

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
FACC - FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS

Marina Luz de Barros Marins

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FUNDOS DE  
INVESTIMENTO DE GESTÃO QUANTITATIVA**

Rio de Janeiro, 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
FACC - Faculdade de Administração e Ciências Contábeis

Marina Luz de Barros Marins

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FUNDOS DE INVESTIMENTO  
DE GESTÃO QUANTITATIVA**

Orientador: Prof. Marco Antônio Cunha de Oliveira

Rio de Janeiro, 2021

*As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade da autora.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu pai, pelo suporte em cada passo dessa jornada. À minha mãe, por ter me ensinado o valor dos estudos. Ao meu irmão, por ser uma das pessoas mais inteligentes com as quais tenho o privilégio de conviver.

À minha madrinha, por sempre ter me dado a certeza de poder contar com ela.

Agradeço também aos docentes da UFRJ, que tornaram essa experiência rica e proveitosa.

## **RESUMO**

Esse estudo tem por objetivo analisar os fundos de investimentos classificados como quantitativos, ao verificar se a premissa de normalidade dos retornos altera o ranking dos fundos. Foram utilizados os dados de retorno mensal de 9 fundos com gestão sistemática do mercado brasileiro. Calculou-se o Índice de Sharpe e o Índice de Sortino, utilizando a Poupança como taxa livre de risco, e verificou-se a normalidade dos retornos no período de 48 meses, utilizando o teste de Jarque-Bera. Ao se comparar os rankings, observou-se que há alteração em vista da mudança de indicadores.

**Palavras-chave:** Fundos de Investimento; Gestão Quantitativa; Avaliação de Performance; Rentabilidade ajustada ao Risco.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Introdução.....</b>                                   | <b>8</b>  |
| <b>1.1 Avaliação de Performance e sua importância.....</b> | <b>8</b>  |
| <b>1.2 Gestão Quantitativa.....</b>                        | <b>9</b>  |
| <b>1.3 Apresentação do Tema.....</b>                       | <b>10</b> |
| <br>   |           |
| <b>2 Referencial Teórico.....</b>                          | <b>11</b> |
| <b>2.1 Fundos de Investimento.....</b>                     | <b>11</b> |
| <b>2.2 Retorno.....</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>2.3 Risco.....</b>                                      | <b>14</b> |
| <b>2.4 Coeficiente de Correlação.....</b>                  | <b>16</b> |
| <b>2.5 Diversificação.....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>2.6 Teoria do Portfólio.....</b>                        | <b>18</b> |
| <b>2.7 Avaliação de Performance.....</b>                   | <b>21</b> |
| <b>2.8 Modelos de Avaliação.....</b>                       | <b>22</b> |
| 2.8.1 Índice de Sharpe.....                                | 23        |
| 2.8.2 Índice de Sortino.....                               | 24        |
| 2.8.3 Índice de Treynor.....                               | 25        |
| 2.8.4 Alfa de Jensen.....                                  | 26        |
| 2.8.5 Índice de Modigliani.....                            | 26        |
| <b>2.9 Testes para Normalidade da Amostra.....</b>         | <b>27</b> |
| 2.9.1 Shapiro-Wilk.....                                    | 28        |
| 2.9.2 Kolmogorov-Smirnov.....                              | 28        |
| 2.9.3 Jaque-Bera.....                                      | 29        |
| <br>   |           |
| <b>3 Metodologia.....</b>                                  | <b>31</b> |
| 3.1 Base de dados.....                                     | 31        |
| 3.2 Definição de Períodos.....                             | 31        |
| 3.3 Indicadores e fórmulas utilizados.....                 | 32        |
| 3.4 Taxa Livre de Risco.....                               | 32        |
| 3.5 Amostra dos Fundos Quantitativos.....                  | 32        |
| <br>   |           |
| <b>4 Resultados.....</b>                                   | <b>33</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.1 Período de Análise.....                     | 33        |
| 4.2 Fundos Analisados.....                      | 33        |
| 4.3 Teste de Normalidade.....                   | 36        |
| 4.4 Índice de Sharpe dos Fundos e Ranking.....  | 37        |
| 4.5 Índice de Sortino dos Fundos e Ranking..... | 38        |
| 4.6 Comparação dos Rankings.....                | 39        |
| <br>  |           |
| <b>5 Conclusão.....</b>                         | <b>40</b> |
| <br>  |           |
| <b>Referências Bibliográficas.....</b>          | <b>41</b> |

## **1.Introdução**

### **1.1 Avaliação de Performance e sua importância**

O setor de Fundos de Investimento brasileiro tem apresentado crescimento constante nas últimas décadas. Segundo dados divulgados pela Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (Anbima), o PL Total dos fundos de investimento aumentou 484,36% entre dezembro de 2002 e dezembro de 2020, enquanto a quantidade de fundos passou de 4.540 para 22.263 no mesmo período.

Esse cenário em expansão expõe a importância de estudos que analisem as características dos fundos brasileiros, tais como: os ativos para alocação dos recursos captados, taxas de administração e performance cobradas, rentabilidade obtida no período e os níveis de risco assumidos entre as modalidades de fundos do mercado (FARIA; SOUZA; MALAQUIAS, 2016).

A partir da necessidade de avaliar o desempenho dos diferentes produtos do mercado financeiro, surge então a criação de mecanismos formais de processo de seleção de tais produtos, visando compará-los em termos de retorno esperado e exposição de risco, além de otimizar a relação entre risco x retorno dos investidores (SANTOS; MARTINS, 2018).

Esses indicadores são importantes, tanto para os profissionais quanto para todo tipo de investidor, pois é um instrumental largamente utilizado para a tomada de decisão, tal que podemos observar volumes altos de recursos mudando de mãos de acordo com o resultado desses números (VARGA, 2001).

Para Gomes e Cresto, os investidores devem ser cuidadosos no momento de escolha dos melhores fundos para alocarem seus recursos, pois nem todos os fundos obtêm resultados satisfatórios (2010, apud FARIA; SOUZA; MALAQUIAS, 2016), assim, a forma de gestão dos fundos também deve ser levada em consideração, pois ela pode interferir na rentabilidade líquida dos fundos.

### **1.2 Gestão Quantitativa**



Além da notória competitividade do setor, vivemos numa era informatizada, onde a quantidade de dados e informações é abundante, e têm crescido de forma exponencial. Para Szalay e Gray (2006, p. 413), “os volumes de dados estão dobrando a cada ano, na maioria das áreas da ciência moderna, e sua análise está ficando mais e mais complexa”. Assim, os desafios em considerar todas as variáveis disponíveis aumentam, ainda que os gestores sejam altamente experientes e qualificados.

Ademais, os gestores estão fadados aos vieses comportamentais inerentes ao ser humano. Bazerman (2014, p.19) discorre sobre processo decisório da seguinte forma:

“[...] os que tomam decisões retêm apenas uma quantidade pequena de informações em sua memória utilizável. Finalmente, as limitações de inteligência e erros de percepção restringem a capacidade que os tomadores de decisões têm de “calcular” com precisão a escolha ideal, dentre o universo de alternativas disponíveis.”  
(BAZERMAN, 2014, p.19)

O autor ainda cita o trabalho dos cientistas da decisão prescritiva, que estudam o desenvolvimento de métodos para a tomada de decisões ideais, podendo sugerir modelos matemáticos que ajudem o tomador de decisões a agir de forma mais racional. Em outro trecho, o autor destaca que as restrições de tempo e custo limitam a quantidade e a qualidade da informação disponível.

Para Haenlein e Kaplan (2019), os avanços em Inteligência Artificial, em conjunto com uma maior disponibilidade de dados e de poder computacional, prometem melhorar a capacidade das máquinas. Tais avanços também favorecem o surgimento da gestão sistemática de investimentos.

De acordo com Fabozzi, Focardi e Jonas (2008), há duas categorias de modelos de gestão, aqueles baseados em fundamentos e aqueles baseados na análise de séries temporais dos preços e retornos passados. Eles definem o processo de investimento como fundamentalista (ou tradicional), se for executado por um gestor de patrimônio que use informação e julgamento humanos. E definem como quantitativo se as decisões que adicionam valor forem feitas, em sua maioria, a partir de resultados gerados por modelos computacionais, que seguem regras determinadas.

