

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

LUCAS KNORST NASCIMENTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS DE PRECIFICAÇÃO DE
ATIVOS: CAPM, MODELO DE 3 FATORES DE FAMA E FRENCH E
MODELO DE 5 FATORES DE FAMA E FRENCH NO MERCADO
BRASILEIRO**

**Porto Alegre
2021**

LUCAS KNORST NASCIMENTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS DE PRECIFICAÇÃO DE
ATIVOS: CAPM, MODELO DE 3 FATORES DE FAMA E FRENCH E
MODELO DE 5 FATORES DE FAMA E FRENCH NO MERCADO
BRASILEIRO**

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Schönerwald da Silva

**Porto Alegre
2021**

CIP - Catalogação na Publicação

Nascimento, Lucas Knorst
ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS DE PRECIFICAÇÃO DE
ATIVOS: CAPM, MODELO DE 3 FATORES DE FAMA E FRENCH E
MODELO DE 5 FATORES DE FAMA E FRENCH NO MERCADO
BRASILEIRO / Lucas Knorst Nascimento. -- 2021.
49 f.
Orientador: Carlos Eduardo Schönerwald 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, 2021.

1. CAPM. 2. Fama e French. 3. Três Fatores. 4.
Cinco Fatores. 5. Modelo de Precificação de Ativos. I.
Silva, Carlos Eduardo Schönerwald da, orient. II.
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LUCAS KNORST NASCIMENTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS DE PRECIFICAÇÃO DE
ATIVOS: CAPM, MODELO DE 3 FATORES DE FAMA E FRENCH E
MODELO DE 5 FATORES DE FAMA E FRENCH NO MERCADO
BRASILEIRO**

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

Aprovada em: Porto Alegre, 24 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schönerwald da Silva – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Glaison Augusto Guerrero
UFRGS

Prof. Dr. Maurício Andrade Weiss
UFRGS

Dedico esse trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Prof. Dr. Carlos Schönerwald pela orientação dedicada ao projeto.

Agradeço também à UFRGS pela oportunidade de estudar numa instituição de ensino superior de qualidade e a todos professores e colegas que deixaram suas marcas na minha trajetória acadêmica até aqui.

Agradeço especialmente à minha noiva Gabriela pelo companheirismo sem limites, pelo amor incondicional e pela inspiração diária para ser uma pessoa melhor.

Por fim mas não menos importante, agradeço aos meus pais Marli e Felipe pelo apoio emocional e financeiro que tornaram tudo possível.

RESUMO

Este trabalho busca avaliar qual modelo de precificação de ativos tem maior poder explicativo sobre o retorno das ações do mercado acionário brasileiro: CAPM, o Modelo de Três Fatores de Fama e French, ou o Modelo de Cinco Fatores de Fama e French. Foram obtidas cotações e informações contábeis de 52 empresas avaliadas entre 2011 e 2020, alocadas em portfólios conforme sua exposição aos fatores de risco estudados: tamanho, valor, lucro e investimento. Os portfólios construídos foram utilizados para estimar os prêmios de risco associados a cada fator. Apenas o fator SMB, que indica o prêmio associado a empresas menores frente a empresas maiores, apresentou prêmio positivo na média de todo o período analisado. O fator HML, que indica a relação do valor contábil para valor de mercado das empresas, apresentou prêmio de risco positivo em apenas 4 dos 10 anos estudados. O fator RMW, que indica o prêmio de risco associado a empresas de robusta lucratividade, se mostrou positivo em 5 dos 10 anos estudados. O fator CMA, que indica o prêmio de risco associado a empresas que adotam estratégia de investimento conservadoras, se mostrou positivo em apenas 3 dos 10 anos estudados. O estudo identificou maior poder de explicação para o Modelo de Cinco Fatores, porém não encontrou significância estatística em nenhum dos modelos avaliados. O Modelo de Três Fatores de Fama e French e Modelo de Cinco Fatores de Fama e French têm maior poder explicativo comparado com o CAPM.

Palavras-chave: CAPM; Fama e French; Três Fatores; Cinco Fatores; Modelo de Precificação de Ativos; Mercado Financeiro.

ABSTRACT

This study seeks to evaluate which asset pricing model has the greatest explanatory over stock returns in the Brazilian stock market: CAPM, Fama and French Three-Factor Model, or Fama and French Five-Factor Model. Stock prices and accounting data were obtained for 52 companies evaluated between 2011 and 2020, which were allocated in portfolios according to their exposure to the studied risk factors: Size, Value, Profit and Investment. The constructed portfolios were used to estimate the risk premiums associated with each factor. Only the SMB factor, which indicates the premium associated with smaller companies compared to larger companies, had an average positive premium for the studied timespan. The HML factor that indicates the relationship of book value to market value of companies showed a positive risk premium in only 4 of the 10 years studied. The RMW factor that indicates the risk premium associated with companies with robust profitability was positive in 5 of the 10 years studied. The CMA factor that indicates the risk premium associated with companies that adopt a conservative investment strategy was positive in only 3 of the 10 years studied. The study identified greater explanatory power for the Five-Factor Model but did not find statistical significance in any of the evaluated models. The Fama and French Three-Factor and Five-Factor models have greater explanatory power compared to the CAPM.

