvio padrão utilizando a seguinte expressão segundo Gitman (2007):

$$\sigma_r = \sqrt{\sum_{j=1}^n (r_j - \bar{r})^2 \times P_{r_j}} \quad (2)$$

Já quando se avalia o risco de uma carteira precisamos entender a diversificação, um conceito que se consolidou fortemente em 1952 com o modelo de otimização de carteira de Harry Markowitz. De acordo com Bodie (2010, p.195) “Seu modelo é precisamente o primeiro passo da gestão de carteiras: a identificação do conjunto eficiente de oportunidades ou a fronteira eficiente de ativos de risco”. Markowitz (1952) trouxe com este modelo a ideia sobre o mix de investimento que pode se tornar a melhor estratégia de ganho, isto porque misturar ativos agrega a possibilidade de ganhos com cenários diferentes, ou seja, caso sejam alocados recursos em ativos de comportamentos diferentes existe a chance de se obter retornos satisfatórios mesmo que os cenários sejam os previstos ou não. Desta forma, a equação abaixo demonstra o cálculo do desvio padrão entre dois ativos, A e B, que nos permite encontrar uma medida de volatilidade entre estes ativos, já incorporando através da covariância os efeitos da diversificação. Em outras palavras a diversificação existe sempre que ativos com correlação menor que 1 já se encontram combinados dentro da mesma carteira.

$$\sigma_p = \sqrt{(\omega^2 A \times \sigma^2 A) + (\omega^2 B \times \sigma^2 B) + 2 \times \omega A \times \omega B \times COV_{A,B}} \quad (3)$$

Em que:

$\sigma_p$  = desvio padrão da carteira

$\omega$  = peso do ativo na carteira/ participação percentual na carteira

2 x = variância do ativo (dobro do desvio padrão)

$COV_{A,B}$  = covariância do ativo A com ativo B

### 2.3. O Modelo de Markowitz

A otimização de carteiras, na definição de Bodie (2010), pode ser entendida como a combinação de ativos que satisfazem os objetivos de risco e retorno de um investidor. Essa otimização pode ser feita a partir de vários modelos levando em conta os riscos e retornos a serem assumidos e esperados. Um destes modelos é o de Markowitz (1952), que segue um passo a passo para chegar à carteira ótima de investimento, ou seja, aquela que maximiza os retornos para um dado nível de risco.

Neste modelo, temos que o primeiro passo para a otimização é determinar o risco e o retorno individual de cada ativo disponível ao investidor. Posteriormente, aplica-se a otimização calculando o peso dos ativos que irão compor as carteiras de menor risco para distintos patamares de retornos esperados. Esse conjunto de carteiras forma a fronteira eficiente. Essa fronteira é a curva de variância mais baixa possível de ser alcançada com um retorno esperado determinado. É possível através do modelo de Markowitz calcular a carteira de variância mínima (ou seja, a carteira de menor risco da fronteira eficiente) como é mostrado pela Figura 1 a seguir.

