

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

HENRIQUE TORRESCASANA TREVISAN

***MAGIC FORMULA* E TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIO:
UM ESTUDO SOBRE A COMBINAÇÃO DE ESTRATÉGIAS CONSOLIDADAS
NO MERCADO BRASILEIRO**

Porto Alegre

2023

HENRIQUE TORRESCASANA TREVISAN

***MAGIC FORMULA* E TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIO:
UM ESTUDO SOBRE A COMBINAÇÃO DE ESTRATÉGIAS CONSOLIDADAS
NO MERCADO BRASILEIRO**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Boeira Sabino da Silva

Porto Alegre

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Trevisan, Henrique Torrescasana

Magic Formula e Teoria Moderna de Portfólio: um estudo sobre a combinação de estratégias consolidadas no mercado brasileiro / Henrique Torrescasana Trevisan. -- 2023.

64 f.

Orientador: Fernando Augusto Boeira Sabino da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. Magic formula. 2. Teoria Moderna de portfólio. 3. Value investing. 4. Índice e Sharpe. 5. Alfa de Jansen. I. Silva, Fernando Augusto Boeira Sabino da, orient. II. Título.

HENRIQUE TORRESCASANA TREVISAN

MAGIC FORMULA E TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIO:
UM ESTUDO SOBRE A COMBINAÇÃO DE ESTRATÉGIAS CONSOLIDADAS
NO MERCADO BRASILEIRO

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovada em: Porto Alegre, 3 de abril de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando Augusto Boeira Sabino da Silva – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schönerwald da Silva
UFRGS

Prof. Dr. Leonardo Riegel Sant'Anna
UFRGS

“Investment success doesn’t come from buying good things, but rather from buying things well.”

(Howard Marks)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar se a Teoria Moderna de Portfólio, de Markowitz, pode ser usada para melhorar a estratégia de investimento conhecida como *Magic Formula*, de Greenblatt. Tal estratégia consiste na seleção de ativos com base na qualidade das empresas, medida pelo ROIC, bem como pela sua precificação, refletida no *Earnings Yield*, sem, contudo, explorar como esses ativos devem ser ponderados para formar a carteira, dividindo o capital igualmente entre eles. Com os ativos escolhidos pela *Magic Formula*, os portfólios foram modificados ponderando-os de acordo com a teoria de Markowitz e, através do processo de formação de fronteiras eficientes, foram criados dois portfólios alternativos a cada ano: um que visa a maximização do Índice de Sharpe e outro buscando a mínima variância. Durante o período examinado de 2000 a 2022, esses portfólios, compostos pelos mesmos ativos, mas ponderados de forma diferente, produzem retornos ajustados ao risco consistentemente superiores à estratégia original, assim como apresentam maior capacidade de superar os *benchmarks* de mercado. Os resultados do trabalho indicam que a *Magic Formula* pode ser melhorada usando a Teoria Moderna de Portfólio.

Palavras-chave: *Magic Formula*. Teoria Moderna de Portfólio. *Value Investing*. Índice de Sharpe. Alfa de Jensen.

ABSTRACT

This work aims to evaluate whether Markowitz's Modern Portfolio Theory can be used to improve the investment strategy known as the Magic Formula, developed by Greenblatt. This strategy consists in selecting assets based on the quality of the companies, measured by ROIC, as well as their pricing, reflected in Earnings Yield, however, not exploring how these assets should be weighted to form the portfolio, dividing the capital equally between them. With the assets chosen by the Magic Formula, the portfolios are modified by weighting them according to Markowitz's theory, and through the process of formulating efficient frontiers, two alternative portfolios are created each year: one that aims to maximize the Sharpe ratio and another that aims for minimum variance. These portfolios, composed of the same assets but weighted differently, consistently produce higher risk-adjusted returns during the examined period of 2000 to 2022, showing greater ability to outperform market benchmarks. The results of the work indicate that the Magic Formula can be improved by using Modern Portfolio Theory.

Keywords: Magic Formula. Modern Portfolio Theory. Value Investing. Sharpe Ratio. Jensen's Alpha.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Risco Sistemático e Diversificação da Carteira | 15 |
| Figura 2 – Fronteira Eficiente..... | 16 |
| Figura 3 – Efeito de Diferentes Correlações no Formato da Fronteira Eficiente..... | 16 |
| Figura 4 – Fronteira Eficiente e Linha do Mercado de Capitais | 17 |
| Figura 5 – Possibilidades de Carteiras com o Título sem Risco | 18 |
| Figura 6 – Linha do Mercado de Capitais (CAPM) | 20 |
| Figura 7 – Retornos Anormais | 26 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Soma da Liquidez Média Diária do Último Trimestre de Todas as Empresas no Mercado Brasileiro (2000-2022) | 34 |
| Gráfico 2 – Retorno Acumulado do Portfólio Original (2000-2022) | 40 |
| Gráfico 3 – Drawdown do Portfólio Original (2000-2022)..... | 42 |
| Gráfico 4 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Original com os Retornos Mensais do Ibovespa (2000-2022) | 43 |
| Gráfico 5 – Retorno Acumulado do Portfólio Mínima Variância (2000-2022) | 45 |
| Gráfico 6 – Drawdown do Portfólio Mínima Variância (2000-2022)..... | 46 |
| Gráfico 7 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Mínima Variância com os Retornos Mensais do Ibovespa (2000-2022)..... | 47 |
| Gráfico 8 – Retorno Acumulado do Portfólio Ótimo (2000-2022) | 49 |
| Gráfico 9 – Drawdown do Portfólio Ótimo (2000-2022)..... | 50 |
| Gráfico 10 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Ótimo com os Retornos Mensais do Ibovespa (2000-2022) | 52 |
| Gráfico 11 – Retorno Acumulado dos Portfólios (2000-2022) | 53 |
| Gráfico 12 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Ótimo com os Retornos Mensais do Portfólio Original (2000-2022) | 56 |
| Gráfico 13 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Mínima Variância com os Retornos Mensais do Portfólio Original (2000-2022)..... | 56 |
| Gráfico 14 – Relação Risco-Retorno dos Portfólios, do IBrX-100 e do Ibovespa (2000-2022) | 58 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Empresas na Análise em cada Período | 35 |
| Tabela 2 – Retornos Anuais do Portfólio Original (2000-2022) | 41 |
| Tabela 3 – Indicadores de Performance do Portfólio Original (2000-2022) | 42 |
| Tabela 4 – Resultados da Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Original com o Ibovespa (2000-2022)..... | 44 |
| Tabela 5 – Retornos Anuais do Portfólio Mínima Variância (2000-2022) | 45 |
| Tabela 6 – Indicadores de Performance do Portfólio Mínima Variância (2000-2022) | 47 |
| Tabela 7 – Resultados da Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Mínima Variância com o Ibovespa (2000-2022) | 48 |
| Tabela 8 – Retornos Anuais do Portfólio Ótimo (2000-2022) | 50 |
| Tabela 9 – Indicadores de Performance do Portfólio Ótimo (2000-2022) | 51 |
| Tabela 10 – Resultados da Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Ótimo com o Ibovespa (2000-2022)..... | 52 |
| Tabela 11 – Retornos Anuais dos Portfólios (2000-2022) | 54 |
| Tabela 12 – Indicadores de Performance dos Portfólios (2000-2022) | 55 |
| Tabela 13 – Resultados das Regressões Lineares dos Retornos Mensais dos Portfólios Ótimo e Mínima Variância com o Portfólio Original (2000-2022) | 57 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA | 13 |
| 2.1 | A IMPORTÂNCIA DO MERCADO DE CAPITAIS | 13 |
| 2.2 | TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIO (TMP)..... | 14 |
| 2.3 | MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS (CAPM) | 19 |
| 2.4 | ALTERNATIVAS AO CAPM | 22 |
| 2.5 | HIPÓTESE DA EFICIÊNCIA DE MERCADO (HEM) | 24 |
| 2.6 | INVESTIMENTO EM VALOR | 26 |
| 2.7 | ANÁLISE DE FATORES | 28 |
| 2.8 | <i>MAGIC FORMULA</i> | 29 |
| 3 | METODOLOGIA | 32 |
| 3.1 | ABORDAGEM DO ESTUDO | 32 |
| 3.2 | COLETA DE INFORMAÇÕES | 33 |
| 3.3 | TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES | 33 |
| 3.4 | SELEÇÃO DOS ATIVOS | 35 |
| 3.5 | CONSTRUÇÃO DOS PORTFÓLIOS | 36 |
| 3.6 | AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO..... | 38 |
| 4 | RESULTADOS OBTIDOS | 40 |
| 4.1 | PORTFÓLIO ORIGINAL (PO)..... | 40 |
| 4.2 | PORTFÓLIO DE MÍNIMA VARIÂNCIA (MV) | 44 |
| 4.3 | PORTFÓLIO ÓTIMO (OT)..... | 49 |
| 4.4 | COMPARATIVO DE RESULTADOS | 53 |
| 5 | CONCLUSÕES | 59 |
| | REFERÊNCIAS | 61 |

1 INTRODUÇÃO

O mercado financeiro oferece a oportunidade de os indivíduos incrementarem seu patrimônio ao longo do tempo, garantindo o seu poder de compra e permitindo que o consumo presente seja deslocado para o futuro. No mercado de capitais, os indivíduos estão expostos a inúmeras opções de investimentos, podendo obter tanto retornos positivos como negativos. Para auxiliar os investidores na tomada de decisão, diversos autores ao longo dos anos desenvolveram estratégias que facilitam a busca de bons investimentos, a depender do perfil do investidor, visando a maximização da utilidade dos indivíduos.

Os principais trabalhos relacionados ao estudo dos determinantes do retorno dos ativos negociados no mercado de capitais começaram a ser desenvolvidos a partir da década de 1950, quando Harry Markowitz apresentou sua Teoria Moderna de Portfólio (MARKOWITZ, 1952), servindo de base para importantes trabalhos posteriores, com destaque para o Modelo de Apreçamento de Ativos (CAPM) de Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966). O CAPM é o principal modelo de apreçamento de ativos, sendo amplamente utilizado para determinar a taxa de retorno apropriada de um ativo dada a sua exposição de risco em relação ao mercado. Devido ao caráter de suas premissas, consideradas irreais por alguns autores, o CAPM foi alvo de diversas críticas na literatura, mas nenhuma das alternativas propostas, como a *Arbitrage Pricing Theory* (APT), de Ross (1976), e o Modelo de Três Fatores de Fama e French (1993), foram capazes de superá-lo em termos de utilização prática (BROWN; GOETZMANN, 1995). De acordo com Brown e Goetzmann (1995), o CAPM ainda é amplamente utilizado na prática devido à facilidade de sua aplicação e interpretação em relação a outras teorias financeiras mais complexas. Eles argumentam que, em alguns casos, a simplicidade do modelo pode ser preferível à sua precisão teórica (BROWN; GOETZMANN, 1995, p. 679-698).

A Hipótese da Eficiência de Mercado (HEM) defende que toda a informação disponível acerca de um determinado ativo sempre estará prontamente contemplada no preço do mesmo, não sendo possível a obtenção de retornos anormais, ou seja, retornos acima daqueles previstos, por exemplo, pelo CAPM. A diferença entre o retorno efetivamente realizado por determinado ativo e o que era esperado pelo modelo de precificação é comumente chamado de alfa, sendo a principal medida de retornos anormais, utilizado inclusive como medida de comparação entre gestores de investimento. Segundo a HEM, o alfa seria sempre nulo, porém, outras teorias acreditam no contrário, como é o caso do *value investing*.

O *value investing*, traduzido livremente para Investimento em Valor, foi concebido por Benjamin Graham e David Dodd em sua obra *Security Analysis* publicada em 1934. A estratégia

consiste em investir, com foco no longo prazo, em ativos que estão sendo negociados abaixo do seu valor intrínseco. Os adeptos dessa estratégia consideram que o mercado não precifica corretamente os ativos o tempo todo, ou seja, discordam das hipóteses da HEM. Aproveitando-se das irracionalidades do mercado, o chamado “investidor inteligente” poderia comprar ativos quando estes estão descontados do seu valor intrínseco, obtendo retornos positivos no longo prazo, quando, segundo a teoria, preço e valor tendem a convergir (GRAHAM, 1949).

Além da busca por ativos mal precificados pelo mercado, Warren Buffett, com o apoio do seu sócio Charles Munger, posteriormente adaptou o *value investing* para também considerar a qualidade dos ativos. Tendo em vista os resultados obtidos, a estratégia de Buffett se tornou inspiração para novos autores, entre eles Greenblatt, Pzena e Newberg (1981), que desenvolveram a *Magic Formula*, estratégia de investimento amplamente divulgada a partir do livro *The Little Book that Beats the Market*, publicado por Greenblatt em 2006. O objetivo da estratégia é ajudar os investidores a encontrar ações subvalorizadas e superar o retorno do mercado, através de um método simples e acessível para todos. Para isso, a *Magic Formula* ordena os ativos com base em dois principais fatores: o ROIC (Retorno sobre Capital Investido), para medir a qualidade da empresa, e o *Earnings Yield* (EY), que serve para identificar se a precificação está adequada.

A *Magic Formula*, todavia, não engloba nenhum fator relacionado à exposição ao risco do investidor. Na sua versão original, Greenblatt (2006) determina que os indivíduos devem selecionar as trinta primeiras ações do ranking combinado dos dois fatores supracitados, investindo a mesma quantidade de capital em cada uma delas, independente do seu risco. Como a estratégia foi concebida para auxiliar investidores experientes e inexperientes, é natural que existam pontos de aprimoramento. Se ponderarmos as ações selecionadas pelo método da *Magic Formula* considerando o risco no cálculo, o desempenho da estratégia deve ser melhorado, ao menos em termos de retorno ajustado pelo risco. A Teoria Moderna de Portfólio, de Markowitz, pode contribuir nesse sentido, utilizando dados históricos sobre o retorno e a volatilidade dos ativos para propor diferentes opções de portfólios disponíveis ao investidor, estimando a exposição ao risco de cada um, bem como seu retorno esperado.

O presente trabalho pretende analisar se combinações mais eficientes de ativos em um portfólio, definida pela Teoria Moderna de Portfólio, podem incrementar o retorno ajustado pelo risco da estratégia de investimento em valor chamada *Magic Formula*, utilizando dados para o mercado brasileiro. Na concepção original da estratégia, os ativos selecionados a partir dos critérios definidos por Greenblatt, Pzena e Newberg (1981) são ponderados igualmente, independente do seu risco e retorno esperado. A Teoria Moderna de Portfólio defende que

existem combinações ótimas para uma determinada seleção de ativos, onde, considerando seus respectivos riscos e retornos esperados, pode-se obter a melhor relação risco-retorno possível, ou então a menor variância. Juntando os dois conceitos, objetiva-se encontrar um portfólio otimizado dos ativos selecionados pela *Magic Formula*, bem como o de menor variância, comparando ambos com a estratégia original.

Markowitz (1952) sugere que, na teoria, todo portfólio pode ser uma combinação ótima de ativos, seja ela visando a maximização do retorno ajustado pelo risco ou a minimização do risco total. Neste trabalho, a alocação dos ativos selecionados pela *Magic Formula* será definida a partir da Teoria Moderna de Portfólio, visando a criação de carteiras com a melhor relação risco-retorno e menor variância. A principal hipótese do trabalho é que os portfólios derivados da inclusão da Teoria Moderna de Portfólio na *Magic Formula* devem apresentar performance superior à estratégia original naquilo que se propõe.

A principal contribuição do estudo reside na combinação da Teoria Moderna de Portfólio, amplamente difundida na literatura financeira, com a *Magic Formula*, comprovadamente uma estratégia de sucesso no mercado, visando otimizar a performance da estratégia consolidada. Como a *Magic Formula* não determina uma alocação ótima entre os ativos, dividindo igualmente o capital entre eles, existe uma oportunidade de utilizar a Teoria Moderna de Portfólio para maximizar o retorno ajustado pelo risco da estratégia. Pelo nosso conhecimento, não existem na literatura trabalhos analisando a combinação dessas teorias no mercado brasileiro, o que significa uma possibilidade de desenvolver uma nova alternativa de investimento aos agentes desse mercado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, será apresentado um panorama da literatura que envolve o objeto de estudo do trabalho, abordando desde os primeiros artigos acerca do mercado financeiro, passando pela concepção do *value investing* e chegando até a criação da estratégia de investimentos conhecida como *Magic Formula*. O objetivo da seção é contextualizar e fundamentar teoricamente a pesquisa, assim como identificar lacunas no conhecimento e oportunidades para a realização de novas pesquisas, contribuindo assim para o avanço do conhecimento na área de estudo.

2.1 A IMPORTÂNCIA DO MERCADO DE CAPITAIS

O mercado financeiro representa parte fundamental da economia, sendo responsável por intermediar o relacionamento entre agentes poupadores e tomadores de recursos. Essa transferência de fundos tem como principal objetivo proporcionar a alocação eficiente dos recursos, de modo a maximizar a utilidade de todos os participantes do mercado, bem como da sociedade como um todo. Como um dos principais segmentos do mercado financeiro, o mercado de capitais promove o investimento e a poupança, apresentando alternativas de financiamento e expansão da atividade econômica. Além de possibilitar a expansão da produção de bens e serviços na economia, a intermediação financeira permite que os agentes planejem o seu consumo, optando por alocá-lo no tempo presente ou então no futuro.

A decisão entre consumir ou não no tempo presente envolve o conceito de valor do dinheiro no tempo: uma unidade monetária recebida no futuro não tem a mesma utilidade de uma unidade monetária disponível no presente. Para garantir a manutenção do seu poder de compra, os agentes podem optar pelo investimento dos seus recursos, com o objetivo de usufruir de algum benefício futuro. Tal benefício é o retorno do investimento, normalmente medido em termos monetários como a diferença entre o valor do dinheiro no futuro versus o valor aplicado no presente. No mercado de capitais, o retorno dos investimentos é central na literatura, com diversos autores buscando explicar os seus determinantes, limitantes e condicionantes.

O retorno de um ativo nada mais é que a diferença entre o preço desse ativo ao longo do tempo, portanto, para entender o funcionamento dos retornos é preciso compreender o apereçamento dos ativos. A teoria moderna de apereçamento de ativos começou a ser fundamentada por Markowitz (1952), que desenvolveu o arcabouço teórico para a formulação do famoso Modelo de Precificação de Ativos Financeiros (CAPM), de Sharpe (1964), Lintner

(1965) e Mossin (1966), assim como para posteriores estudos no ramo, como os modelos de três e cinco fatores de Fama e French (1993).