A partir de extensa pesquisa, pode-se estabelecer que fundos de investimento quantitativos baseiam suas gestões em modelos econométricos de previsão. As estratégias são definidas

matematicamente a partir das variáveis determinadas pelos gestores. Tais variáveis são calculadas e classificadas como relevantes ou espúrias, tornando-se parte dos modelos, ou sendo retiradas. As decisões de investimento são tomadas com base nesses modelos e realizadas de forma automática. Algoritmos de decisão costumam ser implementados a fim de agilizar as ordens de compra e venda de ativos, tornando o processo mais rápido e menos dependente dos gestores.

Para Abis (2020), a presença de fundos quantitativos tem crescido constantemente entre 2000 e 2017: triplicaram em número e apresentaram um aumento de mais de 6 vezes o valor dos ativos sob gestão. Cresceram a uma taxa mais acelerada que fundos discricionários, indo de 2,63% para 6,62% do Patrimônio Líquido Total (TNA) do mercado americano, e o total de fundos desse tipo passou a representar de 7,87% a 17,18% do setor.

### **1.3 Apresentação do Tema**

O objetivo desse trabalho é analisar os Fundos de Investimentos classificados como quantitativos a partir do Índice de Sharpe e Índice de Sortino, e verificar se a premissa de normalidade dos retornos altera o ranking criado (que representa o ordenamento dos fundos).

Para compor a análise, serão utilizados os Índices de Sharpe e Sortino, calculados a partir de uma amostra composta por 9 fundos, com dados dos últimos 48 meses, em frequência mensal. Como taxa livre de risco será utilizada a Poupança e a premissa de normalidade será testada com o modelo Jarque-Bera.

O trabalho será dividido em cinco etapas. Após esta Introdução ao tema, será apresentado o Referencial Teórico, uma revisão bibliográfica dos principais conceitos sobre Fundos de Investimento, Avaliação de Performance, Teoria de Carteiras e Indicadores de desempenho. Em seguida, será exposta a Metodologia utilizada e os Resultados obtidos. Por fim, a Conclusão acerca dos fundos avaliados.

## **2 Referencial Teórico**

### **2.1 Fundos de Investimento**

A Instrução nº 555 da CVM, de 17/12/2014, traz no Artigo 3º a seguinte definição: “O fundo de investimento é uma comunhão de recursos, constituído sob a forma de condomínio, destinado à aplicação em ativos financeiros”

Para Oliveira e Pacheco (2011, p.187), um fundo de investimento é uma concentração de recursos em forma de condomínio, aberto ou fechado, cujo objetivo é investir em ativos e valores mobiliários disponíveis no mercado financeiro.

Segundo Assaf Neto (2014, p. 615):

“os Fundos de Investimento representam grupos de investidores (condomínios) e oferecem a comodidade de administrar seus recursos monetários de maneira profissional, sem necessidade de os participantes dominarem técnicas de análise mais sofisticadas e manter grande fluxo de informações relativas ao mercado de capitais.”  
(ASSAF NETO, 2014, p. 615)

A responsabilidade do gestor da carteira de um Fundo de Investimento é definida como a de:

“selecionar os ativos que irão compor a carteira em termos da melhor relação risco-retorno, adequar a estrutura da carteira e seu risco à política de investimento definida para o Fundo, decidir sobre compras e vendas de ativos no mercado representando os cotistas, etc.”  
(ASSAF NETO, 2014, p. 615)

### **2.2 Retorno**

A taxa de retorno é definida por Oliveira Filho (2008, p.21) como a razão entre o valor resultante de um investimento em relação ao montante investido, em um determinado intervalo de tempo. O retorno pode ser entendido, também, como o ganho (ou perda) de um determinado investimento num dado período (ASSAF NETO, 2014, p.473).

Podem ser computados dois tipos de retorno: discreto e contínuo. O retorno contínuo (ou logarítmico) pressupõe uma capitalização indeterminada e é calculado da seguinte forma:

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Onde,

$R_t$  = taxa de retorno do investimento

$P_t$  = preço do ativo no período  $t$

$P_{t-1}$  = preço do ativo no período anterior ( $t - 1$ )

Para Sá (1999, p.143), se não existirem fluxos intermediários entre os dois pontos que representam o intervalo no qual se quer medir a rentabilidade, o cálculo da taxa de retorno é efetuado da seguinte forma:

$$R = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$$

Onde,

$R$  = taxa de retorno do investimento

$P_t$  = preço do ativo no período  $t$

$P_{t-1}$  = preço do ativo no período anterior ( $t - 1$ )

Para uma carteira de ativos, a taxa esperada de retorno é a média da taxa de retorno dos ativos que a compõe, ponderada por sua participação na carteira. Para dois ativos, usa-se a seguinte fórmula:

$$E(R_p) = [W \times R_x] + [(1 - W) \times R_y]$$

Onde,

$E(R_p)$  = valor esperado da taxa de retorno do portfólio

$W$  = percentual da carteira aplicado no ativo X

$(1 - W)$  = percentual da carteira aplicado no ativo Y

$R_x$  e  $R_y$  = taxas de retorno esperadas dos ativos X e Y, respectivamente.

A fórmula pode ser generalizada para  $n$  ativos, conforme abaixo:

$$E(Rp) = \sum_{j=1}^n Rj \times Wj$$

Onde,

$E(Rp)$  = taxa retorno esperada (ponderada) do portfólio

$Wj$  = percentual da carteira aplicado no ativo j

$Rj$  = taxa de retorno esperada do ativo j

### 2.3 Risco

Na administração financeira, pode-se entender o risco como “a capacidade de se mensurar o estado de incerteza de uma decisão mediante o conhecimento das probabilidades associadas à ocorrência de determinados resultados ou valores” (ASSAF NETO, 2014, p.467). O autor também associa a ideia de risco, mais especificamente, “às probabilidades de ocorrência de determinados resultados em relação a um valor médio esperado” (ASSAF NETO, 2014, p.467).

O desenvolvimento de métodos estatísticos tornou possível a mensuração e a previsão do risco. Como exemplos, Sá (1999, p.27) cita o desenvolvimento de modelos matemáticos de cálculo das probabilidades, por Blaise Pascal e Pierre de Fermat, por volta de 1650; a Lei dos Grandes Números e o processo de inferência estatística, por Jacob Bernoulli em 1703; o descobrimento da estrutura da distribuição normal e o cálculo do desvio padrão, em 1730 por Abraham de Moivre; o surgimento de uma nova vertente estatística, a escola bayesiana, criada por Thomas Bayes em 1754, que demonstrava como utilizar informações antigas e novas para melhor fundamentar uma tomada de decisão. Também é relevante apontar: o desenvolvimento do modelo de regressão linear, por Francis Galton, em 1875; a teoria dos jogos, desenvolvida por Von Neumann e Morgenstern em 1944; e, finalmente, a teoria de otimização de carteiras de Markowitz, de 1952.

Tais avanços acadêmicos são a base dos atuais instrumentos de quantificação e análise do risco, que pode ser interpretado como a variabilidade na taxa de retorno, gerando resultados positivos ou perda financeira.

## **Risco e Incerteza**

Markowitz (1959) aponta a incerteza como um fator relevante na análise de investimentos, uma vez que as leis econômicas, da forma como são entendidas, não permitem previsões exatas. Tal complexidade se dá pela quantidade de variáveis envolvidas na construção de um cenário econômico. O autor afirma, ainda, que a incerteza não impossibilita que se faça uma análise de um portfólio de maneira cautelosa e eficaz, que identifique as potencialidades e os pontos fracos de uma dada carteira e que forneça subsídios pertinentes para uma tomada de decisão de investimento.

No cotidiano dos operadores de mercado, investidores e administradores de recursos, as operações são efetuadas sem garantia de que o retorno esperado será efetivamente realizado. Assim, pode-se afirmar que a incerteza é uma variável importante no processo de tomada de decisão, a respeito de quais ativos e em que momento investir (OLIVEIRA; PACHECO, 2011, p.250).