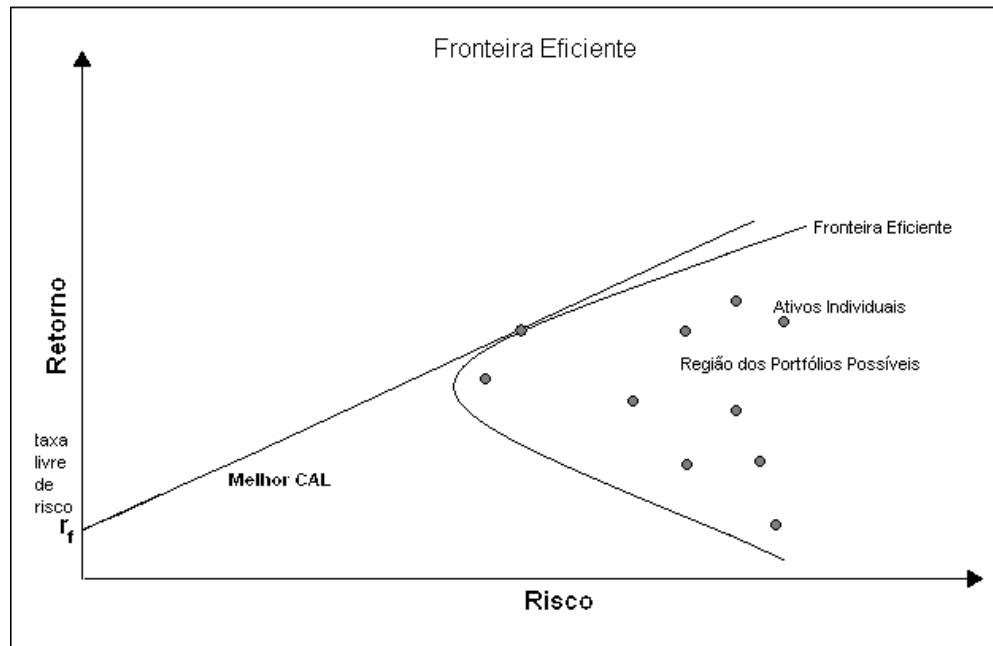


Figura 1 – Representação gráfica da fronteira de variância mínima

O ponto principal da teoria de Markowitz é, então, a possibilidade de classificar uma carteira levando em conta o retorno determinado e o desvio padrão, traçando uma curva resultante desses eixos. Em resumo o que está acima da curva de variância é chamada de fronteira de ativos de risco, o que está abaixo desta fronteira se torna ineficiente e, portanto, pode ser substituído por um ativo de retorno maior.

Para comparar uma possível cesta de ativos, podemos utilizar a linha de alocação de capital (*capital allocation line* – CAL) como mostrado na figura 1. O ponto tangente entre a CAL e a fronteira eficiente, é entendida como a carteira de variância mínima global. Esse ponto de tangência é usado na teoria das carteiras de Markowitz (1952) como uma representação dos ativos livre de risco, ou seja, torna a fronteira eficiente já delimitada ainda melhor utilizando ativos que são isentos de risco caso o investidor queira ir mais fundo na análise da carteira ótima.

#### 2.4. Estudos de Otimização de Carteiras

Caldeira, Moura e Santos (2012) utilizaram a abordagem de Markovitz (1958) para otimizar carteiras de títulos públicos brasileiros. Para isso, eles empregam modelos fatoriais para prever a curva de juros. A representação fatorial é explorada para modelar de forma parcimoniosa a matriz de covariância condicional das diversas maturidades, permitindo obter estimativas para retornos esperados e a matriz de covariância destes. A amostra consiste de taxas de juros diárias de janeiro de 2005 a março de 2011. Estas estimativas são, então, utilizadas para obter carteiras ótimas de média-variância e mínima variância para títulos públicos. Os resultados encontrados indicam que a aplicação de títulos públicos de diferentes maturidades para as carteiras otimizadas possuem desempenho ajustado ao risco superior ao obtido pelo *benchmark*, isto é, possuem uma rentabilidade maior.

Já Santos e Tessari (2012) examinam a aplicabilidade e desempenho fora da amostra das estratégias quantitativas de otimização por média-variância e mínima-variância com relação ao desempenho da carteira ingênua ponderada (1/N) e da carteira teórica do índice Ibovespa. Na obtenção de carteiras ótimas, restritas para venda a descoberto, foram empregadas matrizes de covariâncias estimadas com base em cinco abordagens alternativas: matriz de covariância amostral, matriz RiskMetrics, e três estimadores propostos por Ledoit & Wolf (2003). Foram

utilizados os retornos de 45 ativos que fizeram parte do índice Ibovespa tanto na data inicial do período amostral, 02 de março de 2009, quanto na data final, 24 de novembro de 2011, totalizando 677 observações. O artigo mostra que a escolha de estimadores sofisticados (robustos ao erro de estimação) para a matriz de covariâncias é capaz de gerar carteiras otimizadas com um desempenho ajustado ao risco consistentemente superior ao obtido por meio da abordagem tradicional baseada na matriz de covariâncias amostral, sendo igualmente superior aos *benchmarks* considerados (índice Ibovespa e portfólio ingênuo igualmente ponderado). Além disso, o uso de estimadores mais sofisticados para a matriz de covariâncias gerou carteiras com menor *turnover* ao longo do tempo.

Adicionalmente, Leite et al. (2012) buscaram testar uma metodologia alternativa para a aplicação da teoria de Carteiras de Mínima Variância e do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), utilizando-se ações de companhias de Energia Elétrica para a constituição de índices acionários. A partir de dados que compreendem o período entre 9 de janeiro de 2009 a 21 de dezembro de 2009, totalizando 235 observações, os autores buscaram testar uma metodologia que utiliza a análise fatorial de séries temporais e o determinante de covariância mínima (DCM) para realizar a otimização de carteiras de ativos à luz da teoria de Markowitz (1952) e do modelo CAPM. Foi utilizada a análise fatorial de séries temporais, que é uma extensão da análise fatorial padrão aplicada em séries temporais, e o DCM, visando estabelecer os melhores agrupamentos possíveis de ativos para a criação de índices com correlação elevada, moderada ou baixa entre seus ativos componentes e, assim, estimar os riscos sistêmicos (coeficientes betas). Os autores encontraram evidências estatísticas de que a metodologia foi efetiva para testar a teoria de carteiras otimizadas, que maximiza a relação risco vs. retorno em torno dos índices de ações constituídos.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho compara a rentabilidade de uma carteira de investimento através da abordagem quantitativa-descritiva que tem como base o índice Ibovespa (IBOV) sob a perspectiva de uma carteira otimizada pelo investidor com operações de compra de ações formada a partir das ações do IBOV. Essa estratégia implementada parte do princípio que seriam representadas por carteiras formadas por investidores ativos, que adotaram a otimização como ferramenta de decisão para escolha das suas ações.