2.2 TEORIA MODERNA DE PORTFÓLIO (TMP)

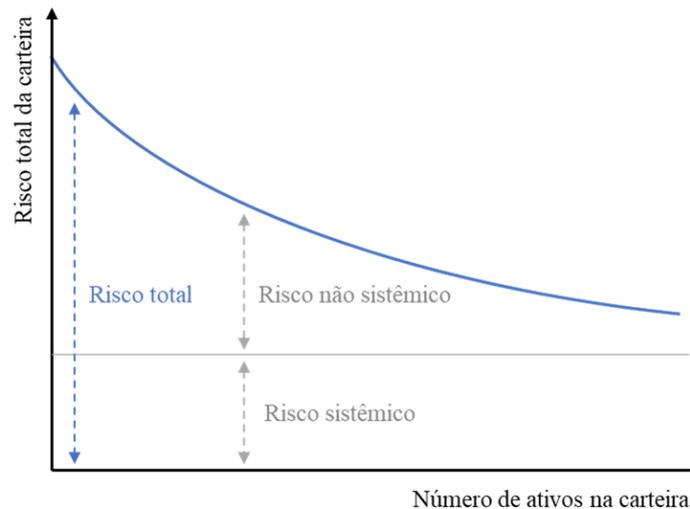
A Teoria Moderna de Portfólio (TMP) teve início com a publicação da dissertação de doutorado de Harry Markowitz no *Journal of Finance* em 1952, através de um artigo intitulado *Portfolio Selection*. Na época, acreditava-se que a melhor alocação de ativos seria destinar o máximo de recursos para aqueles que apresentassem melhores retornos esperados, não importava o risco incorrido. De acordo com Markowitz (1952), as decisões de investimento dos agentes para a formulação de carteiras de ativos dependem do retorno esperado dos ativos, da variância desses retornos e da correlação entre os ativos (MANGRAM, 2013). A média e a variância dos retornos históricos dos ativos normalmente são utilizadas para representar o retorno esperado e o risco dos ativos, respectivamente. Segundo a TMP, o processo de construção de portfólios se baseia na combinação entre a maximização dos retornos esperados dos ativos com a minimização dos riscos do investimento, isto é, no balanceamento entre o retorno esperado e a variância dos portfólios, buscando a otimização da relação risco-retorno.

Markowitz (1952) acredita que a volatilidade, como uma medida de risco dos ativos, é algo temido pelos investidores. Com o intuito de tratar desse problema, o autor defende que a diversificação é a forma mais eficiente de reduzir o risco de um portfólio de ativos, especialmente se tais ativos forem não correlacionados entre si (ELTON; GRUBER, 1977). A diversificação permite a composição de uma carteira de ativos que, conjuntamente, apresenta um risco menor que a alocação individual em qualquer ativo que a compõe, isto porque a variância total de uma carteira pode ser reduzida uma vez que o movimento de preços de um ativo individual pode ser contraposto por uma variação complementar nos demais. De acordo com Copeland *et al.* (2005), o avanço trazido por Markowitz na quantificação do risco foi uma das mais importantes evoluções da teoria financeira.

No mercado de capitais, o risco pode ser dividido entre risco sistêmico e risco não sistêmico. Segundo Jordan e Miller (2008), risco sistêmico é aquele que não é particular de um único ativo, que afeta o mercado como um todo, sendo chamado também de risco não-diversificável – como, por exemplo, uma crise econômica. Ainda de acordo com Jordan e Miller (2008), o risco não sistêmico, ou diversificável, consiste no risco específico de um ativo ou de um grupo pequeno de ativos, afetando somente estes. O risco diversificável, como a própria denominação antecipa, pode ser reduzido através da correta diversificação dos investimentos,

enquanto o risco não diversificável permanece estável. Portanto, a composição de uma carteira diversificada reduz o risco do investimento na medida que novos ativos não correlacionados são incorporados ao portfólio, encontrando como limite inferior o risco sistêmico, conforme ilustra a figura abaixo.

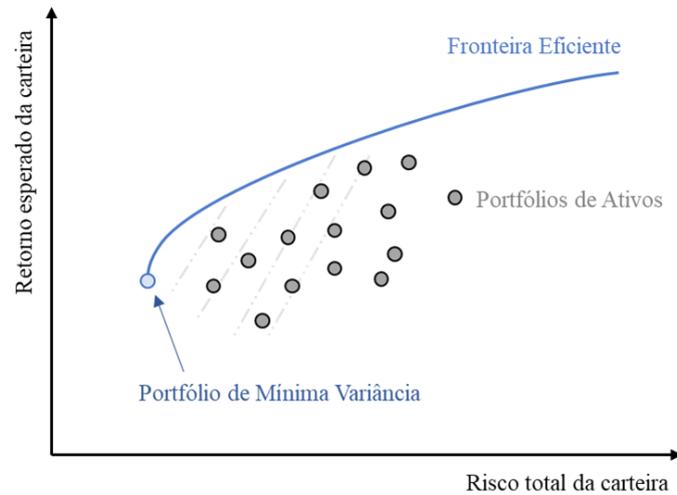
Figura 1 – Risco Sistemático e Diversificação da Carteira



$$\text{Risco total} = \text{risco não sistêmico} + \text{risco sistêmico}$$

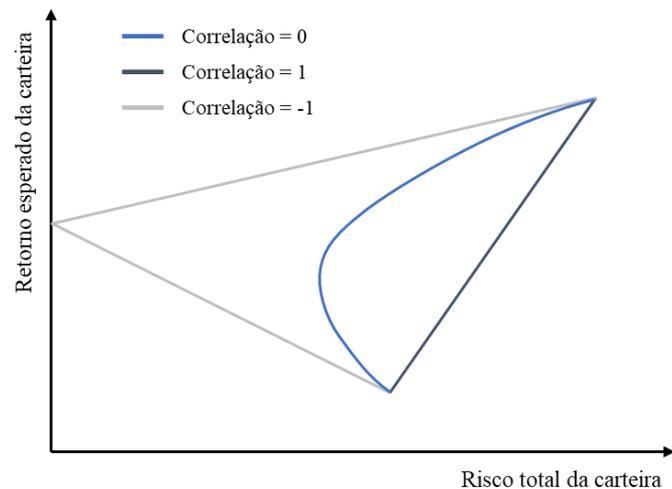
Fonte: Elaborado pelo autor.

Markowitz (1952) defende que todos os ativos apresentam uma combinação de retorno esperado e risco, sendo que, para um investidor racional, o primeiro seria desejável e o segundo não. O autor demonstra que existe, entre as diversas possibilidades de carteiras formadas a partir de um mesmo grupo de ativos, um conjunto de portfólios denominados “eficientes”, que consistem naqueles que apresentam o maior retorno para um determinado nível de risco. As carteiras formadas a partir desses ativos de risco reúnem-se em um espaço sólido, plano e hiperbólico, sendo a Fronteira Eficiente a linha que delimita este espaço, contemplando, justamente, as melhores combinações de ativos no que tange à relação risco-retorno. Como parte da Fronteira Eficiente, destaca-se o portfólio que apresenta o menor risco possível para um determinado grupo de ativos, conhecido como Portfólio de Mínima Variância.

Figura 2 – Fronteira Eficiente

Fonte: Elaborado pelo autor.

O formato da fronteira eficiente depende da correlação entre os ativos (ELTON; GRUBER, 1995). Conforme supramencionado, os efeitos positivos da diversificação dependem da combinação de ativos não correlacionados entre si, sendo que quanto menor for a correlação entre eles, maior será o benefício colhido pelo investidor. A Figura 3 ilustra o formato da Fronteira Eficiente para um portfólio de correlação perfeita (linha azul escuro), para um de correlação imperfeita (linha cinza claro) e, no intermédio entre eles, para um de correlação nula (linha azul claro).

Figura 3 – Efeito de Diferentes Correlações no Formato da Fronteira Eficiente

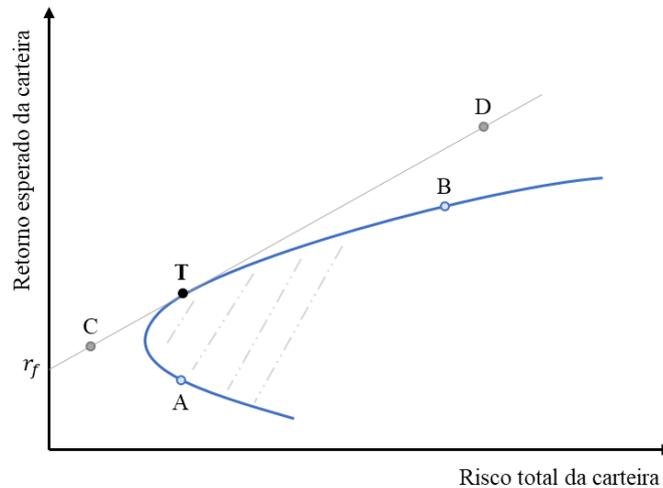
Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Markowitz (1952), qualquer alocação na fronteira eficiente seria ótima em termos de risco-retorno, contudo, como cada investidor possui uma percepção particular em relação a risco, não poderia se definir uma carteira ótima global. Posteriormente, Tobin (1958),

introduzindo o ativo livre de risco como possibilidade de alocação dos investidores, propõe uma solução de carteira única para todos os investidores. Tal carteira, ao incluir o ativo livre de risco, dominaria o conjunto eficiente trazido por Markowitz (1952). A alocação no ativo livre de risco deveria ser tanto maior quanto mais averso ao risco fosse o investidor, com a mesma relação valendo para o caso contrário.

Ao incluir um título sem risco (r_f), Tobin (1958) altera as possibilidades de carteira dos investidores, uma vez que permite a combinação de r_f com um ou mais ativos de risco. Nota-se que, a partir da inclusão de r_f , as carteiras compostas somente por ativos de risco (fronteira AB) acabam sendo dominadas pelas carteiras compostas também pelo título sem risco (fronteira CD). Essa nova fronteira eficiente é chamada na literatura de Linha do Mercado de Capitais (LMC), e o portfólio ótimo seria aquele tangente tanto à Fronteira Eficiente quanto à LMC, residindo no ponto T (SERRA; NAKAMURA, 2016).

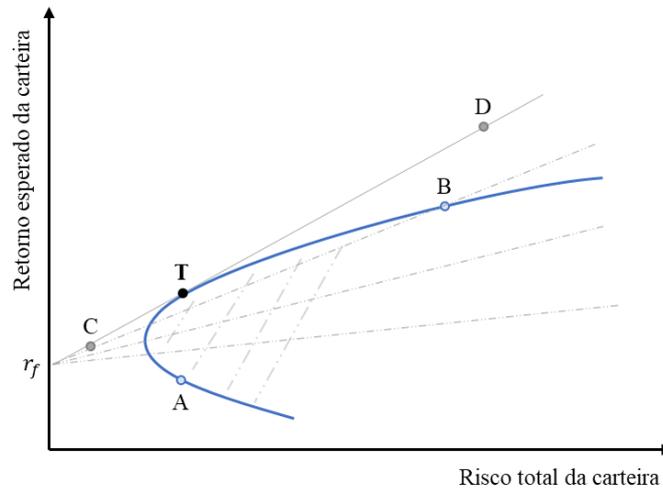
Figura 4 – Fronteira Eficiente e Linha do Mercado de Capitais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os investidores também poderiam optar por outras alocações entre os ativos com risco e o ativo livre de risco, mas as carteiras obtidas a partir dessas combinações seriam piores quando comparadas à carteira T. Tais alocações podem ser representadas na Figura 5 a partir da criação de outras linhas partindo de uma alocação integralmente destinada ao ativo livre de risco r_f , com suas inclinações sendo inferiores à observada na reta original.

Figura 5 – Possibilidades de Carteiras com o Título sem Risco



Fonte: Elaborado pelo autor.

A melhor carteira seria, portanto, aquela com a maior inclinação, medida algebricamente a partir da divisão entre a variação dos retornos pela variação dos riscos entre os pontos de uma mesma linha (SERRA; NAKAMURA, 2016). Outra forma de analisar essa inclinação é conhecida como Índice de Sharpe ou IS (SHARPE, 1966), que mensura quanto de retorno um ativo gera a partir de uma unidade de risco, ou seja, quantifica a relação risco-retorno. A rentabilidade média excedente é medida pela diferença entre o retorno da carteira e o ativo livre de risco, enquanto o risco é representado pelo desvio padrão da carteira.

$$b = IS = \frac{r_c - r_f}{dp_c} \quad (1)$$

Onde,

- b = inclinação da reta;
- r_c = retorno da carteira;
- r_f = retorno do ativo livre de risco;
- dp_c = desvio padrão da carteira.

Assim como Markowitz (1952), Sharpe (1966) acreditava que a simples obtenção de um retorno médio superior não seria o suficiente para caracterizar um investimento como superior a outro, e o que se buscava seria determinar se um investimento gerou um retorno proporcional ao seu risco.

2.3 MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS FINANCEIROS (CAPM)

O modelo CAPM, formulado a partir dos trabalhos de Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966), busca compreender os determinantes do retorno de um ativo. Apesar de independentes, os trabalhos desses autores se mostraram complementares e, juntos, constituíram uma das principais contribuições para a literatura financeira. O desenvolvimento do modelo se inicia com a definição da Linha do Mercado de Capitais (LMC), exposta no artigo de Sharpe (1964), através do qual o autor demonstrou que existe uma relação linear entre o risco e o retorno de qualquer ativo. Esta relação, contudo, depende da racionalidade dos investidores, do equilíbrio e eficiência dos mercados e da informação perfeita entre os agentes do mercado (COSTA JÚNIOR; MENEZES; LEMGRUBER, 1993).

A partir das premissas supracitadas, Sharpe (1964) demonstra que o retorno esperado de um ativo será função linear do seu risco em relação ao mercado, com este último podendo ser determinado pela sensibilidade entre o retorno do ativo e o retorno da carteira eficiente de mercado. Esse parâmetro, denominado de beta do ativo, mensura a exposição do mesmo ao risco sistêmico, uma vez que o modelo CAPM pressupõe que todo risco não sistêmico poderia ser eliminado por meio da diversificação.

Uma das condições de equilíbrio no mercado de capitais é a taxa básica de juros comum aos investidores, o que significa que todos poderiam tomar ou emprestar recursos a um mesmo nível de risco e retorno. Em teoria, o mercado, representado pela soma dos ativos nele contidos, apresenta rentabilidade e risco superiores à taxa básica de juros (ativo livre de risco), logo, existe um prêmio de risco de mercado disponível aos investidores dispostos a assumir uma maior exposição ao risco em prol de retornos superiores.

Cada ativo individual conta com seu próprio prêmio de risco, sendo ele derivado do produto entre o prêmio de risco de mercado e o beta do ativo, justamente por este último mensurar a exposição do ativo ao risco sistêmico (TOMAZONI; MENEZES, 2002). Quando adicionamos ao ativo livre de risco esse prêmio de risco, encontramos a estimativa do retorno esperado desse ativo segundo o modelo CAPM de Sharpe-Lintner-Mossin, conforme relatado na Equação 2.

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f) \quad (2)$$

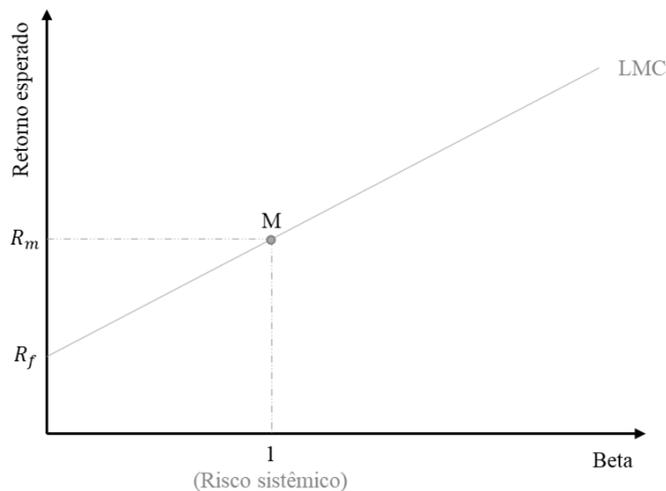
Conforme supracitado, a equação demonstra que o retorno esperado de um ativo ($E(R_i)$) é medido pelo prêmio de risco de mercado ($E(R_m) - R_f$), ponderado pela exposição do ativo

ao risco sistêmico (β_i), somado ao retorno do ativo livre de risco (R_f). Tanto o R_f como o R_m , e conseqüentemente a subtração ($E(R_m) - R_f$), podem ser determinados pela média dos retornos históricos dos ativos, enquanto o β_i pode ser calculado pela Equação 3.

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)} \quad (3)$$

Nota-se que β_i pode ser determinado pela covariância entre o retorno histórico do ativo e o retorno do mercado ($Cov(R_i, R_m)$), dividido pela variância dos retornos da própria carteira de mercado ($Var(R_m)$). Outra forma de medir a relação do ativo com o mercado é através da realização de uma regressão linear entre os retornos do ativo (variável independente) e os retornos do mercado (variável dependente), sendo β_i o coeficiente associado à variável dependente.

Figura 6 – Linha do Mercado de Capitais (CAPM)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desde a sua formulação até os dias de hoje, o modelo CAPM passou por diversos testes empíricos para verificar sua capacidade de explicar o retorno dos ativos. Mesmo com diversos autores negando sua acuracidade, assim como propondo diversas alternativas, o CAPM ainda segue sendo o modelo mais utilizado quando se trata de apereçamento de ativos, muito por conta da sua simplicidade de aplicação frente aos demais, que tecnicamente exigem conhecimento superior desproporcional ao quanto os resultados do modelo melhoram (BROWN; GOETZMANN, 1995).

Segundo Bruni (1998), os testes estatísticos aplicados logo na sequência do lançamento do CAPM, por volta do final da década de 1960, confirmaram a efetividade do modelo, todavia,

já ao final da década de 1970 surgiram estudos sugerindo que o beta poderia não ser a melhor variável para explicar a diferença de retorno entre um ativo e o mercado como um todo. Entre as alternativas propostas, podemos citar: tamanho da empresa; relação entre o valor de mercado e o valor contábil do patrimônio líquido (*book-to-value*); retorno dos dividendos; liquidez dos ativos; entre outros.

$$R_{i,t} - R_{f,t} = \alpha_i + \beta_i(R_{m,t} - R_{f,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

Jensen (1968), visando testar o modelo através de regressões temporais utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), sugere uma modificação na equação do CAPM, conforme demonstrado na Equação 4. Nesse novo formato, ao descontar a taxa livre de risco do retorno do ativo, ou seja, isolando o prêmio de risco do mesmo, a regressão deve testar duas hipóteses para validar o modelo CAPM (GALLINA, 2013):

- a) o intercepto (α_i) deve ser zero;
- b) o beta do ativo (β_i) deve ser significativo.