Por essas decisões estarem fundamentalmente voltadas para o futuro, é imprescindível que se introduza a incerteza como uma das mais significativas variáveis no estudo das operações do mercado financeiro (ASSAF NETO, 2014, p.467).

A diferença principal entre os conceitos de risco e incerteza consiste na possibilidade de mensuração. Enquanto numa situação de risco a distribuição de probabilidades de cada evento relacionado à decisão tomada é conhecida; numa situação de incerteza não se conhece a exata distribuição associada aos eventos que podem resultar das referidas decisões (SÁ, 1999, p.28).

Assim, sempre que a incerteza puder ser medida matematicamente, ela receberá o nome de risco. Ou seja, risco pode ser definido como a mensuração matemática da incerteza quanto ao resultado futuro de um investimento (OLIVEIRA; PACHECO 2011, p.250).

Sá (1999, p.161) e Assaf Neto (2014, p.468) dizem que uma forma comum de mensuração de risco é através da medida estatística do desvio padrão da distribuição de rentabilidades, que indica o grau de variação do retorno em relação à média. Oliveira e Pacheco (2011, p.268) consideram o desvio padrão como a medida estatística mais eficiente para apurar o risco de um investimento, pois mede a volatilidade da variável (ou título) analisada.

É possível, ainda, descrever o risco como a possibilidade de perda de um investimento financeiro. Nesse contexto, Sá (1999, p.180) classifica em quatro grandes grupos: risco operacional, de mercado, de liquidez e de crédito. Oliveira e Pacheco (2011, p.252) incluem ainda o risco legal.

Sá (1999, p.180) aponta que o risco de mercado está associado à volatilidade dos preços dos títulos negociados e às correlações entre eles. Oliveira e Pacheco (2011, p.260) o descrevem como o risco que representa “a incerteza em relação ao comportamento dos preços dos ativos em função de oscilações de variáveis como taxas de juros, câmbio, preço de ações, dentre outras”.

Há também a distinção entre risco absoluto e risco relativo. O primeiro representa a possibilidade de o preço de um ativo apresentar comportamento diferente do esperado, gerando perdas ao investidor. O segundo é o risco de haver um descasamento entre o preço do ativo e seu parâmetro de referência, ou benchmark (OLIVEIRA; PACHECO, 2011, p.260).

Quanto à estrutura do risco, é comum estabelecer a seguinte relação:

$$\text{RISCO TOTAL} = \text{RISCO SISTEMÁTICO} + \text{RISCO DIVERSIFICÁVEL}$$

O risco total de qualquer ativo é definido pela parte sistemática (risco sistemático, sistêmico ou conjuntural) e não sistemática (risco específico, não-sistêmico ou próprio do ativo) (ASSAF NETO, 2014, p.472) .

O risco sistêmico decorre de dificuldades financeiras de instituições ou países, que provoquem danos significativos ao sistema financeiro em geral. É o risco inerente a todos os ativos do mercado, sendo determinado por eventos de natureza política, econômica e social (OLIVEIRA; PACHECO, 2011, p.257).

Tal risco tem origem nas flutuações as quais o sistema econômico, como um todo, está sujeito. Logo, mesmo que sejam empregados métodos de diversificação, nunca poderá ser eliminado completamente (ASSAF NETO, 2014, p.471).

O risco não-sistêmico (ou não sistemático) é o risco intrínseco de cada ativo. Tal parcela pode ser mitigada ao utilizar-se processos de diversificação, seja esta ingênua (simplesmente aumentando a quantidade de ativos diferentes na carteira) ou eficiente (levando em conta as correlações entre os ativos que a compõem) (OLIVEIRA; PACHECO, 2011, p.261-262 e Sá 1999, p.161).

## 2.4 Coeficiente de Correlação

A correlação tem como objetivo verificar e medir a interdependência entre duas ou mais variáveis (correlação simples e múltipla, respectivamente). Logo, procura-se observar a relação entre as variáveis estudadas, o grau e a natureza da influência de uma sobre a outra (ASSAF NETO, 2014, p.491).

Pode ser calculada pela medida estatística conhecida como coeficiente de correlação, cujo resultado varia entre  $-1$  e  $+1$ , inclusive. Valores negativos para o coeficiente indicam que as variáveis têm relação linear inversa entre si, ou seja, movimentam-se em sentidos opostos.

Por outro lado, valores positivos indicam relação linear direta, ou seja, as variáveis se movimentam no mesmo sentido. Quando o comportamento das variáveis é totalmente independente entre si, o coeficiente de correlação será igual a zero. O valor  $-1$  representa uma correlação perfeitamente negativa, assim como o valor  $+1$  reflete uma correlação perfeitamente positiva.

A expressão de cálculo do coeficiente de correlação é a seguinte:

$$\rho_{x,y} = \frac{COV(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Onde:

$\rho_{x,y}$  é o coeficiente de correlação entre X e Y;

COV (X, Y) é a covariância entre X e Y;

$\sigma_x$  é o desvio padrão de X;



$\sigma_Y$  é o desvio padrão de Y

Segundo Oliveira e Pacheco (2011, p.272), o conceito de correlação é utilizado amplamente para fundamentar decisões de investimento, uma vez que tem influência direta sobre o risco do portfólio. Assaf Neto (2014, p.237) aponta a importância de selecionar aplicações com diferentes amplitudes de correlação, caso o objetivo seja de mitigar o risco não sistemático por meio da diversificação.

## **2.5 Diversificação**

A diversificação de um portfólio pode ser definida como a combinação de seus ativos componentes de modo que o resulte um risco total inferior ao risco individual de cada ativo. Assaf Neto (2014, p.493) pontua que “desde que os retornos dos ativos não sejam perfeita e positivamente correlacionados entre si, há sempre uma redução do risco da carteira pela diversificação”.

Os métodos de diversificação podem ser classificados em duas partes. A diversificação ingênua consiste em constituir uma carteira com muitos ativos diferentes, sem levar em conta a covariância entre os retornos de seus componentes. Leva apenas a uma diversificação supérflua. O outro método é o da diversificação eficiente. Tal método considera a correlação entre os ativos para a otimização do portfólio, ou seja, minimizando o risco da carteira sem prejudicar seu retorno esperado (SÁ,1999, p.174).

Segundo Markowitz (1959, p.5), para reduzir o risco é necessário evitar um portfólio cujos ativos estejam altamente correlacionados entre si. Caso os preços dos ativos se movimentem sempre na mesma direção, a diversificação não apresentará efeito em reduzir o risco da carteira.

Para realizar investimentos em ambientes sob condições de incerteza, a diversificação se mostra uma medida estratégica indispensável a ser adotada por gestores profissionais e investidores em geral (ASSAF NETO, 2014, p.493).

## **2.6 Teoria do Portfólio**

A avaliação de uma carteira de investimentos (ou portfólio) envolve geralmente três etapas de estudo: análise de títulos, análise das carteiras e a seleção de carteiras. A análise de títulos

considera o desempenho esperado dos ativos que compõem a carteira, a partir de uma taxa de desconto previamente definida. A análise de carteiras consiste na utilização de um instrumental financeiro técnico de avaliação com o objetivo de projetar o risco e retorno esperados, aplicado ao conjunto de ativos componentes de um portfólio. Já a seleção de carteiras busca identificar a melhor combinação possível dos títulos a fim de maximizar o grau de satisfação do investidor (ASSAF NETO, 2014, p. 497).

Em 1959, na obra *Portfolio Selection*, Harry Markowitz desenvolve a moderna Teoria de Carteiras, bem como um modelo matemático para apuração de portfólios eficientes. Para o autor, “um bom portfólio é mais do que uma longa lista de ações e ativos. Trata-se de um conjunto balanceado, que provê o investidor com proteções e oportunidades acerca de um amplo leque de contingências” (MARKOVITZ, 1959, p.3).

Um portfólio ineficiente é o que resulte em menor retorno e maior retorno que outra opção de investimento disponível. O portfólio que apresente retorno similar a todos os demais, e menor risco, por exemplo, é considerado eficiente. Logo, não se pode dizer de dois portfólios eficientes que um é superior ao outro por apresentar maior retorno e menor risco. Tais casos são eliminados no cálculo (MARKOWITZ, 1959, p.6).