Desta forma, o presente estudo apresenta caráter quantitativo, que conforme definido por Knechtel (2014), é uma modalidade de pesquisa que atua sobre um problema humano ou social, baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico, com o objetivo de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não.

Para a realização dos procedimentos matemáticos, foi utilizado o software estatístico com a linguagem de programação R para analisar as carteiras com ações do IBOV, através do método de otimização de carteira de investimento, sendo feita a comparação de rentabilidade em uma carteira formada por investidores ativos em operações de compra durante o ano de 2020 e primeiro trimestre de 2021, com a estratégia de um investidor passivo que ficasse apenas comprado no ETF do Ibovespa (BOVA11), que reproduz o índice.

#### 3.1. Amostra

A amostra do presente estudo é composta por 80 ações, que estão distribuídas dentro dos 11 setores definidos pela B3, a dizer: Bens Industriais, Comunicações, Consumo Cíclico, Consumo Não Cíclico, Financeiro, Materiais Básicos, Petróleo, Gás e Biocombustíveis, Saúde, Tecnologia da Informação, Utilidade Pública e Outros. Para comparar a performance das

carteiras, optou-se por utilizar o período que compreende janeiro de 2020 a março de 2021, pois abarca o período pré pandemia de COVID19 até o processo de recuperação dos mercados. A amostra empregada no trabalho utiliza somente as ações do índice Ibovespa, representadas pelas ações mais líquidas e negociáveis do mercado brasileiro, ou seja, as ações de maior volume (em valor financeiro e em número) negociadas durante o período analisado. Ainda, para realização da otimização foram considerados os últimos 10 anos da série histórica dessas 80 ações, com dados diários (2010 à 2019).

Cabe ressaltar que o Ibovespa tem em seu fundo os ativos que representam no mínimo 80% dos negócios do pregão e possui uma reavaliação quadrimestral (B3, 2021). Conforme descrito anteriormente, uma carteira de investimentos possui pesos diferentes para cada ativo, visto que a média ponderada simples não é eficiente para calcular os pesos. Atualmente as dez principais ações que compõe o índice, que estão descritas na tabela 1 a seguir, representam 47,8% do peso do Ibovespa, o que demonstra uma grande concentração do volume de negócios e importância em poucas empresas.

<b>CÓDIGO</b>	<b>AÇÃO</b>	<b>%</b>
VALE3	VALE	12,4276
ITUB4	ITAU UNIBANCO	5,9731
B3SA3	B3	5,0419
BBDC4	BRADESCO	4,9504
PETR4	PETROBRAS PN	4,7768
PETR3	PETROBRAS ON	3,8254
ABEV3	AMBEV S.A.	3,1336
MGLU3	MAGAZINE LUIZA	2,6843
WEGE3	WEG	2,6290
SUZB3	SUZANO S.A.	2,3679

Tabela 1 – Ações com maior participação no Ibovespa

#### **4. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Através da utilização dos dados históricos coletados foi feita a análise de resultados através da ótica da posição de operação de compra que, segundo a corretora de mercado Clear (2019), significa acreditar que a ação vai subir em seu valor de entrada no mercado, ou seja, significa que quando alguém escolhe operar comprado está contando com a valorização do ativo para auferir ganhos. Para efeito de comparação, a carteira do investidor comprado foi comparada com uma carteira de investimento passiva, isto é, que replica o desempenho do Índice Ibovespa através da compra de cotas do fundo de investimento em índice BOVA11.