Black, Jensen e Scholes (1972), utilizando os retornos mensais das ações listadas na The New York Stock Exchange (NYSE) entre 1926 e 1965, sugeriram a existência de uma relação linear positiva entre os betas e o retorno dos ativos (HAUGEN, 2001), mas rejeitaram a hipótese de que o intercepto da equação seria zero, o que significa que existem variáveis não consideradas na equação que explicam o retorno excessivo do ativo. Portanto, concluíram que o modelo tradicional do CAPM não era consistente com os dados utilizados.

Fama e MacBeth (1973), utilizando também os retornos mensais das ações negociadas na NYSE, mas nesse caso no período entre 1926 e 1968, propuseram-se a testar três hipóteses para validar o modelo CAPM, são elas:

- a) existência de uma relação linear entre o retorno do ativo e o risco medido pelo beta;
- b) inexistência de quaisquer riscos não medidos pelo beta, ou seja, que este seja uma medida completa do risco do ativo;
- c) relação proporcional entre risco e retorno, considerando que os investidores são avessos ao risco.

Diferentemente de Black, Jensen e Scholes (1972), Fama e MacBeth (1973) encontraram resultados que não permitiram a rejeição de nenhuma das hipóteses acima, ou seja, que estavam alinhados às premissas do modelo original (HAUGEN, 2001).

2.4 ALTERNATIVAS AO CAPM

A Teoria de Apreçamento por Arbitragem (APT), elaborada por Stephen Ross, constituiu o primeiro modelo teórico robusto a ser tratado como alternativa ao CAPM. Em linha com as premissas tradicionais da teoria financeira, a APT parte do princípio de que nenhum investidor conseguiria obter retornos adicionais sem necessariamente incorrer em riscos adicionais. Para os teóricos dessa corrente, tal relação deriva da principal hipótese do modelo: inexistência de arbitragem entre os ativos. Ross (1976) desenvolveu a Equação 5 para melhor representar o modelo.

$$E_i - \rho \approx \beta_{i1}(E^1 - \rho) + \dots + \beta_{ik}(E^k - \rho) \quad (5)$$

[...] onde E^l é o retorno de todos os portfólios com $\alpha\beta^s = 0$ para $s \neq l$ e $\alpha\beta^l = 1$, e a constante ρ é o retorno de todas as carteiras com $\alpha\beta = 0$, ou seja, com beta igual a zero. Assim, o prêmio de risco de um ativo ($E_i - \rho$) é a soma ponderada entre os prêmios de risco dos fatores ($E^k - \rho$) e seus respectivos betas (β_{ik}). (ROSS, 1976, p. 353, tradução nossa)

Segundo a equação acima, que representa a relação risco-retorno através de um formato multifatorial, os retornos oferecidos pelos ativos seriam analisados a partir de contribuições distintas de diversas variáveis macroeconômicas (fatores de risco), mas Ross (1976) acabou não definindo quantas e quais seriam essas variáveis. A APT, além de não pressupor a eficiência dos mercados, não precisa de hipóteses sobre a distribuição dos retornos dos ativos nem sobre a estrutura de preferências dos investidores. Ambas essas hipóteses, presentes no modelo tradicional do CAPM, foram alvos de inúmeras críticas sobre sua aplicabilidade. O modelo APT busca justamente ampliar os horizontes de aplicação da teoria, funcionando também em situações de desequilíbrio na economia, desde que não existam oportunidades de arbitragem.

Além disso, o APT exclui da equação a carteira de mercado presente no modelo CAPM, o que resolve as discussões acerca de como determiná-la, se ela seria representativa do mercado como um todo e de como mensurar ela empiricamente. Por outro lado, ao não definir quais variáveis deveriam ser utilizadas no modelo e nem quantas essas seriam, as aplicações empíricas do modelo APT são limitadas e diversos estudos que testaram sua eficiência concluíram não haver grandes diferenças nos resultados em relação aos apresentados pelo modelo CAPM (PITTHAN, 2015).

O modelo APT foi o primeiro de uma série de pesquisas sobre os modelos de apreçamento de ativos, nas quais os retornos dos ativos poderiam ser descritos por novos fatores além do beta do ativo proposto no modelo CAPM. Nesses estudos, identificou-se que o valor de mercado

de uma empresa acrescentaria poder explicativo ao modelo, com pequenas empresas apresentando retornos esperados superiores aos de grandes empresas. Banz (1981) e Bhandari (1988) relatam que o fator alavancagem de um ativo – relação entre o endividamento de uma empresa e seu patrimônio líquido – também teria relação positiva com o seu retorno esperado. Além disso, Stattman (1980) e Rosenberg, Reid e Lanstein (1985) estudaram a inclusão da proporção *book-to-market* (relação entre o valor contábil do patrimônio líquido e o valor de mercado da empresa) no modelo, observando que esta variável estaria correlacionada com o retorno médio esperado dos ativos.

Fama e French (1992) consolidaram os estudos de autores anteriores, avaliando o poder explicativo das diversas variáveis propostas, como por exemplo o valor de mercado, o fator alavancagem e a relação *book-to-market*. Utilizando dados de 1963 a 1990, os autores concluem que a combinação dos fatores valor de mercado e *book-to-market* absorvem e representam de forma razoável a contribuição das demais variáveis propostas. Sendo assim, em Fama e French (1993), os autores propuseram que esses dois fatores fossem incluídos no modelo, identificando que quanto menor a empresa, maior seria o seu retorno, bem como que quanto maior fosse o indicador *book-to-market* de uma empresa, maior seria seu retorno esperado.

Para operacionalizar o cálculo desses indicadores e, conseqüentemente, conseguir incluí-los no modelo, os autores criaram dois índices:

- a) o SMB (*Small Minus Big* – pequenas menos grandes), que define o impacto do tamanho da empresa (valor de mercado) no retorno esperado, sendo calculado pela diferença entre o retorno das menores empresas (50% das empresas) e o retorno das maiores empresas (50% das companhias);
- b) o HML (*High Minus Low* – alto menos baixo), que estima o impacto da proporção do patrimônio líquido sobre o valor de mercado no risco e no retorno das companhias, sendo mensurado como o retorno das empresas com maior proporção *book-to-market* (30% maiores) menos o retorno das empresas com menores proporções *book-to-market* (30% menores).

Adicionando os fatores SMB e HML ao modelo original do CAPM, Fama e French (1995) formularam o seu Modelo de Três Fatores, composto conforme a Equação 6. Ao se realizar a regressão dos três índices contra o prêmio de risco do ativo sob análise, o b_i representaria a correlação com o retorno de mercado, enquanto o s_i representa o poder explicativo do fator SMB_t e o h_i mensura a correlação com o fator HML_t .

$$R_{i,t} - R_{f,t} = \alpha_i + b_i(R_{m,t} - R_{f,t}) + s_i[SMB_t] + h_i[HML_t] + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

Onde,

- $R_{i,t}$ = retorno da carteira i no mês t;
- $R_{m,t}$ = retorno da carteira de mercado no mês t;
- $R_{f,t}$ = retorno do ativo livre de risco no mês t;
- SMB_t = prêmio pelo fator tamanho no mês t;
- HML_t = prêmio pelo fator B/M no mês t;
- $\varepsilon_{i,t}$ = resíduo do modelo referente à carteira i no mês t.

Fama e French (1995) apresentam evidências estatísticas dos impactos dos fatores adicionados no modelo, relatando um maior poder explicativo que o próprio CAPM. Apesar dos resultados, alguns autores ainda são relutantes a respeito da utilização prática do Modelo de Três Fatores, apontando que a regressão para empresas específicas seria imprecisa e para um grupo de empresas seria inviável (KOLLER *et al.*, 2015).

2.5 HIPÓTESE DA EFICIÊNCIA DE MERCADO (HEM)

A Hipótese da Eficiência de Mercado (HEM), formulada por Eugene Fama em 1970, é um dos principais pressupostos da moderna teoria das finanças, especialmente no que tange a modelos de apreçamento de ativos. Basicamente, um mercado eficiente é aquele em que o preço dos ativos reflete toda informação disponível, seja ela passada ou presente, de forma rápida, impossibilitando a lucratividade de operações de arbitragem.

Os preços, segundo Fama (1991), seguem um comportamento chamado de passeio aleatório, não sendo possível que os investidores criem mecanismos de obtenção de lucros anormais baseados nas variações de preços, tendo em vista que estas são imprevisíveis. Isso acontece pois, segundo a teoria, na eventual disponibilização de uma nova informação, os investidores rapidamente ajustam suas expectativas, sejam elas positivas ou negativas, determinando o preço de mercado a partir do balanço dessas percepções. Strong (2007) ainda complementa afirmando que, quanto maior o número de participantes do mercado e mais formalizado for o ambiente, mais eficiente será o mercado.

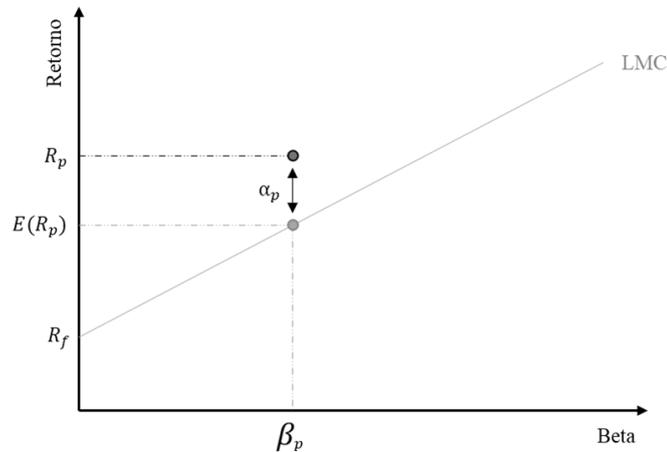
Segundo Shleifer (2000), a eficiência de mercado pode ser sustentada, essencialmente, pelas seguintes premissas:

- a) os investidores do mercado são racionais e coletam, processam e negociam toda a informação disponível;
- b) esses investidores possuem estoque de capital e propensão a risco ilimitados, eliminando a previsibilidade dos retornos dos ativos.

Além disso, Fama (1970) elenca três níveis de eficiência: a fraca, a semiforte e a forte. No primeiro caso, presume-se que nenhum investidor consegue obter retornos anormais por meio da análise de preços passados. No caso semiforte, os investidores não são capazes de obter retornos anormais através do uso de informações publicamente disponíveis. Por fim, no caso forte de eficiência, nenhum investidor seria capaz de obter retornos anormais utilizando qualquer tipo de informação, seja ela pública ou privada. Maluf Filho (1991) complementa, assinalando que as formas de eficiência apresentam uma sequência lógica de dominância, isto é, o nível semiforte exige que os requisitos da forma fraca sejam atendidos, assim como o nível forte postula que ambas as condições das formas fraca e semiforte sejam atingidas.

Para avaliar a eficiência dos mercados, Fama (1991) propõe três tipos de testes, sendo cada um aplicável a um respectivo nível dos tipos de eficiência do mercado. O Teste da Previsibilidade dos Retornos busca identificar a existência de uma eficiência fraca de mercado, analisando o poder explicativo dos retornos passados em relação aos futuros. O teste da forma semiforte, denominado de Estudo de Eventos, realiza uma análise do quão rápido os preços dos ativos refletem as informações publicamente disponíveis, como por exemplo um anúncio de pagamento de dividendos. Os Testes de Informação Privada, utilizados para verificar a forma forte, objetivam detectar se existe algum agente detentor de informação privada no mercado e se, por conta disso, o mesmo pode obter lucros anormais.

Basicamente, os testes buscam identificar se existe alguma ineficiência de mercado. Camargos e Barbosa (2003) ressaltam, todavia, que a principal preocupação desses métodos reside na velocidade de incorporação das informações aos preços dos ativos, sem explorar de igual forma se essa incorporação ocorre da maneira correta. Logo, da mesma forma que os mercados podem se tornar mais eficientes, estes podem apresentar também pontos de ineficiência. Damodaran (2002) afirma que, somente se os mercados não forem eficientes, os preços de mercado podem desviar dos valores reais dos ativos, criando janelas de oportunidade para os investidores alcançarem retornos anormais. Os retornos anormais são aqueles que os modelos de apreamento de ativos não conseguem prever, ou seja, ocorrem quando a performance do investimento diverge do seu retorno esperado.

Figura 7 – Retornos Anormais

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em mercados eficientes, conforme supracitado, os investidores não conseguem prever os retornos anormais. Por outro lado, nos mercados ineficientes, os retornos anormais podem ajudar a determinar a qualidade do investimento realizado, bem como do investidor, sendo utilizados nas análises comparativas de gestores de portfólio. Tomando como base o modelo CAPM, a diferença entre o retorno esperado do ativo a partir do modelo ($E(R_p)$) e o retorno realizado do ativo (R_p), conforme exposto na Figura 7, é denominada de Alfa de Jensen (α_p) – conhecido como apenas “alfa” ou “Jensen’s Alfa”.

2.6 INVESTIMENTO EM VALOR

A estratégia de Investimento em Valor, do inglês *value investing*, surgiu a partir da obra *Security Analysis*, escrita por Benjamin Graham e David Dodd em 1934. Nesse primeiro trabalho, os autores já demonstram sua preocupação em relação à análise de ativos, abordando diversos conceitos técnicos e aprofundados sobre como avaliar uma empresa. Em 1949, Graham publica sua principal obra, *The Intelligent Investor*, apresentando os principais pilares do *value investing*, com destaque para a sua defesa da irracionalidade dos mercados e como um investidor inteligente poderia se beneficiar disso e obter retornos anormais no mercado. Somente em 1973 o livro foi traduzido para o português, com o título de *O Investidor Inteligente*.

Graham (1973) foi o primeiro a reconhecer a diferença entre o preço e o valor intrínseco de um ativo, refutando a existência de mercados eficientes. Para o autor, o mercado estaria sempre oscilando entre patamares otimistas, onde o preço dos ativos seria superior ao seu valor intrínseco, e pessimistas, quando ocorreria o contrário. O investidor inteligente, nesse contexto,

poderia aproveitar as oportunidades de ambos os extremos para lucrar no mercado. Em suma, a estratégia defendida por Graham consiste na compra de negócios baratos (quando o valor intrínseco supera o preço), que surgiriam a partir das irracionalidades do mercado, com foco no longo prazo, quando, segundo o autor, o preço convergiria para o valor intrínseco do ativo. Vale destacar que, para o autor, seria essencial a identificação de uma margem de segurança, ou seja, uma diferença segura e significativa entre o preço do ativo e o seu valor intrínseco, para garantir a rentabilidade dos investimentos.

Posteriormente à obra de Graham, o *value investing* foi evoluindo, especialmente através de um dos seus alunos, Warren Buffett, conhecido como um dos principais investidores de todos os tempos. Buffett, no início da sua carreira, seguia minuciosamente os conceitos defendidos por Graham, procurando identificar empresas cujo preço oferecesse um desconto em relação ao seu real valor intrínseco. Com o tempo, e sob influência do seu sócio Charles Munger, Buffett percebeu que alguns ativos com elevada assimetria entre preço e valor poderiam ficar assim para sempre, as chamadas Armadilhas de Valor (*Value Trap*, em inglês). Em função disso, passou a ponderar, além da diferença entre o preço e o valor, a qualidade dos ativos, preocupando-se com questões como vantagens competitivas, governança corporativa, barreiras de entrada dos mercados, entre outros (CUNNINGHAM, 2002).

Além de Buffett, outros alunos de Graham também se tornaram destaques no mundo dos investimentos, ente eles Bruce Greenwald e Seth Klarman (DIB, 2019). Ambos seguiram utilizando dos conceitos de Graham sobre *value investing*, incorporando algumas crenças particulares. Greenwald, por exemplo, creditava elevada importância ao balanço patrimonial das empresas, de onde, segundo ele, poderiam surgir as principais análises acerca da qualidade dos ativos. Klarman, apesar de não se distanciar muito dos pressupostos iniciais de Graham, acreditando na compra de ativos baratos, independente da sua qualidade, enfoca o lado psicológico do investidor, que continuamente precisa lidar com inúmeras informações disponíveis e, mesmo assim, não deixar isso influenciar sua estratégia de longo prazo.

Mesmo com as especificidades de cada investidor, os adeptos ao *value investing* acreditam que todo investidor precisa de conhecimento antes de comprar um ativo. Aqueles que não entendem o verdadeiro fundamento das empresas correm o risco de serem influenciados pelas irracionalidades do mercado e acabar incorrendo em prejuízos insustentáveis. Adquirir o conhecimento necessário para investir em determinado ativo pode demandar um longo período de tempo, acompanhado de análises detalhadas das demonstrações financeiras das empresas, o que poderia fazer com que o investidor não conseguisse aproveitar as oportunidades fornecidas

pelo mercado. Por conta disso, com o desenvolver do *value investing* e da contabilidade, foram criados diversos fatores para simplificar, sem, contudo, prejudicar, a análise de ativos.

2.7 ANÁLISE DE FATORES

A evolução da análise de fatores, além de ser impulsionada pela difusão do *value investing*, sustenta-se em estudos que vêm mostrando que algumas variáveis fundamentalistas (métricas financeiras que oferecem informações sobre os ativos) complementam ou até são mais importantes na explicação do retorno dos ativos que os principais modelos de apreçamento, como o CAPM (COSTA JUNIOR; NEVES, 2000).

Fama e French (1992) consolidaram diversas análises acerca de fatores que poderiam ajudar na explicação do retorno dos ativos e concluíram que a maior parte das variações nos retornos médios das ações podem ser explicadas por dois fatores: a relação entre o valor patrimonial da ação e o seu preço, que está positivamente relacionada com o retorno, e o valor de mercado da empresa, que tem uma relação negativa. Esses fatores, conforme mencionado anteriormente, foram incluídos no conhecido Modelo de Três Fatores de Fama e French, sendo o terceiro fator o beta.

A análise de Fama e French incentivou diversos outros autores que pesquisaram a influência de outras inúmeras variáveis na explicação do retorno dos ativos. A principal contribuição dos autores, todavia, reside no fato de que, enquanto o beta precisa ser estimado antes de ser considerado nos modelos de apreçamento de ativos, as variáveis fundamentalistas podem ser observadas diretamente, o que reduz o número de etapas do processo, conseqüentemente diminuindo a propensão a erros (COSTA JUNIOR; NEVES, 2000).