Na figura a seguir, a fronteira eficiente é marcada pela linha ligando os pontos A e C. O ponto B representa uma carteira eficiente, pois apresenta maior retorno dentre as carteiras disponíveis para dado nível de risco. Já o ponto D marca uma carteira ineficiente, por apresentar menor retorno esperado para o mesmo nível de risco da carteira B.

Entretanto, não se pode classificar objetivamente o melhor portfólio entre A, B e C, já que todos estão situados na fronteira eficiente. A escolha dependerá exclusivamente das preferências do investidor, no que se refere à rentabilidade e o nível de risco admitido.

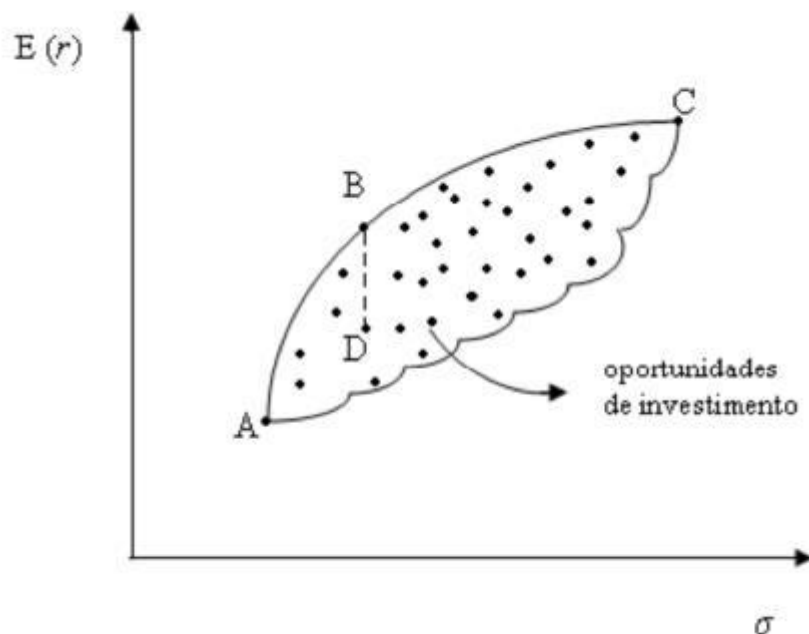


Figura-1: Fronteira Eficiente de Markowitz

Fonte: Oliveira Filho (2008, p.16)

Diversos fatores podem ser considerados na escolha de um portfólio, tal como a propensão ou aversão a risco do investidor, necessidade eventual de liquidez imediata, considerações fiscais e legais, entre outras. Contudo, dois objetivos são considerados comuns a todos os investidores: que o retorno do investimento seja o mais alto possível e que tais retornos sejam tão estáveis quanto possível, ou seja, que o risco seja o menor possível para dado nível de retorno (ou que o retorno seja o máximo possível para dado nível de risco). Ainda que o mercado conte com especuladores que agem “como apostadores numa corrida de cavalos, que pagam para correr riscos”, tais técnicas são para os investidores que preferem menos incerteza a mais incerteza (MARKOWITZ, p.7, 1959).

Um aspecto importante da teoria do portfólio é a diferença entre o risco de um ativo mantido na carteira e o risco desse ativo calculado isoladamente. O risco de uma carteira não depende apenas do risco individual de cada elemento, ou de sua participação no investimento total, mas

também da forma como seus componentes se relacionam (covariam) entre si (ASSAF NETO, 2014, p.498).

A expressão utilizada para o cálculo do risco de uma carteira com dois ativos (X e Y) é a seguinte:

$$\sigma_p = \sqrt{(W_x^2 \times \sigma_x^2) + (W_y^2 \times \sigma_y^2) + 2 \times W_x \times W_y \times COV(X,Y)}$$

Onde:

$\sigma_p$  = risco do portfólio;

$\sigma_x^2$  e  $\sigma_y^2$  = variância dos retornos dos ativos X e Y;

$W_x$  e  $W_y$  = participação dos ativos X e Y no portfólio;

$COV(X,Y)$  = covariância entre os ativos X e Y.

A partir da fórmula apresentada para o coeficiente de correlação, expresso em função da covariância entre as duas variáveis aleatórias, pode-se escrever:

$$COV(X,Y) = \rho_{X,Y} \times \sigma_X \times \sigma_Y$$

Tal que a expressão de cálculo do risco do portfólio pode ser escrita da seguinte forma:

$$\sigma_p = \sqrt{(W_x^2 \times \sigma_x^2) + (W_y^2 \times \sigma_y^2) + 2 \times W_x \times W_y \times \rho_{X,Y} \times \sigma_X \times \sigma_Y}$$

A expressão relaciona o desvio-padrão do portfólio (o risco da carteira), tanto com a correlação entre os ativos que a compõe, quanto com o risco individual de cada ativo e com a participação de cada ativo na carteira.

Generalizada para uma carteira com n ativos, a fórmula é a seguinte:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j}$$

Onde:

$W_i$  e  $W_j$  = proporção dos ativos  $i$  e  $j$  na carteira;

$\rho_{i,j}$  = coeficiente de correlação entre os ativos  $i$  e  $j$ ;

$\sigma_i$  e  $\sigma_j$  = desvio padrão dos retornos dos ativos  $i$  e  $j$ .

## 2.7 Avaliação de Performance

O termo avaliação pode ser definido de forma ampla, significando qualquer esforço empreendido para aumentar o conhecimento humano, através de investigações sistemáticas baseadas em dados. Para Patton (1990 apud MORAES, 2000), “avaliação é uma pesquisa aplicada, à medida que objetiva gerar informação, melhorar a tomada de decisão e aplicar conhecimento para resolver problemas da sociedade.”

No âmbito financeiro, sobretudo na avaliação de performance das carteiras de títulos mobiliários, utiliza-se a avaliação do desempenho passado, das aplicações efetuadas, para o processo de tomada de decisões de investimento (SÁ, 1999).

Os principais critérios de decisão, para que um investidor possa selecionar um fundo para investir, segundo Oliveira e Pacheco (2011, p.276), são: as credenciais do administrador, seu histórico, o perfil dos gestores, sua política de controle do risco assumido nas operações, etc. Para os autores, além do administrador, o investidor também deve analisar as características do fundo, como o segmento em que atua, seu objetivo, sua política em relação à alavancagem, seu desempenho, entre outros.

Oliveira e Pacheco dizem ainda que, “alguns investidores visam prioritariamente identificar o investimento de maior rentabilidade nominal, ou seja, aquele que, com base em estatísticas passadas, apresente um maior retorno esperado”. Entretanto, uma parte importante dos investidores demonstram maior preocupação com o impacto negativo que algum fator possa exercer sobre a rentabilidade de sua aplicação, ou seja, o risco.

O modelo de média e variância desenvolvido por Markowitz (1959) mostra que, quanto maior o retorno esperado de um ativo, maior seu risco. Assim, buscou-se estabelecer parâmetros comparativos, a fim de selecionar investimentos que apresentassem melhor relação risco x

retorno. Para isso, foram criados índices que parametrizam esses conceitos, alguns deles detalhados a seguir.

## 2.8 Modelos de Avaliação

### 2.8.1 Índice de Sharpe

Proposto por William Sharpe no artigo *Mutual Fund Performance*, de 1966, o índice expressa a razão entre retorno e variabilidade. É uma medida que representa o prêmio por cada unidade de risco incorrido.

“O numerador mostra a diferença entre a taxa média de retorno anual do fundo e a taxa livre de risco; é, portanto, a *recompensa* dada ao investidor pelo risco incorrido. O denominador mede o desvio padrão da taxa anual de retorno; demonstra a quantidade de risco de fato incorrida” (SHARPE, 1966, p.123).