##### **4.1. A Carteira**

A primeira análise a ser feita é a rentabilidade nas operações de compra utilizando as ações do índice Ibovespa. A fronteira eficiente para os ativos (com restrição de pesos sempre positivos, que simboliza a estratégia do investidor comprado) encontra-se expressa na figura 2:



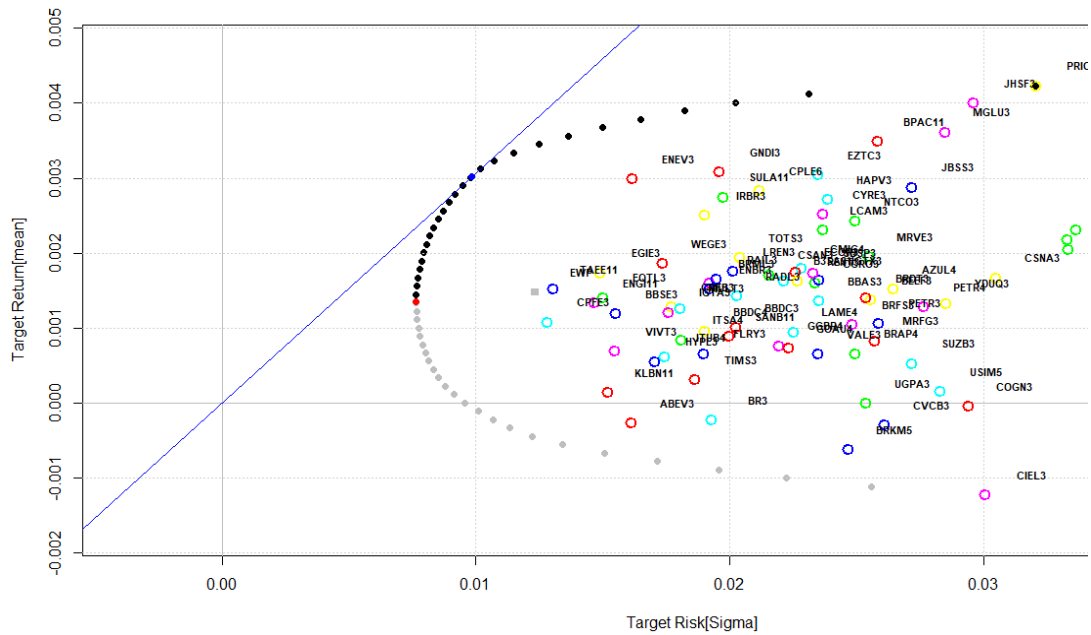


Figura 2 - Representação gráfica da fronteira eficiente

Os pontos representados acima da carteira de mínima variância (ponto vermelho da figura 2) sinalizam o início da fronteira eficiente. Os pontos abaixo desse recorte representam carteiras ineficientes (ou seja, com relação retorno/risco menos satisfatórias).

As duas configurações de carteira que foram adotadas nesse trabalho foram, a de mínima variância (menor risco possível) e a de tangência (maior índice de Sharpe, simbolizando o ponto da fronteira eficiente com melhor relação risco/retorno dentre todos disponíveis).

A tabela 2 abaixo representa os ativos alocados na carteira otimizada por mínima variância e seus respectivos pesos:

CÓDIGO	PESO
CPFE3	0,1688
ENEV3	0,0841
IRBR3	0,0793
TAE11	0,076
VIVT3	0,0718
ABEV3	0,0655
EMBR3	0,0594
SUZB3	0,0572
KLBN11	0,049
TOTS3	0,0469
HAPV3	0,0416
GNDI3	0,0376
HYPE3	0,0355
PRI03	0,0237
EGIE3	0,0234
BRKM5	0,0205
VALE3	0,0173
BBSE3	0,0116

SULA11	0,0103
ENGI11	0,0102
BEEF3	0,0047
BRFS3	0,0041
MRF33	0,0017

Tabela 2 - Ativos alocados e seus pesos em carteira de mínima variância

Nesta alocação apenas 23 dos 80 ativos que compõe o Ibovespa receberam os pesos diferentes de zero, sendo alocados na carteira otimizada. Esse portfólio possui um desvio padrão diário de 0,0076 e um retorno médio diário de 0,13%. Vale destacar que os cinco primeiros ativos representam cerca de 48% do peso da carteira, sendo eles:

- CPFE3: representa a CPFL Energia, uma holding que trabalha em todas as áreas no mercado energético, como geradora e distribuidora de energia;
- ENEV3: representa a Eneva, empresa que atua em conjunto nos setores de energia elétrica e petróleo, gás e combustíveis, visto que a empresa é responsável pela geração de energia e também explora e produz gás natural, comercializando a energia produzida;
- IRBR3: representa a IBR Resseguradora, empresa pertencente ao setor financeiro da B3 e que atua no mercado de seguros, sendo o principal foco o mercado de resseguros;
- TAEE11: representa a Taesa, empresa ligada ao setor de energia elétrica, sendo uma das maiores do setor no quesito transmissão, possuindo linhas em todo o território brasileiro; e
- VIVT3: representa a Telefônica Brasil, pertencente ao setor de comunicações e é um dos maiores conglomerados do mundo, atuando no Brasil principalmente através da marca Vivo.