Os resultados obtidos pelos estudos na área, a citar Chan *et al.* (1991) e Barbee *et al.* (1996), indicam que as variáveis fundamentalistas estão relacionadas com o retorno dos ativos. Dado que as análises realizadas, em sua maioria, acabam sendo complementares ao modelo CAPM, que, na teoria, já explica o retorno dos ativos em função de seu risco, o que de fato está sendo analisado é o poder explicativo das variáveis fundamentalistas na geração de retornos anormais, ou seja, na capacidade de um ativo gerar retornos acima do que se espera dado o seu nível de risco. Os adeptos ao *value investing* acreditam justamente que a análise de fatores, na medida que representa os fundamentos da empresa, pode gerar retornos excessivos, por isso a utilizam na seleção de ativos e composição de portfólios.

2.8 MAGIC FORMULA

As estratégias de *value investing*, conforme diversos estudos mostraram ao longo dos anos, apresentaram desempenho superior aos principais índices de mercado. Muitos investidores, especialmente os mencionados anteriormente, construíram patrimônios significativos seguindo esta estratégia, que fez com que Warren Buffett, por exemplo, figurasse entre os homens mais ricos do mundo durante um razoável período de tempo. Conforme supramencionado, Buffett adaptou a estratégia original de Graham, que acreditava em comprar somente empresas baratas, para considerar também a qualidade dos ativos. A trajetória e os resultados de Buffett demonstram o sucesso do investidor em suas escolhas, o que acabou inspirando Greenblatt, Pzena e Newberg (1981) a buscar uma abordagem quantitativa para análise e seleção de ativos, considerando indicadores para mensurar a qualidade da empresa e se o mercado está precificando-a corretamente.

Para determinar a qualidade da empresa, os autores selecionaram o fator Retorno sobre o Capital Investido (*Return on Invested Capital*, ou ROIC, em inglês), calculado através da divisão do Lucro antes de Juros e Tributos (*Earnings Before Interest and Taxes*, ou EBIT, em inglês) pelo capital investido na empresa, representado pela soma do capital próprio (patrimônio líquido) com o capital de terceiros líquido das disponibilidades da empresa (dívida líquida). O ROIC mensura a capacidade de alocação de capital de uma empresa, analisando quanto do capital investido se torna lucro operacional, ou seja, este indicador mede a rentabilidade do capital investido.

$$ROIC = \frac{EBIT}{\text{Patrimônio Líquido} + \text{Dívida Líquida}} \quad (7)$$

No que tange à precificação da empresa, Greenblatt, Pzena e Newberg (1981) utilizaram o fator chamado de *Earnings Yield* (EY), obtido pela divisão do EBIT pelo valor da empresa (*Total Enterprise Value*, ou TEV, em inglês), que representa a capitalização de mercado de uma empresa, somada à sua dívida e quaisquer interesses minoritários, menos suas disponibilidades em dinheiro e equivalentes. O EY demonstra a relação entre o resultado operacional de uma empresa e seu valor total de mercado, sendo muitas vezes interpretado como uma medida do retorno potencial que um investidor receberia sobre o seu investimento se ele comprasse as ações da empresa no preço corrente de mercado.

$$EY = \frac{EBIT}{TEV} \quad (8)$$

As ações são escolhidas com base em um sistema de ranqueamento, realizado separadamente para cada um dos fatores, onde as primeiras colocadas seriam as que apresentassem os maiores valores para os indicadores (GREENBLATT, 2011). Depois de finalizados os rankings individuais de cada um dos fatores, um novo sistema é realizado a partir da soma das posições de cada uma das empresas em cada um dos rankings individuais, formando um ordenamento que considera tanto a qualidade como a precificação dos ativos, sendo aqueles com a menor soma das posições os mais recomendados para investimento. Nota-se que, em ambos os casos, o indicador para mensurar a performance operacional da empresa é o EBIT. Segundo Carlisle (2014), a utilização do EBIT, ao desconsiderar os juros e os tributos, permite a comparação intersetorial de empresas com diferentes estruturas de capital (relação entre capital próprio e de terceiros) e divergentes regimes de tributação, isolando, de fato, o que seria o resultado da operação da empresa.

O modelo acima descrito, batizado de *Magic Formula*, foi apresentado e difundido por Greenblatt em seu livro, *The Little Book that Beats the Market*, publicado em 2006, que rapidamente chamou a atenção dos leitores pela simplicidade com que a estratégia foi constituída, mesmo que por trás exista um embasamento complexo e bem fundamentado. Na versão apresentada no livro, o modelo selecionava as 30 melhores ações com base nas posições dos ativos no ranking final, que seria refeito anualmente, girando a carteira com a venda das ações que saíam do ranking e a compra das que estariam entrando (GREENBLATT, 2011).

Para o período de 1988 a 2009, Greenblatt (2011) demonstrou que a *Magic Formula* performou consistentemente melhor que o retorno do mercado, nesse caso medido pelo desempenho do *Standard & Poor's 500 Index* (S&P 500), principal índice de ações do mercado americano. Considerando somente empresas com capitalização de mercado superior a um bilhão de dólares, o retorno anual composto da estratégia foi de 19,7%, enquanto, quando consideradas todas as empresas com valor de mercado acima de cinquenta milhões, esse percentual aumenta para 23,8%. No mesmo período, o retorno anual composto do S&P 500 foi de 9,5%. Ademais, o risco dos portfólios criados pela *Magic Formula*, mensurado pelo desvio padrão das carteiras, foi inferior ao risco do mercado no período.

Roman (2021) consolidou uma série de estudos que avaliam a eficiência da *Magic Formula* no Brasil, realizando também uma atualização do *backtest* para o período de 2000 a 2020. Os resultados obtidos foram positivos, e a estratégia superou o Ibovespa consistentemente

e de forma expressiva, mostrando ser aplicável ao mercado brasileiro. Tanto na estratégia original como nos testes realizados posteriormente, os autores selecionam um determinado número de ativos para compor a carteira, ponderando-os de maneira equivalente. Ljungberg e Högstedt (2021), por outro lado, buscaram associar os conceitos da TMP com os ativos selecionados pela *Magic Formula* no mercado sueco, identificando que a combinação das teorias aumentou a relação risco-retorno da estratégia, melhorando o alfa gerado pelos investimentos.

No Brasil, a combinação da TMP com a *Magic Formula* ainda não foi testada, mas a melhoria de estratégias de investimento consolidadas através da ponderação dos ativos considerando seus respectivos riscos (aplicação da TMP) é um campo já explorado, que apresentou resultados positivos. Serra e Nakamura (2016), por exemplo, compararam a performance do Ibovespa com um portfólio chamado de Carteira T, que consideraria a TMP para ponderar os ativos da carteira, enquanto o Ibovespa real leva em consideração somente liquidez e valor de mercado. No período analisado, de 2003 a 2014, a Carteira T apresentou tanto retorno superior quanto um risco inferior, fortalecendo a hipótese de que a TMP pode aumentar a eficiência de estratégias de investimento.

3 METODOLOGIA

A presente seção apresenta os métodos e técnicas empregados para coletar e analisar os dados, a fim de garantir a confiabilidade e validade dos resultados obtidos. Inicialmente, apresenta-se uma breve introdução sobre os objetivos da pesquisa e como ela foi planejada. Em seguida, descreve-se detalhadamente as fontes de informação utilizadas, como foram selecionadas e como foram obtidas as amostras de dados. Após isso, explica-se o tratamento dos dados, descrevendo o processo de filtragem e organização das bases e, por fim, explica-se como as informações obtidas foram utilizadas para realizar as análises e como os resultados foram interpretados.

3.1 ABORDAGEM DO ESTUDO

O estudo será conduzido a partir da construção de três diferentes portfólios em cada ano, todos considerando a mesma seleção de ativos, obtida através da aplicação da *Magic Formula*, mas com pesos diferentes para os mesmos. Além do Portfólio Original (PO), que consiste na divisão igualitária do capital entre os ativos disponíveis, analisaremos o Portfólio Ótimo (OT), que define os pesos da carteira de forma a maximizar a relação risco-retorno, medida pelo Índice de Sharpe, e o Portfólio de Mínima Variância (MV), no qual os ativos são ponderados para minimizar a variância total da carteira.

Em uma análise de *backtest*, que será a abordagem utilizada neste estudo, precisamos definir os períodos *in-sample* (dentro da amostra, em tradução livre), onde serão coletadas e analisadas as informações para construção dos portfólios, e *out-of-sample* (fora da amostra, em tradução livre), quando avaliaremos a performance das carteiras, de forma comparativa entre si e em relação a *benchmarks*, como os índices Ibovespa e IBrX-100. O processo de construção de carteiras é um ciclo contínuo, onde ao final de cada período de análise é realizada uma nova construção dos portfólios. Da mesma forma que em Greenblatt (2006), o balanceamento das carteiras será realizado de forma anual, por conta disso, o período *in-sample* para selecionar os ativos que compõe os portfólios será de um ano. Para utilizar a abordagem da TMP na definição dos pesos dos ativos, será considerado um intervalo de cinco anos de retornos mensais históricos, em linha com Ljungberg e Högstedt (2021). Os resultados obtidos serão calculados mensalmente, mas as análises serão realizadas com base em indicadores anuais (período *out-of-sample*), visando comparar as performances dos portfólios PO, MV e OT.

3.2 COLETA DE INFORMAÇÕES

Os dados utilizados no trabalho serão oriundos da base de dados do Economática (2023), que consolida as informações financeiras enviadas pelas empresas trimestralmente à Comissão de Valores Mobiliários (CVM), bem como o histórico de preços dos ativos. No processo de seleção das empresas, utilizaremos as informações financeiras supracitadas para calcular os indicadores fundamentalistas que fazem parte da *Magic Formula*, e a mensuração do retorno esperado e do risco das empresas será feita a partir dos preços dos ativos, constituindo a base para a aplicação da TMP na construção dos portfólios. O período de análise será entre os anos de 2000 e 2021, o que significa uma coleta de informações desde 1995 e uma avaliação de performance até 2022. As ferramentas utilizadas no processo serão o Python e o Microsoft Excel.

3.3 TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES

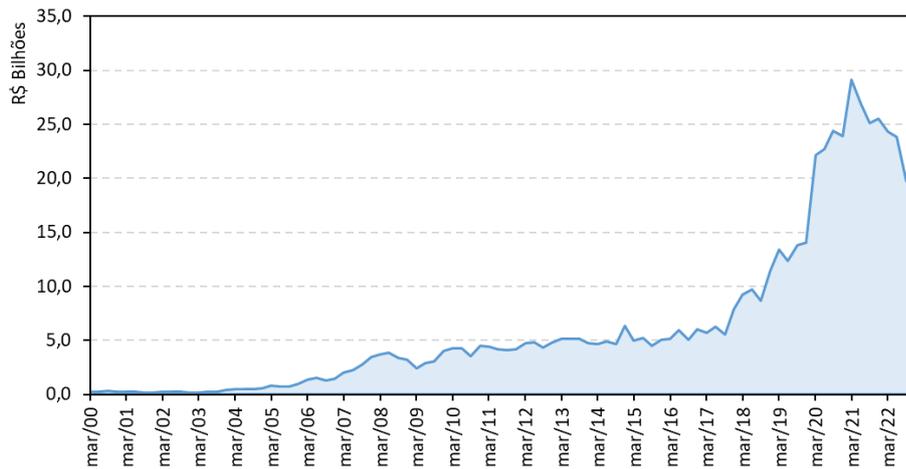
Para uma empresa poder ser analisada e considerada no estudo, é fundamental que todos os dados necessários estejam disponíveis para a mesma no momento de avaliação. As empresas que não cumpriram com este critério foram excluídas da análise. No caso de empresas com mais de um ativo em negociação (ações ordinárias, preferenciais e/ou *units*), foi selecionado o ativo com maior liquidez a partir de um filtro disponível no Economática (2023). Além disso, considerou-se nas bases de dados todas as empresas que em algum momento foram listadas na bolsa, não somente aquelas que permanecem até o momento da coleta de informações. Em relação aos *Brazilian Depositary Receipts* (BDRs), que são títulos que representam ações de empresas estrangeiras negociadas na Bolsa de Valores do Brasil, estes não foram considerados, visando restringir o objeto da análise ao mercado brasileiro exclusivamente.

Os dados utilizados foram obtidos a partir dos balanços consolidados das empresas, sempre que disponíveis. No caso da falta de divulgação consolidada, recorreremos aos balanços não consolidados como fonte de informação. A Instrução CVM nº 202 regula os prazos legais para divulgação de resultados pelas empresas abertas, determinando que essas empresas têm 90 dias após o fim do ano fiscal para divulgar as informações financeiras referentes ao ano anterior. Sendo assim, para garantir que o cálculo dos indicadores utilizados na análise reflita somente as informações já divulgadas pelas empresas, aplicou-se uma defasagem de 90 dias em relação ao encerramento do último exercício anual. Para construir os portfólios com as informações contábeis de 2021, por exemplo, considerou-se a capitalização de mercado da empresa e a

liquidez do primeiro dia útil de abril de 2022, após a divulgação completa dos resultados de 2021. Quando avaliarmos a performance dos portfólios, estaremos considerando o período entre o primeiro dia útil do segundo trimestre do ano em questão até o último dia útil do primeiro trimestre do ano seguinte, fechando a janela de doze meses. Por exemplo, quando avaliarmos a performance dos portfólios para o ano de 2021, estaremos olhando para o período entre 01/04/2021 e 31/03/2022.

Em relação à classificação setorial das empresas, realizada com base no Sistema de Classificação da Indústria da América do Norte (NAICS), duas categorias foram excluídas, relacionadas a empresas dos setores "Bancos" e "Seguradoras". Este filtro foi feito devido à natureza específica das demonstrações financeiras dessas empresas, que requerem uma interpretação diferenciada em comparação a outros setores.

Gráfico 1 – Soma da Liquidez Média Diária do Último Trimestre de Todas as Empresas no Mercado Brasileiro (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ademais, um critério de liquidez foi aplicado para assegurar que os investidores não enfrentariam dificuldades na compra ou venda de ações. Como a liquidez do mercado cresceu exponencialmente nos últimos anos, conforme exposto no Gráfico 1, considerou-se que, para garantir que as condições de mercado fossem replicadas da melhor forma para todos os períodos analisados, ao invés de definir um valor absoluto mínimo e corrigi-lo por algum critério, como a inflação, o melhor seria excluir um percentual das empresas menos líquidas de cada período.

Tabela 1 – Empresas na análise em cada período

| Ano | Empresas na Análise |
|------|---------------------|
| 2000 | 66 |
| 2001 | 66 |
| 2002 | 62 |
| 2003 | 58 |
| 2004 | 62 |
| 2005 | 63 |
| 2006 | 66 |
| 2007 | 63 |
| 2008 | 76 |
| 2009 | 83 |
| 2010 | 84 |
| 2011 | 84 |
| 2012 | 85 |
| 2013 | 84 |
| 2014 | 87 |
| 2015 | 84 |
| 2016 | 86 |
| 2017 | 83 |
| 2018 | 81 |
| 2019 | 80 |
| 2020 | 79 |
| 2021 | 84 |
| 2022 | 98 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, em cada período de seleção dos ativos, ordenou-se as empresas com base na liquidez média diária do último trimestre, excluindo da base aquelas que não fizessem parte das 60% mais líquidas. O percentual definido garante uma boa consistência em termos de liquidez absoluta, ao mesmo tempo que permite a manutenção de um número significativo de empresas na base, conforme apresentado na Tabela 1.

3.4 SELEÇÃO DOS ATIVOS

A seleção dos ativos foi realizada através da aplicação dos conceitos da *Magic Formula*. Conforme exposto anteriormente, a estratégia consiste na combinação de um indicador da qualidade da empresa com outro que mede sua precificação. Nesse sentido, para realizar a seleção dos ativos, vamos calcular tais indicadores, começando pelo ROIC. Com o intuito de simplificar os cálculos, Greenblatt (2006) utiliza a definição de ROIC apresentada na Equação 7, sem descontar os impostos do numerador. Para a análise, todavia, utilizaremos o conceito de ROIC disponível no Economática (2023), cuja fórmula está descrita na Equação 9.

$$ROIC = \left(\frac{EBIT \times (1 - IR)}{\text{Capital Investido}} \right) \times 100 = \left(\frac{EBIT \times (1 - IR)}{AT - PC + ECP - C} \right) \times 100 \quad (9)$$

Onde,

EBIT = lucro da empresa antes dos impactos financeiros e tributários;
 IR = alíquota percentual vigente de imposto de renda e contribuição social;
 AT = ativo total da empresa;
 PC = passivo circulante;
 ECP = empréstimos e financiamentos de curto prazo;
 C = caixa e equivalentes de caixa, considerando aplicações financeiras.

Além do ROIC, precisamos calcular o *Earnings Yield* para determinar as ações mais descontadas e complementar a estratégia. Nesse caso, a metodologia do Economática (2023) se equivale à utilizada por Greenblatt (2023), exposta na Equação 8, consistindo na divisão do EBIT acumulado dos últimos doze meses pelo TEV da empresa, sendo este segundo composto pela capitalização de mercado da empresa, mais sua dívida e quaisquer interesses minoritários, menos suas disponibilidades em dinheiro e equivalentes. Excetuando a capitalização de mercado, cujo cálculo consiste na multiplicação entre a cotação do dia pelas ações disponíveis, todas as demais variáveis foram retiradas das demonstrações anuais das empresas.

As ações são selecionadas com base em um sistema de classificação, inicialmente realizado separadamente para cada um dos fatores e posteriormente consolidado. As ações com os maiores valores para os indicadores são as primeiras colocadas em cada um dos rankings e, após finalizadas as classificações individuais dos indicadores, é realizado um novo sistema a partir da soma das posições de cada empresa em cada ranking individual, formando uma ordem que considera tanto a qualidade quanto o preço dos ativos. As ações com a menor soma de posições são as mais recomendadas para investimento e, para compor os portfólios, selecionaremos as 20 primeiras colocadas – o número de ativos a serem incluídos no portfólio tende a variar dependendo do estudo, sem existir uma regra pré-definida para tal.

3.5 CONSTRUÇÃO DOS PORTFÓLIOS

Uma vez que os ativos foram selecionados, resta agora definir os pesos atrelados à cada um deles nos diferentes portfólios. Como descrito anteriormente, o PO terá o capital dividido igualmente entre todos os ativos, o OT irá ponderar os ativos na combinação que proporcione o maior Índice de Sharpe e o MV será ponderado para obter a mínima variância. Como, para compor o PO, basta somente equalizar os pesos igualmente entre os ativos, resta explicar o processo por trás dos portfólios OT e MV, que consiste na aplicação da TMP.