Segundo Oliveira e Pacheco (2011, p.277), é necessário correr algum risco para obter retorno acima da taxa livre de risco. Tal risco deverá ser diretamente proporcional ao retorno esperado do investimento. O Índice de Sharpe representa a relação entre o prêmio recebido pelo risco assumido e o risco do investimento em si. Se trata de um indicador da eficiência de um investimento, já que reflete a relação direta entre o retorno (prêmio pelo risco) e o risco de um investimento (ASSAF NETO, 2014, p.551).

Para Sá (1999, p.164), o índice expressa a rentabilidade média excedente por unidade de risco total do portfólio. Tal rendimento pode ser definido como a diferença entre a rentabilidade do ativo avaliado e a rentabilidade do ativo livre de risco. Além disso, é amplamente utilizado para avaliação da performance de administradores de investimentos, visto que é capaz de medir a performance de um fundo ou carteira de títulos, considerando tanto rentabilidade quanto risco.

O Índice de Sharpe é calculado da seguinte forma:

$$IS = \frac{Ri - Rf}{\sigma i}$$

Onde,

$R_i$  = Retorno do investimento (retorno médio  $\bar{R}_i$ )

$R_f$  = Retorno livre de risco

$\sigma_i$  = Risco do investimento, medido pelo desvio padrão dos retornos

### 2.8.2 Índice de Sortino

No artigo *Measurement in a Downside Risk Framework*, publicado em 1994, Frank Sortino e Lee Price propuseram uma forma de mensurar a performance de um ativo avaliando o risco de perda (ou resultado negativo). Eles se referem a essa medida de risco como desvio negativo (downside deviation).

Segundo Marhfor (2015), enquanto o Índice de Sharpe utiliza o desvio padrão dos retornos como numerador, o Índice de Sortino usa a diferença entre o retorno do portfólio e o retorno mínimo aceitável (MAR). Além disso, o Índice de Sharpe assume que os retornos apresentam distribuição normal, logo, tal índice não faz nenhuma distinção entre a variação positiva e a negativa. Para o autor, investidores racionais se preocupam apenas com o risco de perda.

O Índice de Sortino é calculado da seguinte forma:

$$S = \frac{R_i - R_f}{\sigma_i^*}$$

Onde,

$R_i$  = Retorno do investimento

$R_f$  = Retorno mínimo aceitável ou Retorno livre de risco

$\sigma_i^*$  = Risco de perda do investimento ou target downside deviation

Mais especificamente, o target downside deviation ( $\sigma_i^*$ ) é definido pela raiz quadrada média, ou RMS, dos desvios dos retornos realizados que performaram abaixo do retorno-alvo (ou benchmark), onde todos os retornos acima do retorno desejado são tratados como desempenho 0. (ROLLINGER; HOFFMAN, 2013)

É calculado da seguinte forma:

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{Min}(0, X_i - T))^2}$$

Onde:

$X_i$  = primeiro retorno

$N$  = número de retornos

$T$  = retorno alvo

### 2.8.3 Índice de Treynor

Em 1965, Jack L. Treynor propôs uma nova forma de avaliar a performance de fundos de investimento. Em seu artigo “How to Rate Management of Investment Funds”, o autor destaca que, “embora muitos acreditem que a qualidade da gestão de investimentos seja importante, ainda não há uma maneira satisfatória de mensurar seu impacto na performance.” (TREYNOR, 1965).

Para Oliveira e Pacheco (2011, p.281), ao invés de utilizar o desvio padrão de rentabilidade no denominador, “o Índice de Treynor utiliza uma medida de risco relativa, que é o beta do fundo de investimento. Isto é, enquanto Sharpe utiliza o risco total, Treynor utiliza apenas o risco que excede o risco sistemático.”

Marhfor (2015) aponta como um importante inconveniente dessa medida, da mesma requerer a seleção de um índice de mercado eficiente. Segundo ele, “é uma tarefa bem difícil, dado que o portfólio real do mercado é inobservável.”

O Índice de Treynor busca medir a rentabilidade obtida por um investimento acima da Taxa Livre de Risco, em relação ao Beta do portfólio, e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$T = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$



Onde,

$R_p$  = Retorno médio do portfólio

$R_f$  = Retorno livre de risco

$B_p$  = Beta do portfólio (risco sistemático)

#### 2.8.4 Alfa de Jensen

Proposto por Michael J. Jensen, em 1968, o Alfa de Jensen mede o retorno em excesso do que seria previsto por um benchmark (índice de mercado representativo). Pode ser definido como a diferença entre o excesso de retorno da carteira e o excesso de retorno do mercado. O Alfa de Jensen tradicional é escrito da seguinte forma:

$$R_{Pt} - R_{ft} = \alpha_p + \beta_p (R_{Mt} - R_{ft}) + \varepsilon_{Pt}$$

Onde,

$\alpha_p$  = Alfa de Jensen

$\beta_p$  = beta do portfólio

e  $\varepsilon_{Pt}$  = termo de erro

O índice reflete a habilidade do gestor em selecionar os títulos de um portfólio, tal que, um alfa positivo e significativo indica que a gestão do fundo venceu o mercado (MARHFOR, 2015).

#### 2.8.5 Índice de Modigliani

O Índice de Modigliani foi proposto por Franco e Leah Modigliani no artigo “Risk-Adjusted Performance” de 1997. Os autores justificaram a criação do indicador pela evolução dos benchmarks, que passaram a refletir mais acuradamente os ativos do mercado. “Enquanto eles têm melhorado, a indústria de fundos continua a focar quase que exclusivamente no retorno total dos ativos.” (MODIGLIANI; MODIGLIANI, 1997).

De acordo com Marhfor (2015), o índice M & M também é derivado do índice de Sharpe e mede o retorno do portfólio enquanto leva em consideração o risco do portfólio, relacionando

a um benchmark. O autor ainda pontua que “a intuição por trás dessa medida é de que um gestor que tomou o mesmo risco que seu benchmark deve gerar retornos similares ao benchmark.”

Para se obter o índice de Modigliani, é necessário calcular o retorno ajustado ao fundo ou carteira, que é igual ao retorno do fundo acrescido do retorno da taxa livre de risco, ponderados pela diferença de volatilidade entre o mercado e o fundo (OLIVEIRA; PACHECO, 2011, p.281).

Assim, para ser calculado, deve-se primeiro encontrar o Risco Ajustado do Portfólio, da seguinte forma:

$$RAP = \left[ \frac{\sigma M}{\sigma p} \times Ra \right] + \left[ 1 - \frac{\sigma M}{\sigma p} \right] \times Rf$$

Onde:

$\sigma M$  = volatilidade da carteira de mercado

$\sigma p$  = volatilidade do portfolio

$Ra$  = retorno do ativo

$Rf$  = taxa livre de risco

Então, deve-se calcular o IM, conforme abaixo:

$$IM = RAP - RM$$

Onde:

$RM$  = retorno do mercado

Caso haja equilíbrio ( $RAP = RM$ ), significa que o retorno do ativo é igual ao do benchmark.

Quando  $RAP > RM$ , significa que o gestor atingiu uma performance acima do mercado.

## 2.9 Teste para Normalidade da Amostra

Métodos estatísticos são bastante utilizados no mercado de capitais justificando-se por suas características fortemente previsionais e centradas nos ambientes de incerteza, tais quais o setor

se encontra. Mais rigorosamente, “boa parte da evolução conceitual e prática apresentada pelos mecanismos do mercado financeiro é atribuída ao uso das técnicas estatísticas no processo de avaliação de ativos e do risco das decisões.” (ASSAF NETO, 2014, p.216).

Para avaliar a distribuição das amostras, os seguintes modelos são os mais frequentemente utilizados:

### 2.9.1 Shapiro-Wilk

O teste Shapiro-Wilk é baseado na estatística a seguir:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i X_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Onde  $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)}$  são os valores ordenados da amostra; e  $a_i$  são constantes tabeladas.

Os pontos críticos foram definidos pelos autores na publicação “An analysis of variance test for normality” de 1965. Neste teste, a normalidade é rejeitada para valores pequenos de W. O teste W é considerado muito eficiente para a hipótese de que uma variável aleatória X é normalmente distribuída com média desconhecida  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ . Shapiro e Wilk normalizaram a distribuição da estatística W usando a transformação  $S_B$  de Johnson e criaram tabelas para três constantes de normalização  $\gamma$ ,  $\delta$  and  $\varepsilon$  (HANUSZ, 2015).