O destaque desta carteira fica para o setor de energia elétrica, responsável por 3 dos maiores pesos na carteira. O setor elétrico e de saneamento, pertencentes ao setor de utilidade pública da B3 é, historicamente, visto como um setor altamente rentável, estável e que dispõe de pagamentos altos em dividendos. As ações desse setor sempre estão entre as mais listadas pelas corretoras brasileiras para se manter na carteira, sendo utilizadas como mecanismo de proteção visto que o risco atrelado ao negócio é baixo, isto é, existem poucas variáveis exteriores que são capazes de afetar o modelo de negócio dessas empresas.

A segunda abordagem do estudo é através do índice de Sharpe, medido através da linha tangente à curva formada pela fronteira eficiente, representando a melhor relação risco retorno. Na linha tangente desta fronteira para a operação de compra podemos identificar novos ativos e pesos para a composição desse portfólio. O ponto de tangência é marcado em azul na figura 2. A tabela 3 abaixo apresenta os ativos alocados através da carteira otimizada ( que maximiza o índice de Sharpe-também chamada de carteira de tangência):

CÓDIGO	PESO
ENEV3	0,2309
IRBR3	0,1413
GNID3	0,1409
PRI03	0,111

SULA11	0,0959
HAPV3	0,0648
JBSS3	0,0559
JHSF3	0,0471
BPAC11	0,0383
TOTS3	0,0317
LCAM3	0,016
MGLU3	0,0132
SUZB3	0,0132

Tabela 3 - Ativos alocados e seus pesos em carteira de índice de Sharpe

A partir da tabela 3, podemos observar um portfólio mais enxuto, com apenas 13 ativos dos 80 possíveis. Esse portfólio possui um desvio padrão diário de 0,0098 e um retorno médio diário de 0,3%. Há, também, uma alta concentração de peso entre os primeiros cinco papeis, em que cerca de 70% da carteira está concentrada nesses papeis. São eles:

- ENEV3: Empresa do setor elétrico, já descrita anteriormente;
- IRBR3: Empresa do setor financeiro, já descrita anteriormente;
- GNDI3: Representa a Notre Dame Intermédica, atua no setor de saúde, sendo uma das maiores operadoras do setor, com planos de saúde e odontológicos;
- PRIO3: Representa a Petro Rio, empresa ligada ao setor de petróleo, gás e combustíveis e atua na gestão de reservatórios de petróleo e no redesenvolvimento de campos maduros, com foco em investimento e recuperação de ativos em produção; e
- SULA11: Representa a Sul América, empresa ligada ao setor financeiro, atuando no mercado de seguros, previdência e gestão de ativos de capitalização, concentrando suas atividades nos segmentos de saúde, odontologia, vida e previdência.

#### 4.2. A Rentabilidade das Carteiras

Para efeitos de mensuração da rentabilidade da carteira ativa, após a otimização, foi feita uma análise aplicando ao modelo uma quantia de R\$100.000,00, seguindo os direcionamentos e posições dos ativos nas duas carteiras: a de mínima variância e a de índice de Sharpe.

Para a carteira de mínima variância, tem-se, na tabela 4, as informações de um portfolio teórico considerando o peso das ações, exposto anteriormente na tabela 2, em que são apresentados o preço por ação, a quantidade e o valor total da operação e os dividendos totais recebidos:

CÓDIGO	PESO	PREÇO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	PROVENTOS TOTAIS
CPFE3	16,88%	R\$ 32,82	529	R\$ 16.880,00	R\$ 3.112,16
ENEV3	8,41%	R\$ 10,92	770	R\$ 8.410,00	R\$ 0,00
IRBR3	7,93%	R\$ 35,39	224	R\$ 7.930,00	R\$ 231,26
TAEE11	7,60%	R\$ 26,05	292	R\$ 7.600,00	R\$ 1.270,32
VIVT3	7,18%	R\$ 43,13	166	R\$ 7.180,00	R\$ 2.730,18
ABEV3	6,55%	R\$ 18,10	362	R\$ 6.550,00	R\$ 860,08
EMBR3	5,94%	R\$ 19,73	301	R\$ 5.940,00	R\$ 0,00
SUZB3	5,72%	R\$ 39,68	144	R\$ 5.720,00	R\$ 64,04