A TMP é baseada em dados históricos e considera a volatilidade de um ativo como medida de risco, bem como a média dos retornos passados como medida do retorno esperado dos mesmos. Para medir os retornos esperados e a volatilidade de cada ação, calcularemos a diferença mensal nos preços das ações durante um período de cinco anos anteriores à data de constituição do portfólio, buscando assim obter os retornos mensais dos ativos. Para mensurar o retorno esperado dos ativos, consideramos a média geométrica dos retornos mensais dos últimos cinco anos, seguindo a Equação 10.

$$R_e = [(1 + R_1) \times (1 + R_2) \times \dots \times (1 + R_n)]^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (10)$$

Onde,

R_e = retorno esperado dos ativos dado pela média geométrica;
 R_1, R_2, \dots, R_n = retornos mensais históricos;
 n = número de retornos da série histórica.

Com o retorno esperado de cada ativo, conseguimos calcular o retorno esperado da carteira a partir da ponderação desses retornos pelos pesos a serem definidos para cada empresa. Para medir o risco, utilizaremos o desvio padrão da carteira, que pode ser obtido através da raiz quadrada da variância, cuja fórmula de cálculo se dá conforme a Equação 11. A fórmula é utilizada para calcular a variância de uma carteira composta por n ativos, considerando todas as combinações possíveis de pares entre os ativos na carteira e ponderando cada covariância pelo produto dos pesos dos ativos envolvidos naquela combinação. Isso nos permite obter uma medida abrangente do risco do portfólio, considerando a interdependência dos retornos de cada ativo na composição da carteira.

$$Var(p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j Cov(r_i, r_j) \quad (11)$$

Onde,

$Var(p)$ = variância do portfólio;
 n = número de ativos no portfólio;
 w_i = peso do ativo i no portfólio;
 $Cov(r_i, r_j)$ = covariância entre os retornos dos ativos i e j .

O Índice de Sharpe é uma medida de desempenho financeiro que relaciona o retorno esperado de um investimento com seu risco, sendo calculado como a diferença entre o retorno esperado de um investimento e a taxa livre de risco, dividido pela volatilidade do investimento, conforme a Equação 1. A taxa livre de risco é uma taxa de juros que reflete o risco mínimo

associado a um investimento, comumente a taxa de juros de títulos do governo de curto prazo. Nesse caso, utilizaremos a série histórica da Selic disponibilizada pelo Banco Central do Brasil (2000-2022), considerando a posição do dia em que os portfólios serão construídos. Assim, conseguimos calcular o Índice de Sharpe dos portfólios e selecionar os pesos que proporcionam o melhor resultado do indicador.

Tendo realizado os cálculos acima, conseguimos medir o risco e o retorno esperados da combinação dos ativos, bem como o Índice de Sharpe. Para encontrar os portfólios MV e OT, utilizamos a ferramenta Solver do Microsoft Excel. O Solver funciona por meio da aplicação de algoritmos de otimização matemática, tais como programação linear, programação inteira ou otimização não linear. Ele modifica valores em células específicas na planilha até que sejam encontrados valores que satisfaçam todas as restrições e atinjam o objetivo especificado. Nesse caso, o Solver modifica os pesos atribuídos a cada ação, buscando ou minimizar o desvio padrão do portfólio, no caso do MV, ou maximizar o Índice de Sharpe, buscando o OT. Em ambos os casos, o modelo exige que nenhum ativo conte com peso negativo, que a soma de todos os pesos seja equivalente a 100% e que todos os 20 ativos sejam incluídos no portfólio final, mesmo que com uma participação pouco significativa.

3.6 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Para avaliar a performance de cada portfólio, calculamos os retornos anuais, o retorno acumulado e a taxa de crescimento anual composta (CAGR, do inglês *Compound Annual Growth Rate*), assim como a volatilidade e o Índice de Sharpe. Adicionalmente, serão exibidos os indicadores de maior queda do ponto máximo ao mínimo (*Worst Drawdown*), número de meses com retorno positivo, o pior declínio mensal, a melhor valorização mensal e a porcentagem de vezes em que a carteira ficou acima do *benchmark* em janelas de tempo fixas de 1, 5 e 10 anos (*Rolling-Windows*). Cabe ressaltar que nenhuma das métricas informadas considera impostos e eventuais custos de transação que seriam necessários para operacionalizar a estratégia, e que todos os indicadores dos *benchmarks* foram calculados considerando os mesmos períodos de análise dos portfólios.

Ademais, será realizada uma regressão linear simples entre os resultados dos portfólios e o *benchmark* de mercado Ibovespa, visando identificar se existe relação entre o desempenho das carteiras e o comportamento do mercado, conforme seria esperado pelo modelo CAPM. A fórmula utilizada para o cálculo está representada na Equação 12.

$$R_{i,t} = \alpha_i + \beta_i R_{m,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

Onde,

- $R_{i,t}$ = retorno da carteira i no período t ;
- α_i = alfa da carteira e intercepto da regressão linear;
- β_i = beta da carteira e inclinação da reta;
- $R_{m,t}$ = retorno do mercado m no período t ;
- $\varepsilon_{i,t}$ = erro aleatório da carteira i no período t .

Em geral, realizar uma regressão linear simples entre os retornos de uma carteira e os do mercado ajuda os investidores a entender e gerenciar melhor o risco associado a seus investimentos, sendo importante por diversas razões, entre elas:

- a) avaliação do risco sistemático: a regressão ajuda a determinar o grau de exposição dos retornos da carteira aos movimentos do mercado, sendo o beta (β_i) uma medida de seu risco sistemático;
- b) determinação da significância dos retornos da carteira: a regressão também ajuda a designar se os retornos da carteira são significativamente diferentes do que seria esperado com base em sua exposição ao risco do mercado, o que pode ser feito testando a significância do alfa (α_i), que é uma medida dos retornos que não são explicados pelos movimentos do mercado;
- c) otimização da carteira: os resultados da regressão podem ser usados para otimizar a carteira, ajustando seus pesos para maximizar a performance da estratégia.

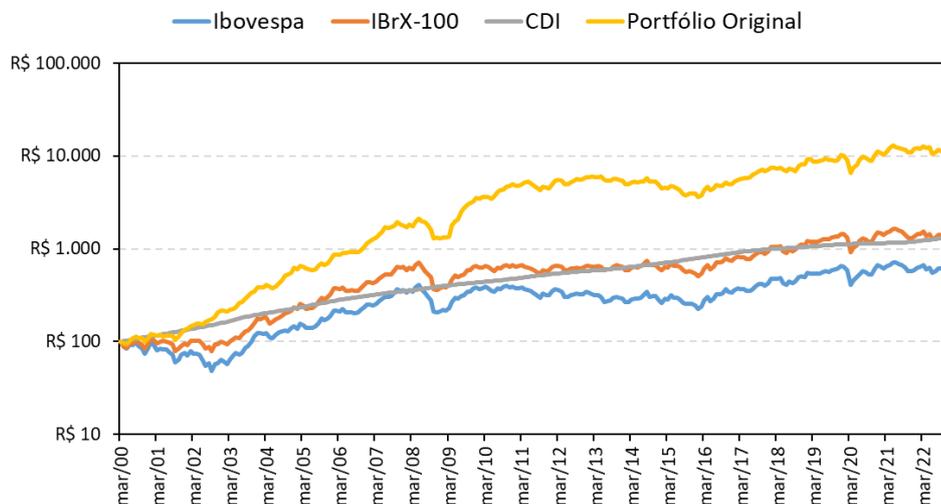
4 RESULTADOS OBTIDOS

Nesta seção, serão apresentados e analisados os resultados obtidos por cada um dos portfólios compostos ao longo do trabalho. Primeiramente, será realizada uma análise individual de cada portfólio, comparando a performance com os principais *benchmarks* de mercado, considerando o retorno acumulado e médio da carteira, a consistência ao longo do tempo, bem como volatilidade e outros indicadores. O capítulo se encerra com uma análise comparativa entre os portfólios, visando identificar, a partir dos indicadores disponíveis, qual das estratégias apresentou o melhor desempenho, e se os portfólios MV e OT representam uma melhora em relação ao PO, conforme hipótese principal do trabalho.

4.1 PORTFÓLIO ORIGINAL (PO)

Para avaliar o retorno acumulado do portfólio, simulou-se um investimento de R\$ 100 realizado na primeira composição de carteira em 31/03/2000. O Gráfico 2 mostra o comportamento desse investimento até 31/12/2022, comparando com o que seria o retorno do mesmo capital aplicado no Ibovespa, no IBrX-100 e na renda fixa, representada pelo CDI (Certificado de Depósito Interbancário, título indexado à Taxa Selic). O investimento na estratégia do PO resultaria, ao final de 2022, em um montante acumulado de R\$ 11.529, enquanto o IBrX-100, o melhor dos *benchmarks*, retornaria R\$ 1.390, ambos desconsiderando custos de transação e impostos. Pela magnitude da diferença entre os montantes, os gráficos de retorno acumulado serão apresentados em escala logarítmica de base 10.

Gráfico 2 – Retorno Acumulado do Portfólio Original (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

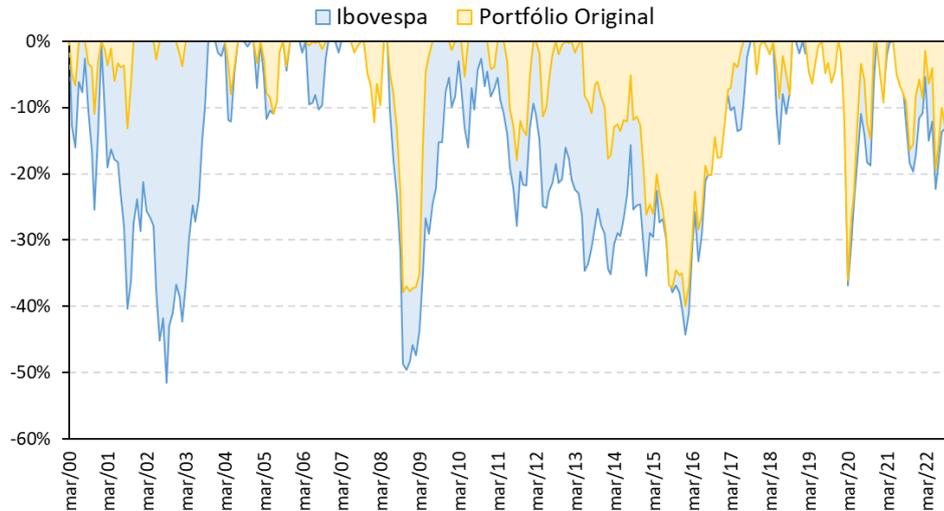
A Tabela 2 apresenta o comportamento anual dos retornos, complementando o entendimento do gráfico acima. A melhor variação anual de cada um dos investimentos foi destacada em cinza e a melhor performance dentre os investimentos em cada ano em negrito. Percebe-se que a melhor variação do PO supera o melhor desempenho dos *benchmarks* e, excetuando o CDI, a pior variação é menos negativa que a dos demais, demonstrando a consistência dos retornos.

Tabela 2 – Retornos anuais do Portfólio Original (2000-2022)

| Ano | Ibovespa | IBrX-100 | CDI | PO |
|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 2000 | -18,98% | -4,54% | 13,02% | 15,94% |
| 2001 | -8,20% | 6,47% | 17,30% | 30,34% |
| 2002 | -14,95% | -1,06% | 19,27% | 44,09% |
| 2003 | 96,42% | 80,43% | 23,52% | 87,14% |
| 2004 | 20,18% | 33,57% | 16,38% | 57,11% |
| 2005 | 42,62% | 49,94% | 19,06% | 35,49% |
| 2006 | 20,69% | 22,60% | 15,12% | 53,29% |
| 2007 | 33,11% | 34,55% | 11,94% | 30,94% |
| 2008 | -32,87% | -31,23% | 12,57% | -21,92% |
| 2009 | 71,95% | 59,98% | 10,02% | 162,74% |
| 2010 | -2,54% | 1,34% | 9,87% | 39,29% |
| 2011 | -5,94% | -1,56% | 11,71% | 11,60% |
| 2012 | -12,65% | -2,29% | 8,60% | 5,41% |
| 2013 | -10,54% | -3,20% | 8,33% | -10,53% |
| 2014 | 1,46% | 1,69% | 11,00% | -15,04% |
| 2015 | -2,14% | -2,53% | 13,37% | -4,65% |
| 2016 | 29,83% | 29,76% | 14,12% | 31,77% |
| 2017 | 31,36% | 31,26% | 10,04% | 30,43% |
| 2018 | 11,77% | 12,67% | 6,53% | 19,90% |
| 2019 | -23,47% | -22,20% | 6,06% | -24,94% |
| 2020 | 59,73% | 62,17% | 2,86% | 71,29% |
| 2021 | 2,89% | 2,79% | 4,52% | 13,69% |
| 2022 | -8,55% | -9,46% | 11,23% | -9,76% |
| Total | 516% | 1.290% | 1.247% | 11.429% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para avaliar adequadamente a performance dos investimentos, é fundamental considerar não apenas o retorno gerado, mas também a resiliência da carteira em momentos de perda. Uma maneira de analisar essa resiliência é por meio do *drawdown*, que avalia a magnitude da queda de uma carteira de investimentos em relação ao seu valor máximo. O *drawdown* é calculado como a diferença entre o valor mais alto já alcançado pelo portfólio e o valor mínimo subsequente. O Gráfico 3 apresenta a comparação do *drawdown* do PO em relação ao *benchmark* Ibovespa. Como podemos perceber pela diferença entre as áreas azul e amarela, o PO se comportou melhor que o Ibovespa em períodos de perda, especialmente nos primeiros anos do período analisado.

Gráfico 3 – Drawdown do Portfólio Original (2000-2022)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisar mais de um indicador ao medir a performance de uma carteira de investimentos é essencial, pois cada indicador mede um aspecto específico da performance, e considerar apenas um pode levar a conclusões incompletas ou até mesmo enganosas. Na Tabela 3, são apresentados diversos indicadores de performance utilizados para mensurar e comparar a performance entre os investimentos, abrangendo tanto o potencial de retorno, como o risco envolvido e a consistência da estratégia.

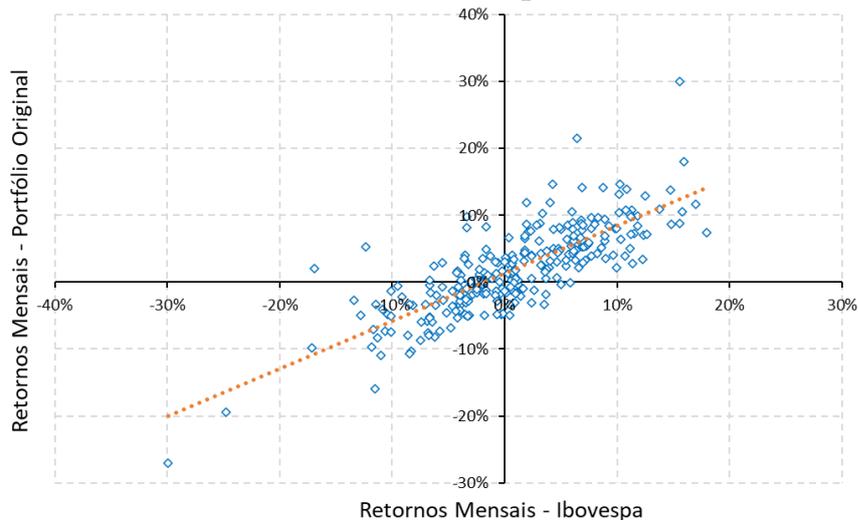
Tabela 3 – Indicadores de Performance do Portfólio Original (2000-2022)

| Indicadores | Ibovespa | IBrX-100 | CDI | PO |
|-------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|
| CAGR | 8,29% | 12,22% | 12,06% | 23,11% |
| Volatilidade | 24,63% | 23,03% | 1,37% | 22,03% |
| Índice de Sharpe | -0,15 | 0,01 | 0,00 | 0,50 |
| Worst Drawdown | -51,62% | -49,74% | 0,00% | -40,05% |
| Pior Variação Mensal | -29,90% | -30,09% | 0,00% | -27,10% |
| Melhor Variação Mensal | 17,92% | 18,34% | 2,10% | 29,98% |
| Meses Positivos | 153 | 159 | 274 | 170 |
| Meses Negativos | 121 | 115 | 0 | 104 |
| % Meses Positivos | 55,84% | 58,03% | 100,00% | 62,04% |
| <i>Rolling 1-Year Window</i> | | 72,26% | 53,28% | 73,72% |
| <i>Rolling 5-Year Window</i> | | 96,72% | 61,31% | 87,59% |
| <i>Rolling 10-Year Window</i> | | 100,00% | 86,86% | 100,00% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para facilitar a análise, destacou-se em negrito os investimentos que apresentaram a melhor performance em cada indicador. O PO apresentou CAGR superior em relação aos *benchmarks*, o que significa uma maior taxa de crescimento médio anual da carteira, acompanhada de uma volatilidade inferior, menos quando comparado com o CDI. Por consequência, o PO relatou o melhor Índice de Sharpe no período, bem como o menor *Worst Drawdown* e a pior variação mensal menos significativa. Não obstante, o portfólio contou com a melhor variação, o melhor percentual de meses positivos (excetuando o CDI, que no período não foi negativo nenhuma vez) e venceu o *benchmark* de mercado (Ibovespa) em todas as janelas móveis de dez anos, demonstrando a consistência da estratégia. Conforme o período de comparação reduz, para cinco e um anos, esse percentual reduz, pois fica mais dependente de movimentos de curto prazo.

Gráfico 4 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Original com os Retornos Mensais do Ibovespa (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 4 exibe a linha de regressão linear que relaciona os retornos mensais do Portfólio Original (variável dependente) com o retorno mensal do Ibovespa (variável independente). Ademais, a Tabela 4 fornece informações adicionais sobre os resultados da regressão linear, como os valores do intercepto (alfa) e do coeficiente de regressão (beta) que compõem a equação da linha laranja presente no Gráfico 4, bem como a significância estatística dos mesmos.