### 2.9.2 Kolmogorov-Smirnov

O teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov pertence a subclasse de estatísticas de adequação, chamadas estatísticas EDF (função de distribuição empírica), que são baseadas na comparação entre a função de distribuição da população cumulativa  $F(x)$  e a função de distribuição empírica cumulativa  $F_n(X)$ .

A estatística Kolmogorov-Smirnov D é definida a seguir:

$$D = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \left| F(X_{(i)}) - \frac{i-1}{n} \right|, \left| F(X_{(i)}) - \frac{i}{n} \right| \right\}$$

Onde:

$$F(X_{(i)}) = \Phi\left(\frac{X_{(i)} - \mu}{\sigma}\right) \text{ para o caso 1,}$$

$$F(X_{(i)}) = \Phi\left(\frac{X_{(i)} - \mu}{S_1}\right) \text{ para o caso 2,}$$

$$F(X_{(i)}) = \Phi\left(\frac{X_{(i)} - \mu}{S_2}\right) \text{ para o caso 3,}$$

e  $\Phi$  é a função de distribuição cumulativa da distribuição normal padrão.

A normalidade é rejeitada para grandes valores de D e os valores críticos (pontos percentuais da distribuição D) são utilizados para tamanhos de amostra diferentes (HANUSZ, 2015).

### 2.9.3 Jarque-Bera

Proposto por Bera e Jarque em 1980, o teste se baseia na diferença entre os coeficientes de assimetria e curtose dos dados  $y_1, y_2, \dots, y_n$  e nos coeficientes da distribuição assumida normal. As hipóteses nula e alternativa no teste Jarque-Bera são:

$$H_0: y_1, y_2, \dots, y_n \sim N(\mu, \sigma)$$

$$H_1: \text{não } H_0$$

A estatística JB é apresentada abaixo:

$$JB = n \left[ \frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

Onde:

S representa a assimetria,

K a curtose e

n o tamanho da amostra.

As equações para encontrar os valores de  $S$  e  $K$  são dadas por:

$$\hat{S} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{s}\right)^3}{n} \dots(20)$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{s}\right)^4}{n} \dots(21)$$

A estatística JB segue a distribuição qui-quadrado, com 2 graus de liberdade. (GUJARATI, 2005, p.133). O resultado da estatística, ao não rejeitar  $H_0$ , indica que a distribuição tem uma assimetria de 0 e uma curtose de 3, portanto, pode ser considerada como uma distribuição normal (JUNIOR, 2012).

### **3 METODOLOGIA**

A monografia é um estudo de caso sobre fundos de investimentos brasileiros. O capítulo seguinte abordará o método de análise utilizado para verificar o desempenho dos fundos de investimento quantitativos. Para tal, explicará a forma de obtenção dos dados, o período avaliado, a definição da amostra de fundos, os indicadores e fórmulas utilizados, além do teste de normalidade proposto.

#### **3.1 Base de dados**

Os dados coletados provêm do sistema *Quantum Axis Online*. Essa ferramenta disponibiliza informações financeiras abertas ao mercado, advindas principalmente da Anbima, CVM, B3, Nasdaq, NYSE, Regulamentos de Fundos, entre outros; além do cálculo de indicadores financeiros. Foram utilizados os seguintes dados: Cota e Retorno, em periodicidade mensal, CNPJ dos fundos, CNPJ das gestoras e a classificação enquanto Feeder ou Master.

#### **3.2 Definição de Períodos**

O período adotado foi de quatro anos (48 meses), estabelecido entre janeiro de 2017 e dezembro de 2020.

#### **3.3 Amostra dos Fundos Quantitativos**

O tipo de fundo quantitativo (ou sistemático), alvo da análise desse trabalho, não apresenta classificação pela CVM (Comissão de Valores Mobiliários). Também não há menção às estratégias de gestão nos Regulamentos dos fundos. Assim, não há como definir objetivamente quais contam com gestão quantitativa e quais não. Para a seleção de tais fundos, foram feitas pesquisas com os termos ‘quantitativo’, ‘quants’, ‘sistemático’, ‘algo-trading’, ‘high-frequency’, e suas variações, nas plataformas das principais corretoras de valores e nas ferramentas de dados financeiros *Quantum* e *Vérios*.

Chegou-se a uma base de 109 fundos, de 13 gestoras diferentes: Murano, Kadima, Visia/Giant Steps, Quantitas, Bozzano, SmartQuant, RMW, Vector, Seival, Quantamental, Itaú Asset Management, Bradesco Asset Management e BB DTVM. Para garantir que tais fundos

apresentassem o tipo de gestão esperado, buscou-se nos respectivos sites (na sessão de relacionamento com investidores) e nas cartas divulgadas aos cotistas, a estratégia de investimento utilizada em cada fundo. Foram considerados apenas os fundos das gestoras que definiam suas gestões como ‘quantitativas’, ‘computacionais’, ‘sistemáticas’, ‘por algoritmos’, entre outras descrições equivalentes. Após essa análise, 18 fundos foram cortados.

Foram excluídos também os fundos do tipo *feeder*, para que não houvesse contagem dupla, sobrando 51 na amostra. Desses 51, apenas 14 apresentam série histórica de mais de 48 meses e, desses, apenas 9 tinham suas séries compreendidas no período determinado. Serão esses os passíveis de análise:

---

| <b>Fundos</b>                            |
|--|
| BB TOP QUANTITATIVO FI AÇÕES             |
| GIANT ZARATHUSTRA MASTER FI MULTIMERCADO |
| KADIMA EQUITIES MASTER FI AÇÕES          |
| KADIMA HIGH VOL FI MULTIMERCADO          |
| KADIMA MASTER FI MULTIMERCADO            |
| MURANO FIC MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO  |
| MURANO INVESTIMENTO NO EXTERIOR FI       |
| MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO             |
| MURANO MASTER FI MULTIMERCADO            |
| SMARTQUANT FI MULTIMERCADO               |

---

### **3.4 Taxa Livre de Risco**

Nesse trabalho, a Poupança será utilizada como representante do ativo livre de risco. Segundo Andaku e Pinto (2003), é o ativo que apresenta menor variabilidade nos retornos, além de ser fácil para qualquer investidor realizar aplicações em cadernetas de poupança.

### **3.5 Indicadores e fórmulas utilizados**

Para análise do desempenho dos fundos, serão utilizados indicadores a seguir:

Índice de Sharpe, com a Poupança como  $R_f$  (taxa livre de risco):

$$IS = \frac{Ri - Rf}{\sigma i}$$

Onde,

$Ri$  = Retorno do investimento (retorno médio  $\bar{R}i$ )

$Rf$  = Retorno livre de risco

$\sigma i$  = Risco do investimento, medido pelo desvio padrão dos retornos

E o Índice de Sortino, com a Poupança como Retorno Mínimo Aceitável:

$$S = \frac{Ri - Rf}{\sigma i *}$$

Onde,

$Ri$  = Retorno do investimento

$Rf$  = Retorno mínimo aceitável ou Retorno livre de risco

$\sigma i^*$  = Risco de perda do investimento ou “target downside deviation”

O “target downside deviation” ( $\sigma i^*$ ) é definido pela raiz quadrada média, ou RMS, dos desvios dos retornos realizados que performaram abaixo do retorno alvo (ou benchmark), onde todos os retornos acima do retorno desejado são tratados como desempenho 0. (ROLLINGER; HOFFMAN, 2013)

É calculado da seguinte forma:

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{Min}(0, Xi - T))^2}$$

Onde:

$Xi$  = primeiro retorno

$N$  = número de retornos

$T$  = retorno alvo



Além disso, o teste realizado para verificar a normalidade da distribuição de retornos dos fundos de investimento será o Teste de Jarque-Bera, que se baseia nas estatísticas de assimetria e curtose.