KLBN11	4,90%	R\$ 18,39	266	R\$ 4.900,00	R\$ 108,97
TOTS3	4,69%	R\$ 21,27	220	R\$ 4.690,00	R\$ 206,84
HAPV3	4,16%	R\$ 12,68	328	R\$ 4.160,00	R\$ 112,17
GNDI3	3,76%	R\$ 67,78	55	R\$ 3.760,00	R\$ 36,68
HYPE3	3,55%	R\$ 34,10	104	R\$ 3.550,00	R\$ 652,58
PRI03	2,37%	R\$ 6,61	358	R\$ 2.370,00	R\$ 0,00
EGIE3	2,34%	R\$ 47,95	49	R\$ 2.340,00	R\$ 439,05
BRKM5	2,05%	R\$ 29,85	69	R\$ 2.050,00	R\$ 173,59
VALE3	1,73%	R\$ 48,01	36	R\$ 1.730,00	R\$ 566,18
BBSE3	1,16%	R\$ 32,90	35	R\$ 1.160,00	R\$ 438,53
SULA11	1,03%	R\$ 52,85	19	R\$ 1.030,00	R\$ 36,04
ENGI11	1,02%	R\$ 51,62	20	R\$ 1.020,00	R\$ 15,15
BEEF3	0,47%	R\$ 11,67	40	R\$ 470,00	R\$ 22,34
BRFS3	0,41%	R\$ 35,20	12	R\$ 410,00	R\$ 0,00
MRFG3	0,17%	R\$ 9,85	17	R\$ 170,00	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>	<b>4416</b>	<b>R\$ 100.000</b>	<b>R\$ 11.076,16</b>

Tabela 4 - Disposição da carteira com aporte na operação de compra com mínima variância

A partir da disposição da tabela 8, percebemos que, apesar dos 5 primeiros ativos representarem cerca de 48% da carteira de mínima variância, os preços e pesos da carteira tornam a quantidade de papéis não escalonáveis, isto é, não necessariamente a carteira com mais peso é a que possui maior valor nominal de papéis, medidos através da quantidade, mas sim, no valor total investido. Nesse sentido, temos que a empresa CPFL Energia foi a que recebeu maior aporte, totalizando R\$16880,00, seguidas por Eneva, com R\$8410,00 e IRBR, com R\$7930,00. Por outro lado, temos que levar em conta para a rentabilidade da carteira uma questão importante: os dividendos. Eles são pagos através do número nominal de ações, sendo assim é necessário levar em conta essa questão na análise da rentabilidade. Desta forma, podemos perceber que ativos que pagaram mais dividendos são 1º e 5º na classificação de pesos. Outro ponto importante é percebermos que a 2º classificada em peso não remunerou seus acionistas na forma de dividendos ou juros sobre capital próprio, enquanto outras empresas com pesos muito menores na carteira optaram por essa forma de remuneração. Essas questões tornam o equilíbrio da composição da carteira como um todo interessante, tanto no aspecto de valorização dos ativos como de ganhos mais imediatos nos dividendos e juros sobre capital próprio distribuídos, o que altera as estratégias de investimento, a depender de cada tipo de investidor.

Seguindo a análise da carteira com investimento de R\$100.000,00, temos a carteira otimizada pelo critério de tangência (ou seja com maior índice de Sharpe em relação às demais carteiras da fronteira), representada na tabela 5 abaixo, em que apresenta as empresas, o peso na carteira, o preço do ativo, a quantidade de ações comparadas, o valor financeiro e os dividendos recebidos no período:

CÓDIGO	PESO	PREÇO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL	PROVENTOS TOTAIS
ENEV3	0,2309	R\$ 10,92	2114	R\$ 23.090,00	R\$ 0,00
IRBR3	0,1413	R\$ 35,39	399	R\$ 14.130,00	R\$ 411,93
GNDI3	0,1409	R\$ 67,78	208	R\$ 14.090,00	R\$ 138,72
PRI03	0,111	R\$ 6,61	1679	R\$ 11.100,00	R\$ 0,00

SULA11	0,0959	R\$ 52,85	181	R\$ 9.580,00	R\$ 343,34
HAPV3	0,0648	R\$ 12,68	511	R\$ 6.480,00	R\$ 174,76
JBSS3	0,0559	R\$ 24,41	229	R\$ 5.590,00	R\$ 495,70
JHSF3	0,0471	R\$ 6,19	694	R\$ 4.710,00	R\$ 511,05
BPAC11	0,0383	R\$ 18,62	206	R\$ 3.830,00	R\$ 432,78
TOTS3	0,0317	R\$ 21,27	149	R\$ 3.170,00	R\$ 140,09
LCAM3	0,016	R\$ 21,97	73	R\$ 1.600,00	R\$ 130,65
MGLU3	0,0132	R\$ 11,88	111	R\$ 1.320,00	R\$ 25,06
SUZB3	0,0132	R\$ 39,68	33	R\$ 1.320,00	R\$ 14,68
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>	<b>6587</b>	<b>R\$ 100.000</b>	<b>R\$ 2.818,76</b>