Tabela 4 – Resultados da Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Original com o Ibovespa (2000-2022)

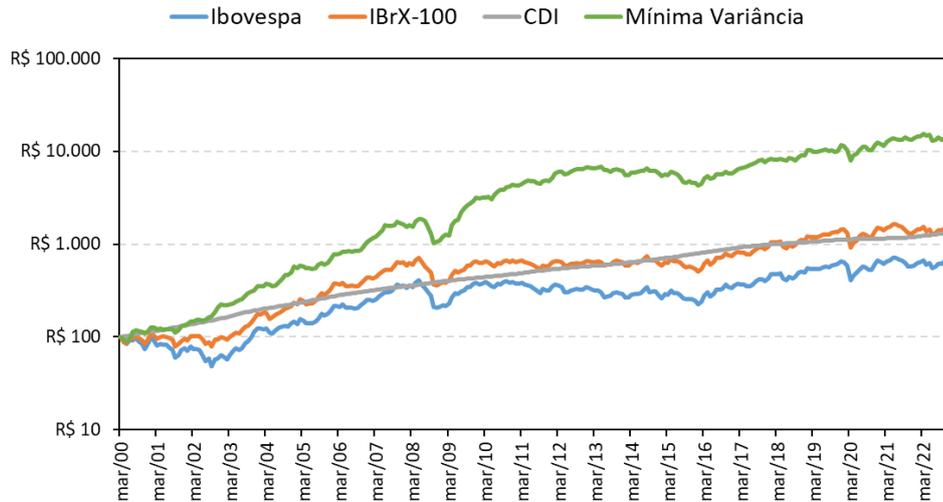
| Significância | 5% | 1% |
|----------------------------------|---------|--------|
| R-Quadrado | 0,6348 | |
| Observações | 273 | |
| Intercepto (alfa) | 0,0130 | |
| <i>Stat t</i> | 5,5050 | |
| <i>p-valor</i> | 0,0000 | |
| <i>Limite inferior (95%/99%)</i> | 0,0083 | 0,0068 |
| <i>Limite superior (95%/99%)</i> | 0,0176 | 0,0191 |
| Coefficiente de regressão (beta) | 0,7124 | |
| <i>Stat t</i> | 21,7058 | |
| <i>p-valor</i> | 0,0000 | |
| <i>Limite inferior (95%/99%)</i> | 0,6478 | 0,6272 |
| <i>Limite superior (95%/99%)</i> | 0,7770 | 0,7975 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 4 nos indica que os coeficientes alfa e beta foram positivos e significantes, em ambos os níveis de significância de 5% e 1%. O alfa de 0,013 (ou 1,3%) indica o retorno esperado do ativo quando o mercado apresenta um retorno de zero. Isso significa que, mesmo que o mercado não apresente nenhum movimento, o ativo ainda apresentará algum retorno, podendo ser interpretado como um indicador da habilidade do gestor em superar o mercado. O beta de 0,71 indica que o ativo é menos volátil do que o mercado. Um beta de 1 indicaria que o ativo tem o mesmo grau de variação que o mercado, enquanto um beta superior a 1 indicaria que o ativo é mais volátil do que o mercado. Como o beta é menor do que 1, isso significa que o ativo é menos sensível às variações do mercado, ou seja, quando o mercado sobe ou cai, o ativo tende a apresentar movimentos menos agressivos.

4.2 PORTFÓLIO DE MÍNIMA VARIÂNCIA (MV)

O Gráfico 5 mostra que, assim como o Portfólio Original, o Portfólio Mínima Variância superou todos os *benchmarks* na avaliação do retorno acumulado no período. Um investimento de R\$ 100 aplicado na estratégia em março de 2000 resultaria em R\$ 14.018 ao final de 2022, enquanto nenhum dos demais ativos superou a casa dos R\$ 2 mil. Cabe ressaltar, conforme mencionado anteriormente, que esses retornos desconsideram eventuais custos de transação e impostos que ocorreriam na aplicação prática da estratégia.

Gráfico 5 – Retorno Acumulado do Portfólio Mínima Variância (2000-2022)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 5 apresenta o comportamento anual dos retornos, com os mesmos destaques utilizados no capítulo anterior. Nota-se que o MV supera os *benchmarks* na maioria dos anos, explicando o tamanho da discrepância no retorno acumulado. Além disso, o portfólio apresentou a melhor variação anual do período, de 158,7% em 2009.

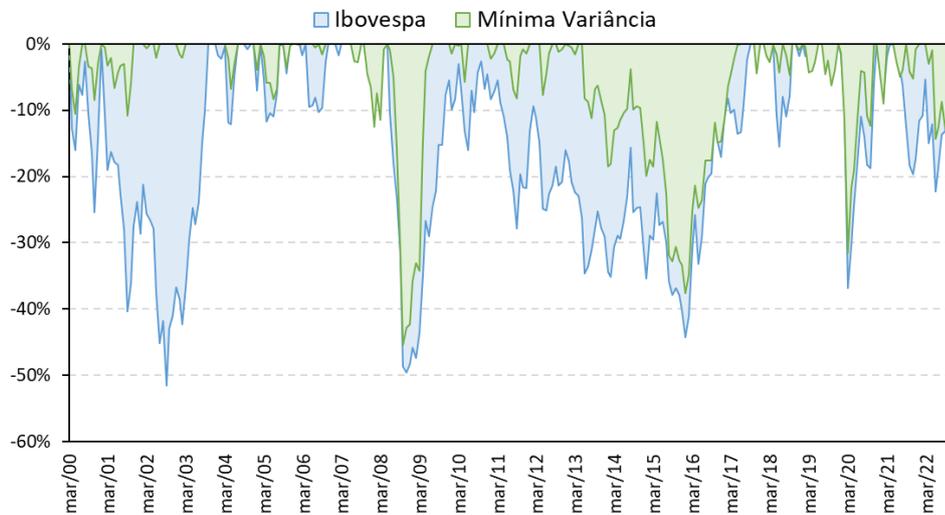
Tabela 5 – Retornos Anuais do Portfólio Mínima Variância (2000-2022)

| Ano | Ibovespa | IBrX-100 | CDI | MV |
|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 2000 | -18,98% | -4,54% | 13,02% | 21,69% |
| 2001 | -8,20% | 6,47% | 17,30% | 20,33% |
| 2002 | -14,95% | -1,06% | 19,27% | 53,46% |
| 2003 | 96,42% | 80,43% | 23,52% | 66,57% |
| 2004 | 20,18% | 33,57% | 16,38% | 54,38% |
| 2005 | 42,62% | 49,94% | 19,06% | 36,40% |
| 2006 | 20,69% | 22,60% | 15,12% | 55,00% |
| 2007 | 33,11% | 34,55% | 11,94% | 26,57% |
| 2008 | -32,87% | -31,23% | 12,57% | -20,32% |
| 2009 | 71,95% | 59,98% | 10,02% | 158,70% |
| 2010 | -2,54% | 1,34% | 9,87% | 41,51% |
| 2011 | -5,94% | -1,56% | 11,71% | 32,95% |
| 2012 | -12,65% | -2,29% | 8,60% | 9,30% |
| 2013 | -10,54% | -3,20% | 8,33% | -9,57% |
| 2014 | 1,46% | 1,69% | 11,00% | -6,40% |
| 2015 | -2,14% | -2,53% | 13,37% | -8,07% |
| 2016 | 29,83% | 29,76% | 14,12% | 27,18% |
| 2017 | 31,36% | 31,26% | 10,04% | 24,26% |
| 2018 | 11,77% | 12,67% | 6,53% | 22,30% |
| 2019 | -23,47% | -22,20% | 6,06% | -19,20% |
| 2020 | 59,73% | 62,17% | 2,86% | 59,81% |
| 2021 | 2,89% | 2,79% | 4,52% | 20,33% |
| 2022 | -8,55% | -9,46% | 11,23% | -8,47% |
| Total | 516% | 1.290% | 1.247% | 13.918% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante períodos de alta volatilidade, é comum que portfólios sofram uma redução em seu valor, conhecida como *drawdown*. No entanto, é possível encontrar portfólios que sejam mais resilientes do que o mercado em momentos de crise, como foi o caso do PO e agora do MV, que demonstrou ser mais consistente que o Ibovespa no período analisado. A capacidade de um portfólio em se recuperar de períodos de *drawdown* é um fator importante na construção de uma carteira de investimentos, pois pode contribuir para uma maior segurança financeira dos investidores em momentos de incerteza no mercado. O Gráfico 6 apresenta o *drawdown* do portfólio MV comparado com o Ibovespa.

Gráfico 6 – Drawdown do Portfólio Mínima Variância (2000-2022)



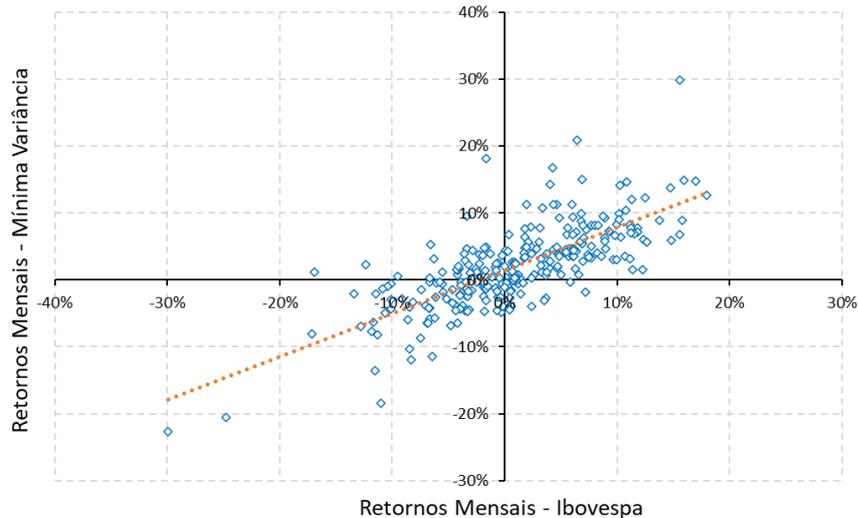
A Tabela 6 apresenta uma série de outros indicadores utilizados para avaliar a performance do portfólio em análise, comparando com *benchmarks* relevantes como o Ibovespa e o IBRX-100, destacando o melhor desempenho de cada indicador em negrito. Além dos retornos anuais e da resiliência do portfólio, é importante avaliar outros aspectos, como a volatilidade dos retornos, a relação entre risco e retorno, a consistência dos resultados ao longo do tempo e a comparação com *benchmarks* relevantes. Dessa forma, é possível ter uma visão mais completa do desempenho do portfólio no período.

Tabela 6 – Indicadores de Performance do Portfólio Mínima Variância (2000-2022)

| Indicadores | Ibovespa | IBrX-100 | CDI | MV |
|-------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|
| CAGR | 8,29% | 12,22% | 12,06% | 24,17% |
| Volatilidade | 24,63% | 23,03% | 1,37% | 21,25% |
| Índice de Sharpe | -0,15 | 0,01 | 0,00 | 0,57 |
| Worst Drawdown | -51,62% | -49,74% | 0,00% | -45,47% |
| Pior Variação Mensal | -29,90% | -30,09% | 0,00% | -22,65% |
| Melhor Variação Mensal | 17,92% | 18,34% | 2,10% | 29,94% |
| Meses Positivos | 153 | 159 | 274 | 173 |
| Meses Negativos | 121 | 115 | 0 | 101 |
| % Meses Positivos | 55,84% | 58,03% | 100,00% | 63,14% |
| <i>Rolling 1-Year Window</i> | | 72,26% | 53,28% | 67,88% |
| <i>Rolling 5-Year Window</i> | | 96,72% | 61,31% | 87,96% |
| <i>Rolling 10-Year Window</i> | | 100,00% | 86,86% | 100,00% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O CAGR do MV superou amplamente os *benchmarks*, com um retorno de 24,2% ao ano. Já a volatilidade do MV foi de 21,3%, abaixo do Ibovespa e IBrX-100, indicando que o portfólio apresentou menor risco no período. O Índice de Sharpe, que mede o retorno ajustado pelo risco, foi positivo e superior aos *benchmarks*, mostrando que o MV teve melhor desempenho em relação ao risco assumido. O *Worst Drawdown* foi menor no MV, demonstrando maior resiliência do portfólio, conforme exposto anteriormente. Além disso, o MV apresentou mais meses positivos do que negativos, tendo performado acima do mercado em todas as janelas móveis de dez anos.

Gráfico 7 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Mínima Variância com os Retornos Mensais do Ibovespa (2000-2022)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A linha laranja presente no Gráfico 7 ilustra a equação de regressão linear que relaciona os retornos mensais do MV, considerado como a variável dependente, com o retorno mensal do Ibovespa, variável independente. A Tabela 7, por sua vez, fornece informações adicionais sobre os resultados da regressão linear, como os valores do intercepto (alfa) e do coeficiente de regressão (beta) que compõem a equação da reta. Além disso, a tabela apresenta a significância estatística desses valores.

Tabela 7 – Resultados da Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Mínima Variância com o Ibovespa (2000-2022)

| Significância | 5% | 1% |
|----------------------------------|---------|--------|
| R-Quadrado | 0,5585 | |
| Observações | 273 | |
| Intercepto (alfa) | 0,0142 | |
| <i>Stat t</i> | 5,6719 | |
| <i>p-valor</i> | 0,0000 | |
| <i>Limite inferior (95%/99%)</i> | 0,0092 | 0,0077 |
| <i>Limite superior (95%/99%)</i> | 0,0191 | 0,0206 |
| Coefficiente de regressão (beta) | 0,6448 | |
| <i>Stat t</i> | 18,5156 | |
| <i>p-valor</i> | 0,0000 | |
| <i>Limite inferior (95%/99%)</i> | 0,5762 | 0,5544 |
| <i>Limite superior (95%/99%)</i> | 0,7133 | 0,7351 |

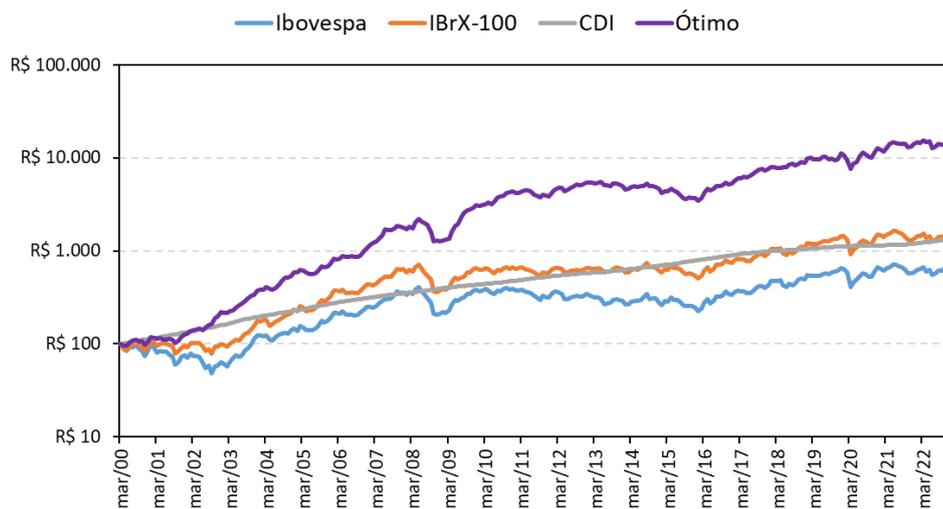
Fonte: Elaborado pelo autor.

A regressão linear realizada entre os retornos mensais do MV e do mercado resultou em um coeficiente de regressão (beta) positivo de 0,64, o que significa que para cada aumento de 1% no retorno do mercado, o retorno do ativo tende a aumentar em média 0,64%. O valor do R-quadrado foi de 0,56, o que indica que a regressão com os retornos do mercado explica aproximadamente 56% da variação nos retornos do ativo. Além disso, o intercepto (alfa) teve um valor positivo (1,4%) e significativo estatisticamente, indicando a capacidade do portfólio em gerar retornos acima do mercado. Os valores do p-valor foram estatisticamente significativos, o que sugere que a relação entre os retornos do ativo e do mercado é estatisticamente confiável.

4.3 PORTFÓLIO ÓTIMO (OT)

O Gráfico 8 apresenta que o Portfólio Ótimo teve um desempenho superior a todos os *benchmarks* em termos de retorno acumulado durante o período, assim como os demais portfólios. Se um investimento de R\$ 100 tivesse sido aplicado na estratégia em março de 2000, o valor teria alcançado R\$ 14.177 ao final de 2022, pouco acima do resultado do portfólio MV. É importante destacar, como mencionado anteriormente, que esses retornos não levam em consideração os custos de transação e impostos que seriam aplicáveis na implementação prática da estratégia. Nota-se, portanto, que independente da ponderação dos pesos, os ativos selecionados pela *Magic Formula* performam acima do mercado no longo prazo, tendo em vista o desempenho dos três portfólios analisados.

Gráfico 8 – Retorno Acumulado do Portfólio Ótimo (2000-2022)



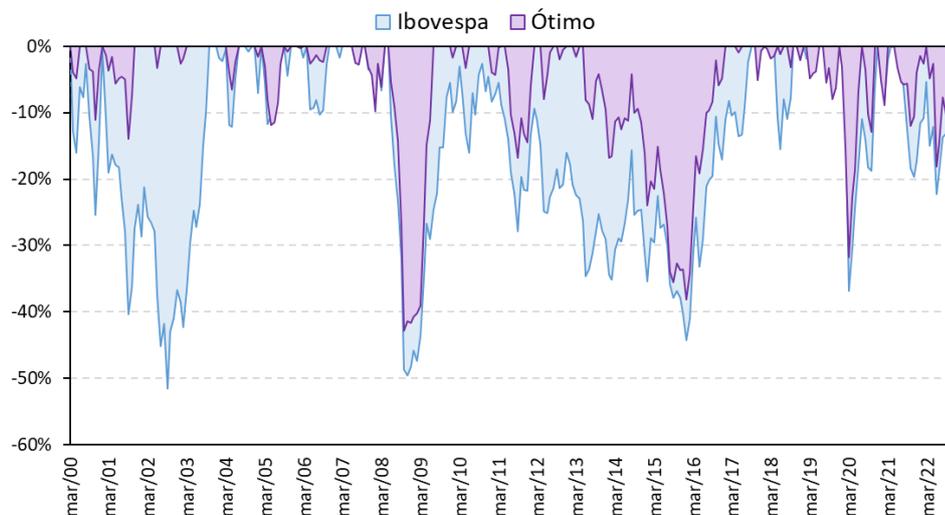
Os dados da Tabela 8 mostram os retornos anuais de cada investimento, destacando os anos de melhor performance de cada um, bem como o melhor retorno de cada ano dentre os investimentos. Ao considerar os retornos anuais de todos os anos presentes na tabela, nota-se que o ativo que apresentou o melhor retorno na maioria dos anos foi o OT, que teve o melhor desempenho em nove anos. Ademais, o portfólio OT relatou a maior variação anual do período, de 138,9% em 2009 (mesmo ano da melhor variação do portfólio MV) e a segunda menor variação negativa, logo atrás do CDI.