Teste de Normalidade de Jarque-Bera:

$H_0: y_1, y_2, \dots, y_n \sim N(\mu, \sigma)$  (distribuição Normal)

$H_1: \text{não } H_0$

Estatística do teste:

$$JB = n \left[ \frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

A estatística JB segue a distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade (GUJARATI, 2005, p.133)

As medidas de desempenho têm o mesmo critério de avaliação para ativos que apresentam distribuição Normal. Entretanto, esse critério muda para outras distribuições, já que alguns índices conseguem capturar outros momentos da distribuição. (JUNIOR, 2012)

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Período de Análise

No período estudado pôde-se observar tanto momentos de alta quanto de baixa no mercado brasileiro e, mais recentemente, de recuperação. Conforme a figura abaixo, o Ibovespa (índice representativo das principais ações brasileiras) apresenta valorização crescente desde 2017, atingindo 118 mil pontos em janeiro de 2020. Devido à crise atribuída à pandemia da Covid-19, o índice passa a apresentar queda a partir de fevereiro, chegando a 67 mil pontos em março, e em dezembro atinge 124 mil pontos, mostrando recuperação.



**Figura:** Histórico de cotações IBOV

**Fonte:** Site B3

### 4.2 Fundos Analisados

Abaixo, a lista dos Fundos analisados e suas estatísticas mensais no período de janeiro/2017 a dezembro/2020:

| <b>Fundo</b>   | <b>Retorno<br/>Médio</b> | <b>Desvio<br/>Padrão</b> |
|--|--------------------------|--------------------------|
| SMARTQUANT FI MULTIMERCADO   | 0,009983487              | 0,011961532              |
| MURANO FIC MULTIMERCADO CRÉDITO<br>PRIVADO                         | 0,005817982              | 0,005693416              |
| KADIMA MASTER FI MULTIMERCADO                                      | 0,008675255              | 0,013030568              |
| GIANT ZARATHUSTRA MASTER FI<br>MULTIMERCADO                        | 0,013178169              | 0,03287762               |
| MURANO INVESTIMENTO NO EXTERIOR FI<br>MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO | 0,007139208              | 0,012989373              |
| BB TOP QUANTITATIVO FI AÇÕES                                       | 0,023252817              | 0,079720133              |
| KADIMA EQUITIES MASTER FI AÇÕES                                    | 0,021176528              | 0,073966795              |
| KADIMA HIGH VOL FI MULTIMERCADO                                    | 0,008664757              | 0,022409277              |
| MURANO MASTER FI MULTIMERCADO                                      | 0,003021279              | 0,03067944               |
| Poupança   | 0,003587229              | 0,00137424               |

Tabela 1 - Estatística dos Fundos

Fonte: Cálculos próprios

### 4.3 Teste de Normalidade

Na medida em que muitos fundos brasileiros não apresentam distribuição de retornos simétrica, o trabalho testará a normalidade dos retornos dos fundos. (FARIAS; ORNELAS; JÚNIOR, 2009)

Foi utilizado o teste de Jarque-Bera, exposto a seguir:

$H_0: y_1, y_2, \dots, y_n \sim N(\mu, \sigma)$  (distribuição Normal)

$H_1: \text{não } H_0$

Estatística do teste:

$$JB = n \left[ \frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

A estatística JB segue a distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade (GUJARATI, 2005, p.133)

Dos fundos selecionados, apenas um apresenta distribuição normal a um nível de significância de 5%, conforme a tabela abaixo:

| Fundo  | Jarque-Bera | p-valor     | Distribuição Normal |
|--|-------------|-------------|---------------------|
| BB TOP QUANTITATIVO FI AÇÕES                             | 73,57739473 | 1,05408E-16 | Não                 |
| GIANT ZARATHUSTRA MASTER FI MULTIMERCADO                 | 43,50528063 | 3,5723E-10  | Não                 |
| KADIMA EQUITIES MASTER FI AÇÕES                          | 260,9511287 | 2,16363E-57 | Não                 |
| KADIMA HIGH VOL FI MULTIMERCADO                          | 53,05212873 | 3,01909E-12 | Não                 |
| KADIMA MASTER FI MULTIMERCADO                            | 14,47138407 | 0,000720409 | Não                 |
| MURANO FIC MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO                  | 36,04279834 | 1,49075E-08 | Não                 |
| MURANO INVESTIMENTO NO EXTERIOR FI MULTI CRÉDITO PRIVADO | 124,0519439 | 1,15468E-27 | Não                 |
| MURANO MASTER FI MULTIMERCADO                            | 0,819645735 | 0,663767815 | Sim                 |
| SMARTQUANT FI MULTIMERCADO                               | 306,7591514 | 2,44397E-67 | Não                 |

Tabela 2 – Teste de Normalidade para os fundos selecionados

Fonte: Cálculos próprios

#### 4.4 Índice de Sharpe dos Fundos e Ranking

Índice de Sharpe, com a Poupança como  $R_f$  (taxa livre de risco):

$$IS = \frac{R_i - R_f}{\sigma_i}$$

Onde,

$R_i$  = Retorno do investimento (retorno médio  $\bar{R}_i$ )

$R_f$  = Retorno livre de risco

$\sigma_i$  = Risco do investimento, medido pelo desvio padrão dos retornos

Foi calculado o Índice de Sharpe e gerado o ranking dos fundos segundo esse indicador.

| Posição | Fundo   | Sharpe       |
|---------|---|--------------|
| 1º      | SMARTQUANT FI MULTIMERCADO                                      | 0,53473568   |
| 2º      | MURANO FIC MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO                         | 0,391812689  |
| 3º      | KADIMA MASTER FI MULTIMERCADO                                   | 0,390468449  |
| 4º      | GIANT ZARATHUSTRA MASTER FI MULTIMERCADO                        | 0,29171636   |
| 5º      | MURANO INVESTIMENTO NO EXTERIOR FI MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO | 0,273452692  |
| 6º      | BB TOP QUANTITATIVO FI AÇÕES                                    | 0,24668283   |
| 7º      | KADIMA EQUITIES MASTER FI AÇÕES                                 | 0,237799934  |
| 8º      | KADIMA HIGH VOL FI MULTIMERCADO                                 | 0,226581525  |
| 9º      | MURANO MASTER FI MULTIMERCADO                                   | -0,018447206 |

Tabela 3 – Índice de Sharpe e Ranking  
 Fonte: Cálculos próprios

#### 4.5 Índice de Sortino dos Fundos e Ranking

Índice de Sortino, com a Poupança como Retorno Mínimo Aceitável:

$$S = \frac{Ri - Rf}{\sigma i^*}$$

Onde,

$Ri$  = Retorno do investimento

$Rf$  = Retorno mínimo aceitável ou Retorno livre de risco

$\sigma i^*$  = Risco de perda do investimento ou “target downside deviation”

O  $\sigma i^*$  é calculado da seguinte forma:

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\text{Min}(0, Xi - T))^2}$$

Onde:

$Xi$  = primeiro retorno

$N$  = número de retornos

$T$  = retorno alvo

Foi calculado o Índice de Sortino e gerado o ranking dos fundos segundo esse indicador.

| Posição | Fundo  | Sortino     |
|---------|--|-------------|
| 1º      | SMARTQUANT FI MULTIMERCADO   | 2,861171263 |
| 2º      | KADIMA MASTER FI MULTIMERCADO                                      | 1,027725132 |
| 3º      | MURANO FIC MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO                            | 0,594368697 |
| 4º      | KADIMA HIGH VOL FI MULTIMERCADO                                    | 0,50022209  |
| 5º      | GIANT ZARATHUSTRA MASTER FI MULTIMERCADO                           | 0,456557811 |
| 6º      | MURANO INVESTIMENTO NO EXTERIOR FI<br>MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO | 0,380715    |
| 7º      | BB TOP QUANTITATIVO FI AÇÕES                                       | 0,362483688 |

|    |                                 |             |
|----|---------------------------------|-------------|
| 8° | KADIMA EQUITIES MASTER FI AÇÕES | 0,313329693 |
| 9° | MURANO MASTER FI MULTIMERCADO   | -0,0263331  |