Tabela 5 - Disposição da carteira com aporte na operação de compra com índice de Sharpe

Pela configuração por pontos de tangência da fronteira eficiente tem-se novamente o ativo ENEV3 participando no ranking dos 5 papéis de maior peso, constituindo 2114 ações dentro da carteira otimizada. Em seguida, tem-se a PRIO3 com 1679 ações e a JHSF3, com 694 ações. Vale destacar que essa carteira apresenta uma concentração muito maior em relação à de mínima variância, visto que os cinco primeiros ativos representam aproximadamente 70% da alocação dos recursos. Outro ponto interessante dessa alocação é que, apesar dos cinco primeiros ativos concentrarem a maior parte da distribuição da carteira, em pouco contribuíram em relação ao recebimento de dividendos. Nesse caso, as demais ações representam aproximadamente 68% da rentabilidade em dividendos e/ou juros sobre capital próprio. Essa disposição da carteira é interessante, pois nos demonstra que é possível haver uma rentabilidade tanto em dividendos quanto em ganhos de capital em uma carteira otimizada, o que acaba reduzindo o risco.

Por fim, a tabela 6 abaixo apresenta um comparativo, considerando o ano de 2020 e o primeiro trimestre de 2021, para as rentabilidades finais da carteira teórica nos dois casos anteriores e como comparativo utilizando uma carteira teórica baseada no índice Ibovespa, através do fundo de investimento BOVA11.

Carteira	2020				2021	Acumulado	Montante Final	Retorno Final
	1º Tri	2º Tri	3º Tri	4º Tri	1º Tri			
BOVA11	-38,0%	32,0%	-1,0%	26,0%	-2,0%	1,0%	R\$ 100.710,240	1,0%
Mínima Variância	-27,3%	23,2%	-6,1%	20,0%	1,6%	3,4%	R\$ 114.440,620	14,4%
Tangência	-39,8%	48,5%	5,4%	28,9%	1,6%	23,4%	R\$ 106.183,250	6,2%

Tabela 6 - Representação do retorno final para mínima variância e tangência

A partir da análise da tabela 6 é possível compararmos as duas carteiras juntamente à carteira formada pelo fundo BOVA11. Dentro do montante final calculado já está embutido o valor recebido em dividendos e/ou juros sobre capital próprio, conforme expostos na tabela 4 e 5 anteriormente. O destaque aqui é feito para a carteira de mínima variância, que apresentou um retorno final de 14,4%, mais que o dobro da carteira de tangência. (esta apresentou 23 ativos contra 13 ativos presentes na carteira de tangência). Essa maior diversificação propiciou uma maior proteção às quedas sofridas pelo mercado em especial em 2020. Ainda, o retorno da carteira de mínima variância é significativamente superior ao investimento no BOVA11.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como propósito comparar a rentabilidade de um investidor com perfil ativo (que constrói sua própria carteira) versus outro com perfil passivo de investimento (que investe em fundo de ações) no contexto da crise financeira ocasionada pela ocorrência do COVID-19, tomando como base as ações mais líquidas e negociadas da B3, que são aquelas que compõe o índice Ibovespa (IBOV) durante os quatro trimestres de 2020 e o primeiro trimestre de 2021. Para tal, a amostra contou com 80 ações, sendo o período de estimação para a otimização da carteira o período de 2010 à 2019. Para efeitos de comparação, foram traçadas duas carteiras teóricas de compra, isto é, em que o investidor atua ativamente na compra das ações. A primeira otimização de carteira se deu através da estratégia de mínima variância, enquanto a segunda foi através da maximização do índice de Sharpe. As rentabilidades obtidas em cada uma dessas operações foram comparadas com aquela obtida por um investidor que operasse passivamente, isto é, através de um fundo que replica o índice Ibovespa, nesse caso, o BOVA11.