Tabela 8 – Retornos Anuais do Portfólio Ótimo (2000-2022)

| Ano | Ibovespa | IBrX-100 | CDI | Ótimo |
|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 2000 | -18,98% | -4,54% | 13,02% | 13,40% |
| 2001 | -8,20% | 6,47% | 17,30% | 23,41% |
| 2002 | -14,95% | -1,06% | 19,27% | 60,08% |
| 2003 | 96,42% | 80,43% | 23,52% | 81,96% |
| 2004 | 20,18% | 33,57% | 16,38% | 50,45% |
| 2005 | 42,62% | 49,94% | 19,06% | 35,75% |
| 2006 | 20,69% | 22,60% | 15,12% | 51,98% |
| 2007 | 33,11% | 34,55% | 11,94% | 39,28% |
| 2008 | -32,87% | -31,23% | 12,57% | -24,15% |
| 2009 | 71,95% | 59,98% | 10,02% | 138,87% |
| 2010 | -2,54% | 1,34% | 9,87% | 36,37% |
| 2011 | -5,94% | -1,56% | 11,71% | 9,17% |
| 2012 | -12,65% | -2,29% | 8,60% | 12,52% |
| 2013 | -10,54% | -3,20% | 8,33% | -8,22% |
| 2014 | 1,46% | 1,69% | 11,00% | -11,55% |
| 2015 | -2,14% | -2,53% | 13,37% | -3,32% |
| 2016 | 29,83% | 29,76% | 14,12% | 42,96% |
| 2017 | 31,36% | 31,26% | 10,04% | 30,46% |
| 2018 | 11,77% | 12,67% | 6,53% | 22,51% |
| 2019 | -23,47% | -22,20% | 6,06% | -20,97% |
| 2020 | 59,73% | 62,17% | 2,86% | 70,99% |
| 2021 | 2,89% | 2,79% | 4,52% | 18,85% |
| 2022 | -8,55% | -9,46% | 11,23% | -7,95% |
| Total | 516% | 1.290% | 1.247% | 14.077% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 9, podemos observar que o portfólio Ótimo apresentou menor *drawdown* do que o Ibovespa ao longo do período analisado, demonstrando a resiliência da estratégia. Não só foram menos período de grandes perdas como, quando estas ocorreram, foram na maioria das vezes menos significativas que as observadas no mercado.

Gráfico 9 – Drawdown do Portfólio Ótimo (2000-2022)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 9 apresenta os indicadores de desempenho do portfólio OT e dos *benchmarks*. Observa-se que o OT apresentou o maior retorno anualizado (CAGR), de 24,2%, enquanto o Ibovespa teve um retorno anualizado de 8,3%. Embora tenha apresentado uma volatilidade de 21,0%, o OT obteve um Índice de Sharpe de 0,58, o que indica um retorno ajustado ao risco superior ao dos demais ativos. Em relação ao *Worst Drawdown*, o OT foi menos impactado, com -42,8%, enquanto o Ibovespa apresentou queda de -51,6%. Além disso, o OT teve mais meses positivos (64,2%) do que negativos (35,8%) e apresentou a melhor variação mensal de 20,5%. Em resumo, os indicadores sugerem que o OT apresentou um desempenho superior aos outros ativos em termos de retorno, risco e resiliência, assim como foi observado anteriormente nos portfólios PO e MV.

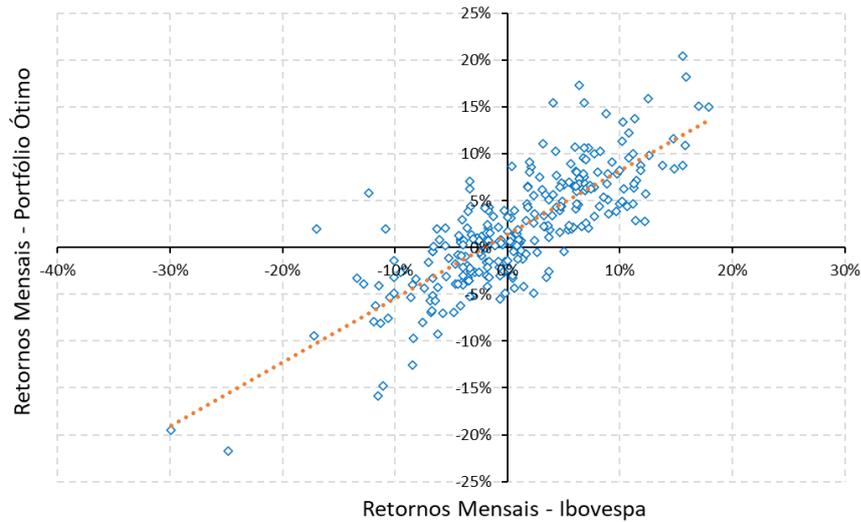
Tabela 9 – Indicadores de Performance do Portfólio Ótimo (2000-2022)

| Indicadores | Ibovespa | IBrX-100 | CDI | OT |
|-------------------------------|----------|----------------|----------------|----------------|
| CAGR | 8,29% | 12,22% | 12,06% | 24,23% |
| Volatilidade | 24,63% | 23,03% | 1,37% | 20,99% |
| Índice de Sharpe | -0,15 | 0,01 | 0,00 | 0,58 |
| Worst Drawdown | -51,62% | -49,74% | 0,00% | -42,82% |
| Pior Variação Mensal | -29,90% | -30,09% | 0,00% | -21,77% |
| Melhor Variação Mensal | 17,92% | 18,34% | 2,10% | 20,47% |
| Meses Positivos | 153 | 159 | 274 | 176 |
| Meses Negativos | 121 | 115 | 0 | 98 |
| % Meses Positivos | 55,84% | 58,03% | 100,00% | 64,23% |
| <i>Rolling 1-Year Window</i> | | 72,26% | 53,28% | 79,20% |
| <i>Rolling 5-Year Window</i> | | 96,72% | 61,31% | 98,18% |
| <i>Rolling 10-Year Window</i> | | 100,00% | 86,86% | 100,00% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 10 apresenta a regressão linear realizada entre os retornos mensais do índice Ibovespa e do portfólio OT. A linha laranja representa a tendência gerada pela regressão, enquanto os pontos em azul representam os retornos mensais do portfólio OT dada a performance do Ibovespa. Nota-se que a distribuição dos pontos não difere significativamente entre os portfólios, com a linha de tendência sendo ascendente para a direita, indicando que conforme o retorno mensal do mercado sobe, espera-se também uma melhora de performance dos portfólios.

Gráfico 10 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Ótimo com os Retornos Mensais do Ibovespa (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 10 fornece informações adicionais dos resultados da regressão linear, incluindo o valor do intercepto (alfa) e do coeficiente de regressão (beta). Estes dados são acompanhados de informações sobre a significância estatística desses valores, permitindo avaliar a qualidade da relação entre as variáveis.

Tabela 10 – Resultados da Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Ótimo com o Ibovespa (2000-2022)

| Significância | 5% | 1% |
|----------------------------------|---------|--------|
| R-Quadrado | 0,6433 | |
| Observações | 273 | |
| Intercepto (alfa) | 0,0138 | |
| <i>Stat t</i> | 6,2319 | |
| <i>p-valor</i> | 0,0000 | |
| <i>Limite inferior (95%/99%)</i> | 0,0094 | 0,0081 |
| <i>Limite superior (95%/99%)</i> | 0,0182 | 0,0196 |
| Coefficiente de regressão (beta) | 0,6833 | |
| <i>Stat t</i> | 22,1053 | |
| <i>p-valor</i> | 0,0000 | |
| <i>Limite inferior (95%/99%)</i> | 0,6224 | 0,6031 |
| <i>Limite superior (95%/99%)</i> | 0,7441 | 0,7635 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado na Tabela 10, a regressão linear entre os retornos do portfólio OT e o Ibovespa resultou em um R-quadrado de 0,64, que representa aproximadamente o quanto a variação dos retornos do mercado explica o movimento dos retornos do portfólio. Além disso, tanto o intercepto (alfa) como o coeficiente de regressão (beta) foram considerados

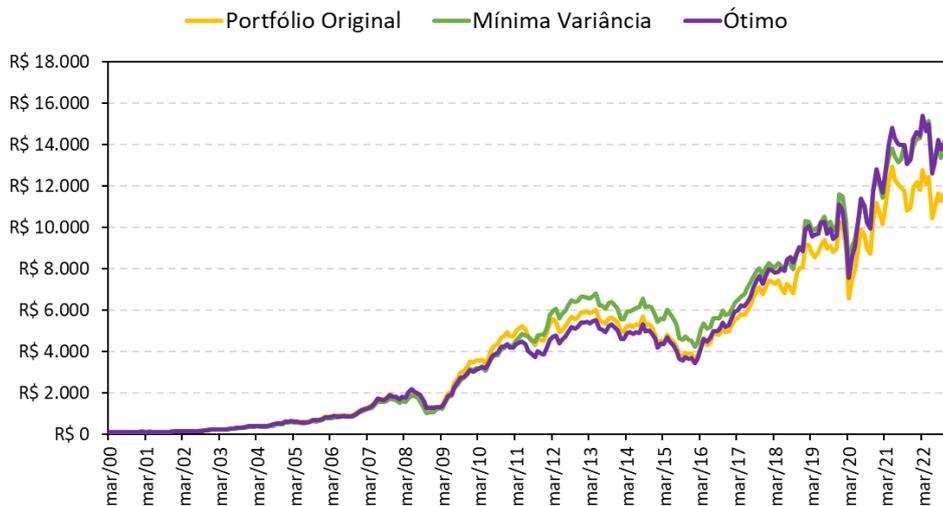
estatisticamente significativos. O alfa resultante foi de 1,4%, indicando que o portfólio OT seria capaz de superar o desempenho do mercado. Ademais, o beta ficou em 0,68, sugerindo que para cada aumento de 1% nos retornos do mercado, a tendência é que o retorno do portfólio aumente em média 0,68%.

4.4 COMPARATIVO DE RESULTADOS

Com base nos resultados apresentados para cada portfólio, percebe-se que, independentemente da ponderação, a seleção de ativos pela *Magic Formula* é uma estratégia que supera o desempenho do mercado no longo prazo. No entanto, ainda é necessário analisar se a distribuição de pesos a partir da TMP melhora o desempenho da estratégia original. Para verificar esta hipótese, os mesmos indicadores utilizados nas análises individuais de cada portfólio serão empregados.

Primeiramente, vamos avaliar o retorno acumulado de cada portfólio no período. Conforme supracitado, simulou-se um investimento de R\$ 100 realizado na primeira composição de carteira em 31/03/2000 e como seria a evolução desse capital em cada portfólio até 31/12/2022. O Gráfico 11 apresenta a evolução do montante investido em cada estratégia, dessa vez não estando em escala logarítmica, devido a não existir uma discrepância significativa entre as séries temporais.

Gráfico 11 – Retorno Acumulado dos Portfólios (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao final do período, um investimento de R\$ 100 no portfólio OT resultaria em R\$ 14.177, enquanto no MV o montante seria de R\$ 14.018, e no PO teria rendido R\$ 11.529. Os

portfólios OT e MV apresentaram resultados similares, ambos superiores ao PO. Isso demonstra que, em termos de retorno acumulado, a TMP pode ser uma forma eficaz de aprimorar a estratégia original da *Magic Formula*. Na Tabela 11, são apresentados os retornos anuais de cada portfólio, destacando em cinza a melhor variação de cada estratégia, bem como em negrito a melhor performance em cada ano.

Tabela 11 – Retornos Anuais dos Portfólios (2000-2022)

| Ano | PO | MV | OT |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 2000 | 15,94% | 21,69% | 13,40% |
| 2001 | 30,34% | 20,33% | 23,41% |
| 2002 | 44,09% | 53,46% | 60,08% |
| 2003 | 87,14% | 66,57% | 81,96% |
| 2004 | 57,11% | 54,38% | 50,45% |
| 2005 | 35,49% | 36,40% | 35,75% |
| 2006 | 53,29% | 55,00% | 51,98% |
| 2007 | 30,94% | 26,57% | 39,28% |
| 2008 | -21,92% | -20,32% | -24,15% |
| 2009 | 162,74% | 158,70% | 138,87% |
| 2010 | 39,29% | 41,51% | 36,37% |
| 2011 | 11,60% | 32,95% | 9,17% |
| 2012 | 5,41% | 9,30% | 12,52% |
| 2013 | -10,53% | -9,57% | -8,22% |
| 2014 | -15,04% | -6,40% | -11,55% |
| 2015 | -4,65% | -8,07% | -3,32% |
| 2016 | 31,77% | 27,18% | 42,96% |
| 2017 | 30,43% | 24,26% | 30,46% |
| 2018 | 19,90% | 22,30% | 22,51% |
| 2019 | -24,94% | -19,20% | -20,97% |
| 2020 | 71,29% | 59,81% | 70,99% |
| 2021 | 13,69% | 20,33% | 18,85% |
| 2022 | -9,76% | -8,47% | -7,95% |
| Total | 11.429% | 13.918% | 14.077% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os dados da tabela, é possível notar que o OT apresentou uma consistência maior ao longo do período analisado. Em 17 dos 23 anos, o OT apresentou um desempenho superior ao PO, enquanto o MV superou o PO em 15 dos 23 anos. Isto é, somente em cinco ocasiões o PO apresentou o melhor desempenho anual, sendo que quatro delas foram antes de 2010. Isso demonstra que os portfólios MV e OT contam com maior consistência nos retornos ao longo dos anos, relatando performance superior especialmente na última década.

No entanto, não podemos avaliar somente o retorno dos portfólios, visto que o retorno isolado não leva em consideração outros fatores importantes, como o risco, a volatilidade e a consistência do desempenho ao longo do tempo. Portanto, é importante avaliar os portfólios em relação a vários indicadores, como o Índice de Sharpe, o *Worst Drawdown*, a consistência do desempenho ao longo do tempo, entre outros, para ter uma compreensão mais completa de seu

desempenho e risco. A Tabela 12 apresenta os indicadores calculados para os portfólios PO, MV e OT.

Tabela 12 – Indicadores de Performance dos Portfólios (2000-2022)

| Indicadores | PO | MV | OT |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Jensen's Alfa | 1,30% | 1,42% | 1,38% |
| CAGR | 23,11% | 24,17% | 24,23% |
| Volatilidade | 22,03% | 21,25% | 20,99% |
| Índice de Sharpe | 0,50 | 0,57 | 0,58 |
| Worst Drawdown | -40,05% | -45,47% | -42,82% |
| Pior Variação Mensal | -27,10% | -22,65% | -21,77% |
| Melhor Variação Mensal | 29,98% | 29,94% | 20,47% |
| Meses Positivos | 170 | 173 | 176 |
| Meses Negativos | 104 | 101 | 98 |
| % Meses Positivos | 62,04% | 63,14% | 64,23% |
| <i>Rolling 1-Year Window</i> | 73,72% | 67,88% | 79,20% |
| <i>Rolling 5-Year Window</i> | 87,59% | 87,96% | 98,18% |
| <i>Rolling 10-Year Window</i> | 100,00% | 100,00% | 100,00% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Jensen's Alfa, que mede o excesso de retorno do investimento em relação ao mercado, é positivo para todos os portfólios, mas o MV apresenta o maior valor, indicando uma performance superior nesse quesito, seguido pelo OT. O CAGR também é positivo para todos os portfólios, com o OT apresentando a maior taxa, seguido pelo MV e PO. Isso indica que o OT e o MV tiveram um desempenho superior ao PO em termos de crescimento ao longo do período. A volatilidade, medida pela desvio padrão dos retornos, mostra que o OT é o portfólio menos arriscado dos três, seguido pelo MV e PO. Por apresentar o melhor CAGR e a menor volatilidade, o OT é o portfólio com melhor Índice de Sharpe, ou seja, que oferece o melhor retorno ajustado ao risco.

O portfólio PO teve o menor *Worst Drawdown*, no entanto, também apresentou a pior variação mensal, contraposta pela melhor variação mensal no período. Em relação à consistência, o portfólio OT teve o maior número de meses positivos e o menor número de meses negativos, o que resultou em um percentual menor de meses com perdas. Ainda, o OT apresentou o melhor desempenho em todas as janelas móveis de comparação com o mercado, com destaque para o percentual de 98,2% nos intervalos de cinco anos, quando os demais portfólios apresentaram valores próximos a 88%. Em suma, o OT se destaca como o portfólio mais consistente e resiliente, apresentando uma performance superior em termos de retorno ajustado ao risco e consistência de retornos positivos, corroborando para a hipótese principal do trabalho.

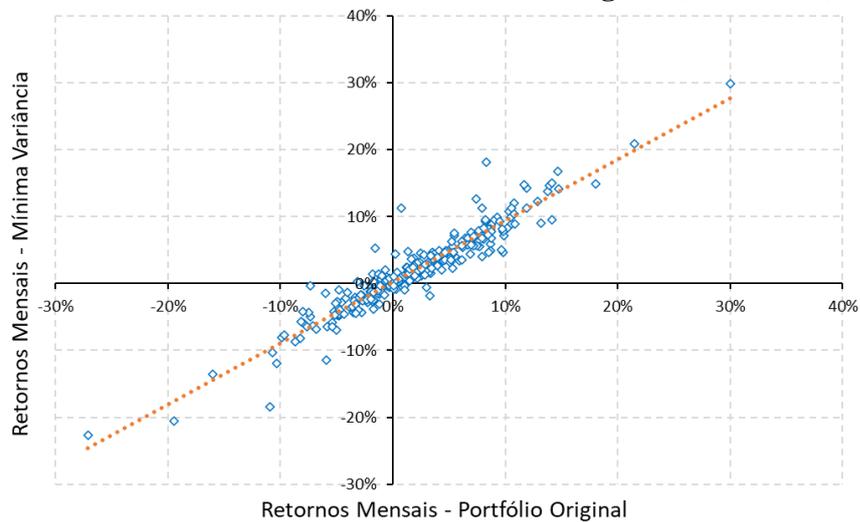
Além disso, realizou-se duas regressões lineares entre os retornos mensais dos portfólios OT e MV e os retornos mensais do PO. Os Gráficos 12 e 13 mostram os respectivos resultados dessas regressões.

Gráfico 12 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Ótimo com os Retornos Mensais do Portfólio Original (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 13 – Regressão Linear dos Retornos Mensais do Portfólio Mínima Variância com os Retornos Mensais do Portfólio Original (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ambas as regressões foram realizadas a um nível de significância de 5% e apresentaram os resultados presentes na Tabela 13.