Tabela 4 - Índice de Sortino e Ranking  
Fonte: Cálculos próprios

#### 4.6 Comparação dos Rankings

Na medida em que a premissa de normalidade não foi observada para a maioria dos fundos da amostra, a tabela-5 compara os rankings dos indicadores para avaliar se houve alteração nas posições dos fundos.

| Fundo   | Sharpe | Sortino |
|---|--------|---------|
| SMARTQUANT FI MULTIMERCADO                                      | 1°     | 1°      |
| MURANO FIC MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO                         | 2°     | 3°      |
| KADIMA MASTER FI MULTIMERCADO                                   | 3°     | 2°      |
| GIANT ZARATHUSTRA MASTER FI MULTIMERCADO                        | 4°     | 5°      |
| MURANO INVESTIMENTO NO EXTERIOR FI MULTIMERCADO CRÉDITO PRIVADO | 5°     | 6°      |
| BB TOP QUANTITATIVO FI AÇÕES                                    | 6°     | 7°      |
| KADIMA EQUITIES MASTER FI AÇÕES                                 | 7°     | 8°      |
| KADIMA HIGH VOL FI MULTIMERCADO                                 | 8°     | 4°      |
| MURANO MASTER FI MULTIMERCADO                                   | 9°     | 9°      |

Tabela-5 Comparação dos Rankings por índice de Sharpe e índice de Sortino

Foi observada alteração no ranking de desempenho dos fundos, feito a partir dos índices de Sharpe e Sortino, demonstrando que a não-normalidade da maioria dos retornos interfere nos resultados dos indicadores.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou uma amostra de 9 fundos de investimento quantitativos a partir do Índice de Sharpe e Índice de Sortino, com o objetivo de verificar se a premissa de normalidade dos retornos altera o ranking dos fundos. A normalidade dos retornos foi testada e verificou-se que apenas 1 dos fundos apresentava distribuição Normal no período estudado.

O índice de Sharpe é provavelmente o indicador de performance mais conhecido e utilizado pelo mercado. Mas não necessariamente é uma medida adequada de avaliação de performance. Seria apenas se o investidor assumisse que o risco pode ser medido por *desvio-padrão* ou se os retornos apresentassem distribuições simétricas, como a Normal. Entretanto, muitos fundos de investimento brasileiros têm distribuições com formatos não-simétricos. (FARIAS; ORNELAS; JÚNIOR, 2009)

Após calculados os índices de Sharpe e Sortino, foi feito um ranking dos fundos para cada indicador. Embora alguns fundos não possam ser diretamente comparáveis, por serem de classificações diferentes (Ações, Multimercado, Crédito Privado, etc), pudemos observar a alteração no ranking quando houve a troca de indicadores (Sharpe versus Sortino).

Portanto, com base nos fundos observados no período selecionado, pode-se concluir que a premissa de não normalidade altera a relevância dos indicadores analisados. Tais conclusões, entretanto, não podem ser generalizadas ou estendidas ao mercado internacional, uma vez que todos os fundos estudados operam no Brasil, além da gestão quantitativa ser incipiente, disponibilizando uma amostra relativamente pequena para o estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIS, Simona. *Man vs. Machine: Quantitative and Discretionary Equity Management*  
New York: Columbia University, 2020

ANDAKU, F.T.A.; PINTO, A.C.F. A Persistência de Desempenho dos Fundos de Investimento em Ações no Brasil. *Revista de Economia e Administração*. V.2, n.2, p.23-33, abr./jun. 2003.

ASSAF NETO, Alexandre. *Mercado Financeiro*, 12ª edição. São Paulo: Atlas, 2014. *E-Book*

Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais - ANBIMA, 2021.  
Disponível em: [https://www.anbima.com.br/pt\\_br/informar/estatisticas/fundos-de-investimento/fi-consolidado-historico.htm](https://www.anbima.com.br/pt_br/informar/estatisticas/fundos-de-investimento/fi-consolidado-historico.htm) Acesso em: 21/01/2021

B3. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/cotacoes/](http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/cotacoes/). Acesso em 11/05/2021.

BAZERMAN, Max H. *Processo Decisório*, 8ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.  
1955 - tradução, Daniel Vieira.

FABOZZI, J. Frank, FOCARDI, M. Sergio, JONAS Caroline L. On the challenges in quantitative equity management. **The Research Foundation of CFA Institute**, 2008.

FARIA, Gustavo Henrique de; SOUZA, Kamyra Gomes de; MALAQUIAS, Rodrigo Fernandes. Análise do desempenho dos fundos de investimentos brasileiros de gestão ativa e gestão passiva. **ReFAE – Revista da Faculdade de Administração e Economia**, v. 8, n. 1, p. 138 - 161, 2016

FARIAS, Aquiles Rocha de; ORNELAS, José Renato Haas; JÚNIOR, Antônio Francisco de Almeida Silva. Accounting for Skewness in Performance Evaluation of Brazilian Mutual Funds. **Núcleo de Pós-Graduação em Administração - UFBA**, 2009.



GREGORY-ALLEN, Russell B. SHAWKY, H. Stangl, J. Quantitative vs. Fundamental Analysis in Institutional Money Management: Where's the Beef? **The Journal of Investing**, 2009, 18, 42 - 52

GUJARATI, Damodar. *Econometria Básica*, 3ª edição. Pearson, 2005.

HAENLEIN, Michael; KAPLAN, Andreas. *A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence*. California Management Review, University of California, 2019.

HANUSZ, Zofia; TARASIŃSKA, Joanna. Normalization of the Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests of normality. **Biometrical Letters** Vol. 52, No. 2, 85 – 93. Lublin, Poland, 2015.

JUNIOR, Luiz Emidio de Melo. *Aplicação da Medida Ômega no desempenho de fundos de investimento no mercado brasileiro*, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - PUC Rio, Rio de Janeiro

MARHFOR, Ahmed. Portfolio Performance Measurement: Review of Literature and Avenues of Future Research. **American Journal of Industrial and Business Management**, 2016, 6, 432-438

MARKOWITZ, Harry Max. *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Monograph for Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, 1959.  
Disponível em: <https://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/mon/m16-all.pdf>.

MODIGLIANI, Franco; MODIGLIANI, Leah. Risk-Adjusted Performance. **The Journal of Portfolio Management**, p. 45-54, 1997.

MORAES, Marcus Alexandre de Souza. *Desenvolvimento de um método para avaliação qualitativa e quantitativa de fundos de investimento*. FEA USP, p. 177, São Paulo, 2000.

OLIVEIRA, Gilson e PACHECO, Marcelo. *Mercado Financeiro Objetivo e Profissional*, 2ª edição. São Paulo: Editora Fundamento Educacional, 2011.

OLIVEIRA FILHO, Edson Carvalho de. Desempenho em Fundos de Investimento de Ações Brasileiros. Dissertação (MPA) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 2008.

Quantum Axis Online (2006). Disponível em: <http://www.quantumaxis.com.br>. Acesso em: março 2021.

ROLLINGER, T.; HOFFMAN, S. Sortino ratio: A better measure of risk. **Futures**, 2013.

SÁ, Geraldo Tosta de. Administração de Investimentos, Teoria de Carteiras e Gerenciamento do Risco. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

SANTOS, Mônica Mello; MARTINS, Marco Antônio dos Santos. Análise da Performance de Fundos de Investimento Multimercado do Banco Bradesco S/A. **ConTexto**, v. 18, n. 38, p. 78-89, Porto Alegre, jan./abr. 2018.

SHARPE, William F. Mutual Fund Performance. **The Journal of Business**, University of Chicago, Vol. 39, No. 1, Part 2: Supplement on Security Prices, pp. 119-138, 1966.

SZALAY, A. & GRAY, J. Science in an exponential world. **Nature**, 2006, 440(7083)

TREYNOR, Jack L. How to Rate Management of Investment Funds. **Harvard Business Review**, January–February 1965.

VARGA, G. Índice de Sharpe e Outros Indicadores de *Performance* Aplicados a Fundos de Ações Brasileiro. **Revista de Administração Contemporânea – RAC**, v. 5, n. 3, p. 215-245, set./dez. 2001.