Para mensurar essa possível rentabilidade, foi estimada uma carteira de investimento com aporte de R\$100.000,00. A partir dessa simulação, constou-se que a carteira de mínima variância apresentou maior retorno, com cerca de 14% durante o período. Já a carteira de tangência apresentou um retorno de aproximadamente 6,2%. Em comparação ao BOVA11, ambas as carteiras apresentaram desempenho superior, visto que, para o mesmo período, o retorno aproximado do fundo que replica o Ibovespa gerou uma taxa de rentabilidade de 1% para o investidor passivo. Sendo assim, conclui-se que através de uma estratégia ativa de compra foi possível obter um retorno superior dentro de um cenário adverso, como o proporcionado pela COVID-19. Considerando a limitação do número de ações e o tempo estudado, sugere-se para estudos futuros reapplicar todas as análises em um cenário mais estável para o mercado financeiro, a fim de verificar se os resultados encontrados seriam semelhantes. Ainda, sugere-se utilizar como comparativo outros índices, como o de *Small Caps* (SMLL B3) para abarcar mais empresas presentes na B3.

## REFERÊNCIAS

- Ambima. Cartilha da nova classificação de fundos de investimentos 2020. Disponível em: [https://www.ambima.com.br/data/files/B4/B2/98/EF/642085106351AF7569A80AC2/Cartilha\\_da\\_Nova\\_Classificacao\\_de\\_Fundos\\_1\\_.pdf](https://www.ambima.com.br/data/files/B4/B2/98/EF/642085106351AF7569A80AC2/Cartilha_da_Nova_Classificacao_de_Fundos_1_.pdf). Acesso em janeiro de 2021
- Balcão, Brasil e Bolsa. Acionamento de Circuit Breakers em 2020. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/noticias/circuit-breaker.htm](http://www.b3.com.br/pt_br/noticias/circuit-breaker.htm). Acesso em abril de 2020.
- Balcão, Brasil e Bolsa. Estudo sobre perfil de investidores pessoa física na Bolsa. 2020. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/noticias/pessoa-fisica.htm](http://www.b3.com.br/pt_br/noticias/pessoa-fisica.htm). Acesso em junho de 2020.
- Balcão, Brasil e Bolsa. Índice Ibovespa. 2021. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/ibovespa.htm](http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/ibovespa.htm). Acesso em março de 2021.
- Balcão, Brasil e Bolsa. Manual da Metodologia do Índice Bovespa (IBOVESPA). 2020. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/ibovespa.htm](http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/ibovespa.htm). Acesso em outubro de 2020.
- Balcão, Brasil e Bolsa. Setor de atuação B3. 2021. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/produtoseservicos/negociacao/rendavariavel/acoes/consultas/classificacao-setorial/](http://www.b3.com.br/pt_br/produtoseservicos/negociacao/rendavariavel/acoes/consultas/classificacao-setorial/)
- Bodie, Z., Kane, A. e Marcus, A. (2010). Investimentos. Editora AMGH.
- Caldeira, J. F., Moura, G. V., & Santos, A. A. P. (2013). Otimização de Carteiras de Títulos Públicos. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 5(3), 349–376.
- CLEAR. <https://blog.clear.com.br/entenda-diferenca-entre-operar-comprado-ou-vendido/>
- Estadão. Os impactos do Coronavírus em 11 setores. Disponível em: <https://investidor.estadao.com.br/mercado/impactos-coronavirus-nos-setores>. Acesso em dezembro de 2020.
- Forbes. Pesquisa revela os setores que estão se dando bem na crise causada pela pandemia. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-insider/2020/04/pesquisa-revela-os-setores-que-estao-se-dando-bem-na-crise-causada-pela-pandemia/>. Acesso em: dezembro de 2020.
- Gitman, L.J. (2007). Princípios de Administração Financeira. Editora Pearson Universidades
- Infomoney. Pessoas físicas aumentam presença na Bolsa de Valores, mas reduzem valor investido. 2020. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/pessoas-fisicas-aumentam-a-presenca-na-bolsa-mas-reduzem-o-valor-investido/>. Acesso em setembro de 2020.
- Infomoney. Sobre ETFs. 2020. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/cotacoes/etfs-boa11/>. Acesso em outubro de 2020.
- Jordan, Ross, Westerfield e Lamb. (2010). Fundamentos de Administração Financeira. Editora AMGH.
- Knechtel, M.R.. (2014). Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes.
- Ledoit, O., & Wolf, M. (2003). Improved estimation of the covariance matrix of stock returns with an application to portfolio selection. *Journal of Empirical Finance*, 10, 603-621.
- Leite, G. et al. (2012) Otimização de Carteiras de Ativos Financeiros: teste em índices de ações de Companhias de Energia Elétrica. *Revista Gestão & Tecnologia*, 12(2), 33-63.
- Markowitz, H.M. (1952) Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7, 77-91.

Santos, A.A.P, Tessari, C. (2012). Técnicas Quantitativas de Otimização de Carteiras Aplicadas ao Mercado de Ações Brasileiro. *Revista Brasileira de Finanças*, 10(3), 369-393