Tabela 13 – Resultados das Regressões Lineares dos Retornos Mensais dos Portfólios Ótimo e Mínima Variância com o Portfólio Original (2000-2022)

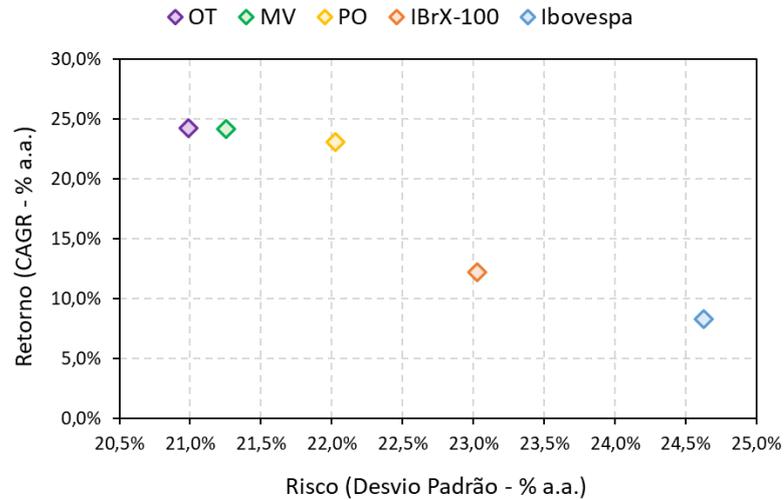
| Portfólio | OT | MV |
|----------------------------------|---------|---------|
| Significância | 5% | |
| R-Quadrado | 0,9204 | 0,9012 |
| Observações | 273 | 273 |
| Intercepto (alfa) | 0,23% | 0,22% |
| <i>Stat t</i> | 208,67% | 181,38% |
| <i>p-valor</i> | 3,79% | 7,08% |
| <i>Limite inferior (95%)</i> | 0,01% | -0,02% |
| <i>Limite superior (95%)</i> | 0,44% | 0,46% |
| Coefficiente de regressão (beta) | 0,9142 | 0,9160 |
| <i>Stat t</i> | 55,9850 | 49,7130 |
| <i>p-valor</i> | 0,0000 | 0,0000 |
| <i>Limite inferior (95%)</i> | 0,8820 | 0,8797 |
| <i>Limite superior (95%)</i> | 0,9463 | 0,9523 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O R-quadrado para ambos os portfólios indica que mais de 90% da variação nos retornos mensais dos portfólios OT e MV pode ser explicada pelos retornos mensais do PO. Os coeficientes de regressão (beta) são significativos, indicando que para cada variação de 1% nos retornos do PO, os retornos dos portfólios OT e MV variam em média 0,92%. Ambos os interceptos (alfa) são positivos, porém, somente o alfa do portfólio OT é significativo, no valor de 0,0023 (0,23%), com limite inferior em 0,0001 (0,01%) e limite superior de 0,0044 (0,44%). Com um nível de significância de 5%, isso significa que existe 95% de confiança de que o intervalo construído – supracitado – contenha o verdadeiro valor do parâmetro alfa.

Além de melhorar o retorno anual médio do PO, o portfólio OT também conta com menor volatilidade, conseqüentemente resultando em uma melhor relação risco-retorno, conforme apresentado no Gráfico 14.

Gráfico 14 – Relação Risco-Retorno dos Portfólios, do IBrX-100 e do Ibovespa (2000-2022)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme mencionado anteriormente, os resultados mostram que o portfólio OT possui a melhor relação risco-retorno entre os ativos analisados. Enquanto o portfólio PO já representa uma melhora significativa em relação ao IBrX-100 e ao Ibovespa, tanto o MV quanto o OT são capazes de aumentar ainda mais seu desempenho. Ambos os portfólios apresentam um retorno superior, medido pelo CAGR, e incorrem em menos risco, mensurado pelo desvio padrão anualizado. Com base nesses resultados, pode-se concluir que o MV e o OT representam uma melhoria em relação à estratégia do PO, sendo o OT especialmente relevante, pois o alfa da regressão se mostrou estatisticamente significativo.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho se propôs a combinar a estratégia de investimentos *Magic Formula*, desenvolvida a partir dos conceitos do *value investing*, com a TMP, de Markowitz, para verificar se a utilização desta última na definição dos pesos dos ativos selecionados pela primeira representaria um ganho de performance em relação à estratégia original, que divide igualmente o capital entre as ações.

A estratégia original de Greenblatt (2006), conforme amplamente explorado na literatura, mostrou-se capaz de superar o mercado de forma consistente no longo prazo, relatando, por si só, indicadores de performance bastante satisfatórios. Todavia, a utilização da teoria de Markowitz demonstrou não somente conseguir aumentar a relação risco-retorno da estratégia, mas também seu retorno total, consistência e diversos outros indicadores de performance. Para realizar tal comparação, ao longo do trabalho foram desenvolvidos três portfólios:

- a) o PO, que consiste na estratégia original;
- b) o MV, representando a carteira de mínima variância;
- c) o OT, criado a partir da maximização do Índice de Sharpe.

As análises realizadas demonstraram que o Jensen's Alfa, indicativo de quanto uma estratégia de investimentos é capaz de superar o mercado, é positivo e significativo para todos os portfólios, sendo superior nos portfólios MV e OT. O CAGR do período também foi positivo para todos, com o OT apresentando o melhor crescimento, seguido pelo MV e por fim o PO. Acompanhado de um melhor retorno, o portfólio OT relatou também a menor volatilidade no período, resultando no melhor Índice de Sharpe, conforme era esperado. Destaca-se, ainda, que o OT apresentou o maior número de meses positivos e o menor número de meses negativos, bem como superou de forma mais consistente o mercado em todas as janelas móveis de comparação. Nas janelas de um e dez anos, a capacidade das carteiras de superar o mercado foi similar, mas quando comparamos o desempenho em janelas de cinco anos, o OT superou o mercado 98% das vezes, enquanto o MV e o PO não superaram 88%.

Para complementar os resultados acima, foram realizadas regressões lineares entre os retornos mensais dos portfólios OT e MV e os retornos mensais do PO, visando avaliar se os primeiros seriam capazes de gerar um intercepto (alfa) positivo e significativo. Por se tratar, em ambos os casos, dos mesmos ativos, era esperado que a capacidade explicativa dos retornos do PO em relação aos demais portfólios seria relevante, especialmente considerando que na construção dos portfólios definiu-se que todos os ativos precisariam ser considerados, mesmo

que a representatividade fosse pouco significativa. Mesmo assim, o portfólio OT apresentou um alfa positivo e significativo de 0,23% ao mês, o que significa um ganho de 2,8% ao ano em termos de retorno, sem contar os benefícios em termos de consistência e volatilidade.

O Gráfico 14 resume bem os resultados do trabalho, posicionando todos os portfólios, bem como os *benchmarks* de mercado, em um plano que representa a relação risco-retorno das estratégias. Como podemos observar, o PO já representa um ganho significativo em relação aos *benchmarks*, entregando um retorno superior para uma exposição ao risco inferior. Os portfólios MV e OT, por sua vez, apresentam uma melhora em relação ao PO, com retornos superiores e riscos inferiores, em linha com a hipótese principal do trabalho.

A pesquisa demonstrou que ponderar os portfólios seria recomendado tanto para investidores arrojados, que buscam maximizar seus retornos, quanto para investidores avessos ao risco, que buscam minimizar sua exposição a perdas. Portanto, conseguimos, a partir da combinação da TMP com a *Magic Formula*, criar combinações mais eficientes com os mesmos ativos, assim melhorando a estratégia de investimento. Cabe ressaltar, parte importante da estratégia de Greenblatt (2006) consiste na simplicidade da metodologia utilizada e sua acessibilidade a qualquer tipo de investidor. Considera-se, nesse âmbito, que a utilização da TMP não comprometeria esse conceito, tendo em vista a ampla disponibilidade de modelos de maximização e minimização, bem como a possibilidade de sistematização da estratégia, o que não exigiria do investidor um amplo conhecimento prévio dos conceitos aplicados.

Por fim, vale salientar algumas recomendações para pesquisas futuras. A metodologia utilizada para definir os retornos esperados na aplicação do TMP, ao se basear no retorno histórico das ações, pode beneficiar ativos em momentos de alta. Uma alternativa seria utilizar os modelos de apreçamento de ativos expostos ao longo do trabalho, como o CAPM, para definir esses retornos, ou então o próprio sistema de ordenamento da *Magic Formula*, ponderando de forma mais significativa os ativos melhor colocados. Ademais, outros trabalhos poderiam explorar se a TMP seria capaz de incrementar também a performance das estratégias baseadas somente no ROIC ou no EY, ou então verificar se os resultados da estratégia não poderiam ser maximizados caso o investidor, ao invés de vender as ações ao final de cada período de rebalanceamento, fosse acumulando patrimônio no período.

REFERÊNCIAS

- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Sistema gerenciador de séries temporais**: taxa de juros. Brasília, 2000-2022. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- BANZ, R. The relationship between return and market value of common stocks. **Journal of Financial Economics**, Amsterdam, v. 9, n. 1, p. 3-18, Mar. 1981. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(81\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(81)90018-0). Acesso em: 10 set. 2022.
- BARBEE, W. C.; MUKHERJI, S.; RAINES, G. A. Do sales-price and debt-equity explain stock returns better than book-market and firm size? **Financial Analysts Journal**, v. 52, n. 2, Mar./Apr. 1996. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4479907>. Acesso em: 07 set. 2022.
- BARONE, A. Abnormal returns differ, positively or negatively, from expected returns. **Investopedia**, 25 abr. 2021. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/a/abnormalreturn.asp#:~:text=An%20abnormal%20return%20is%20one>. Acesso em: 08 out. 2022.
- BHANDARI, L. Debt/equity ratio and expected common stock returns: empirical evidence. **The Journal of Finance**, New York, v. 43, n. 2, p. 507-528, Jun. 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2328473>. Acesso em: 10 set. 2022.
- BLACK, F.; JENSEN, M. C.; SCHOLES, M. The capital asset pricing model: some empirical testes. In: JENSEN, M.C. (ed.). **Studies in the theory of capital markets**. New York: Praeger, 1972. p. 1-50. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=908569. Acesso em: 08 out. 2022.
- BROWN, S. J.; GOETZMANN, W. N. Performance persistence. **The Journal of Finance**, New York, v. 50, n. 2, p. 679-698, Jun. 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb04800.x>. Acesso em: 04 set. 2022.
- BRUNI, A. L. **Risco, retorno e equilíbrio**: uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na Bovespa (1988-1996). 1998. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.infinitaweb.com.br/albruni/academicos/bruni9805.pdf>. Acesso em: 07 set. 2022.
- CAMARGOS, M. A. de; BARBOSA, F. V. Teoria e evidência da eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro. **Caderno de Pesquisa em Administração**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 41-55, 2003. Disponível em: https://www.academia.edu/29219832/Teoria_e_evid%C3%Aancia_da_efici%C3%Aancia_informacional_do_mercado_de_capitais_brasileiro. Acesso em: 11 set. 2022.
- CARLISLE, E. C. **Deep value**: why activist investors and other contrarians battle for control of losing corporations. New York: Wiley Finance, 2014.

CHAN, K. C.; HAMAO, Y.; LAKONISHOK, J. Fundamentals and stock returns in Japan. **The Journal of Finance**, New York, v. 46, n. 5, p. 1739-1764, Dec. 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2328571>. Acesso em: 10 set. 2022.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (Brasil). **Instrução CVM 302** (Revogada). Dispõe sobre a constituição, a administração, o funcionamento e a divulgação de informações dos fundos de investimento em títulos e valores mobiliários. Brasília, 1999. Disponível em: <https://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/instrucoes/inst302.html>. Acesso em: 07 set. 2022.

COPELAND, T.; WESTON, J. F.; SHASTRI, K. **Financial theory and corporate policy**. 4th ed. Boston: Pearson, 2005.

COSTA JUNIOR, N. C. A. da; NEVES, M. B. Eiras das. Variáveis Fundamentalistas e os Retornos das Ações. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 123-137. mar. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402000000100005>. Acesso em: 08 out. 2022.

COSTA JÚNIOR, N. C. A.; MENEZES, E. A.; LEMGRUBER, E. F. Estimação do beta de ações através do método dos coeficientes agregados. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 4, p. 605-621, out./dez. 1993. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/590/7940>. Acesso em: 07 set. 2022.

CUNNINGHAM, L. A. **How to think like Benjamin Graham and invest like Warren Buffett**. New York: Mcgraw-hill Education, 2002.

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

DIB, G. W. **Value investing: teoria e prática**. 2019. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/205668>. Acesso em: 10 set. 2022.

ECONOMÁTICA. **Serviço Economática**. 2023. Disponível em: <https://economatica.com/>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ELTON, J. E.; GRUBER, M. J. Modern portfolio theory, 1950 to date. **Journal of Banking & Finance**, Jodhpur, v. 21, n. 11-12. p. 1743-1759, Dec. 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(97\)00048-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(97)00048-4). Acesso em: 04 set. 2022.

ELTON, J. E.; GRUBER, M. J. **Modern portfolio theory and investment analysis**. 5th ed. New York: John Wiley, 1995.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. **Journal of Financial Economics**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 3-56, Feb. 1993. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5). Acesso em: 08 out. 2022.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The cross-section of expected stock returns. **The Journal of Finance**, New York, v. 47, n. 2, p. 427-465, Jun. 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2329112>. Acesso em: 08 out. 2022.

FAMA, E.; FRENCH, K. Size and book-to-market factors in earnings and returns. **The Journal of Finance**, New York, v. 50, p. 131-155, Mar. 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb05169.x>. Acesso em: 07 set. 2022.

FAMA, E. F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, New York, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970. Disponível em: 10 set. 2022.

FAMA, E. F. Efficient capital markets: II. **The Journal of Finance**, New York, v. 46, n. 5, p. 1575-1617, Dec. 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2328565>. Acesso em: 10 set. 2022.

GALLINA, M. V. **Avaliação do modelo de Fama e French e do modelo CAPM no mercado brasileiro**. 2013. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/97706>. Acesso em: 08 out. 2022.

GREENBLATT, J. M.; PZENA, R.; NEWBERG, B. L. How the small investor can beat the market. **The Journal of Portfolio Management**, v. 7, n. 4, p. 48-52, Summer 1981. Disponível em: <https://jpm.pm-research.com/content/7/4/48>. Acesso em: 04 set. 2022.

GREENBLATT, J. **The little book that beats the market**. West Sussex: John Wiley & Sons, 2006.

HAUGEN, R. A. **Modern investment theory**. New Jersey: Prentice-Hall, 2001

HIRSCHEY, M.; N OFSINGER, J. **Investments analysis and behavior**. New York: McGraw Hill, 2008.

JORDAN, B. D.; MILLER, T. W. **Fundamentals of investments: valuation and management**. 4th ed. New York: McGraw Hill, 2008.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risk investments in stocks portfolios and capital budgets. **The Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 47, n. 1, p. 13-37, Feb. 1965. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1924119>. Acesso em: 04 set. 2022.

LJUNGBERG, A.; HÖGSTEDT, A. **Modern portfolio theory combined with magic formula: a study on how modern portfolio theory can improve an established investment strategy**. 44 f. Bachelor Thesis - Linnaeus University, Småland, 2021. Disponível em: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-104540>. Acesso em: 08 out. 2022.

LOWRY, M.; OFFICER, M. S.; SCHWERT, G. W. The variability of IPO initial returns. **The Journal of Finance**, New York, v. 65, n. 2, p. 425-465, Apr. 2010. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25656300>. Acesso em: 11 set. 2022.

MALUF FILHO, Jorge Arnaldo. Eficiência do mercado de opções da Bolsa de Valores de São Paulo. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 12-22, jul./set.1991.

MANGRAM, MYLES E. A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory. **Global Journal of Business Research**, Hilo, Hawaii, v. 7, n. 1, p. 59-70, 2013. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2147880. Acesso em: 07 set. 2022.

- MARKOWITZ, H. M. The early history of portfolio theory: 1600–1960. **Financial Analysts Journal**, Abingdon, v. 55, n. 4, p. 5–16, Aug. 1999. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4480178>. Acesso em: 08 out. 2022.
- MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, New York, v. 7, n. 1, p. 77–91, Mar. 1952. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2975974>. Acesso em: 11 set. 2022.
- MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. **Econometrica**, Chicago, v. 34, n. 4, p. 768-783, Oct. 1966. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1910098>. Acesso em: 10 set. 2022.
- PARETTO, C.; BATTLE, A. A deeper look at alpha. **Investopedia**, 30 set. 2022. Disponível em: <https://www.investopedia.com/articles/financial-theory/08/deeper-look-at-alpha.asp#toc-alpha-defined>. Acesso em: 11 set. 2022.
- PITTHAN, F. N. **Análise Comparativa entre o CAPM e o APT: um estudo teórico e empírico**. 2015. 62 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/140397>. Acesso em: 07 set. 2022.
- ROMAN, G. **Avaliação da eficiência da magic formula e de estratégias de value investing para o mercado brasileiro**. 2021. 62 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/225699>. Acesso em: 07 set. 2022.
- ROSENBERG, B.; REID, K.; LANSTEIN, R. Persuasive Evidence of Market Inefficiency. **Journal of Portfolio Management**, New York, v. 11, n. 2, p. 9-17, 1985. Disponível em: <https://jpm.pm-research.com/content/11/3/9>. Acesso em: 11 set. 2022.
- ROSS, S. A. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. **Journal of Economic Theory**, New York, v. 13, n. 3, p. 341-360, Dec. 1976. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(76\)90046-6](https://doi.org/10.1016/0022-0531(76)90046-6). Acesso em: 07 set. 2022.
- SERRA, R. G.; NAKAMURA, W. T. O novo Ibovespa é a melhor opção de investimento? **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 18, n. 59, p. 87-107, jan./mar. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.7819/rbgn.v18i59.2541>. Acesso em: 04 set. 2022.
- SHARPE, W. Mutual fund performance. **The Journal of Business**, v. 39, n. 1, p. 119-138, Jan. 1966. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2351741>. Acesso em: 10 set. 2022.
- SHLEIFER, A. **Inefficient markets an introduction to behavioral finance**. New York: Oxford University Press, 2000.
- STATTMAN, D. Book values and stock returns. **Chicago MBA: a journal of selected papers**, Chicago, v. 4, p. 25-45, 1980.
- STRONG, R. A. **Practical investment management**. 4th ed. Boston: South-Western College, 2007.
- TOMAZONI, E.; MENEZES, A. Estimativa do custo de capital de empresas brasileiras de capital fechado (sem comparáveis de capital aberto). **Revista de Administração**, São Paulo, v. 37, p. 38-48, 2002. Disponível em: <http://rausp.usp.br/wp-content/uploads/files/V370438.pdf>. Acesso em: 07 set. 2022.