Keywords: CAPM; Fama and French; Three Factors; Five Factors; Asset Pricing Model; Financial Market.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Relação entre retorno esperado e variância | 17 |
| Figura 2 – Relação do <i>Capital Market Line</i> | 19 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Distribuição das empresas por setor da economia..... | 31 |
| Tabela 2 - Estatística descritiva das carteiras de Três Fatores..... | 38 |
| Tabela 3 - Estatística descritiva das carteiras de Cinco Fatores..... | 38 |
| Tabela 4 - Estatística descritiva dos retornos dos fatores..... | 40 |
| Tabela 5 – Retornos anuais para os fatores | 40 |
| Tabela 6 - Matriz de Correlação de Retornos..... | 42 |
| Tabela 7 - Regressão para o Modelo CAPM..... | 43 |
| Tabela 8 - Regressão para o Modelo de 3 fatores..... | 43 |
| Tabela 9 - Regressão para o Modelo de 5 Fatores..... | 44 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|--|
| CPM | <i>Capital Asset Pricing Model</i> |
| B/M | <i>Book-to-market</i> |
| DRE | Demonstração de Resultados de Exercício |
| BOVESPA | Bolsa de Valores de São Paulo |
| CML | <i>Capital Market Line</i> |
| NYSE | New York Stock Exchange |
| AMEX | <i>American Stock Exchange</i> |
| NASDAQ | <i>National Association of Security Dealers Automated Quotations</i> |
| RMW | <i>Robust Minus Weak</i> |
| CMA | <i>Conservative Minus Aggressive</i> |
| HML | <i>High Minus Low</i> |
| FTP | <i>File Transfer Protocol</i> |
| IBOVESPA | Índice da Bolsa de São Paulo |
| SELIC | Sistema Especial de Liquidação e de Custódia |
| SMB | <i>Small Minus Big</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 REVISÃO DOS MODELOS DE SELEÇÃO DE PORTFÓLIOS E PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS | 15 |
| 2.1 TEORIA DE PORTFÓLIOS | 15 |
| 2.2 CAPM | 18 |
| 2.3 TEORIA DOS MERCADOS EFICIENTES | 21 |
| 2.4 MODELO DE TRÊS FATORES | 22 |
| 2.5 MODELO DE CINCO FATORES | 24 |
| 2.6 APLICAÇÃO NO MERCADO BRASILEIRO | 27 |
| 3 METODOLOGIA | 30 |
| 3.1 COLETA DE DADOS | 30 |
| 3.2 AMOSTRA | 30 |
| 3.2 FATORES | 31 |
| 3.2.1 FATOR MERCADO | 31 |
| 3.2.2 FATOR TAMANHO | 32 |
| 3.2.3 FATOR VALOR | 32 |
| 3.2.4 FATOR LUCRO | 32 |
| 3.2.5 FATOR INVESTIMENTO | 33 |
| 3.3 COMPOSIÇÃO DE CARTEIRAS | 33 |
| 3.3.1 CARTEIRAS DE TRÊS FATORES | 34 |
| 3.3.2 CARTEIRAS DE CINCO FATORES | 35 |
| 4 RESULTADOS | 37 |
| 4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS CARTEIRAS | 37 |
| 4.2 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS FATORES | 40 |
| 4.3 RESULTADOS DAS REGRESSÕES | 42 |
| 4.3 LIMITAÇÕES | 45 |
| 5 CONCLUSÃO | 46 |
| REFERÊNCIAS | 48 |
| ANEXO 1 | 51 |

1 INTRODUÇÃO

Modelos de precificação de ativos são instrumentos importantes para a tomada de decisão de alocação de capital tanto por investidores quanto corporações. Para tal, os estudos em finanças têm desenvolvido diferentes modelos que visam incorporar anomalias de mercado para melhor precificar ativos. Considerando as diferenças entre os mercados financeiros, é essencial o estudo da aplicabilidade dos diferentes modelos em cada mercado. Neste sentido, os achados para o mercado financeiro brasileiro ainda são inconsistentes (GALDI; SECURATO, 2007; ARAÚJO; DO CARMO OLIVEIRA; SILVA, 2012). Assim, o problema abordado neste estudo é entender a capacidade explicativa de três modelos de precificação de ativos aplicados ao mercado financeiro brasileiro e, além disso, avaliar, como objetivo principal, qual dos modelos tem maior poder explicativo para prever o retorno das ações do mercado acionário mercado brasileiro: CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) de Sharpe (1964); o Modelo de Três Fatores de Fama e French (1992); ou o Modelo de Cinco Fatores de Fama e French (2015). O modelo CAPM, um dos modelos mais utilizados até hoje, considera que o retorno esperado de um ativo, em um mercado em equilíbrio, está positivamente e linearmente relacionado ao coeficiente beta, ou seja, com o risco não-diversificável (SHARPE, 1964). Expandindo o modelo CAPM para melhor explicar e prever o retorno dos ativos de um mercado, o Modelo de Três Fatores de Fama e French (1992) incluíram dois fatores ao fator de mercado: o tamanho da empresa e o índice *book-to-market* (B/M). Não obstante, Fama e French (2015) ampliam novamente os fatores com o Modelo de Cinco Fatores, no qual são incluídos os fatores lucratividade e estratégia de investimento das empresas. Assim, o modelo busca trazer maior poder explicativo comparado com os modelos existentes até então. Este modelo provou-se mais eficiente para explicar o retorno das ações no mercado financeiro dos Estados Unidos (FAMA; FRENCH, 2015). Considerando este achado, a hipótese deste trabalho é que o Modelo de cinco fatores tem maior poder explicativo para o mercado financeiro do Brasil, comparado com os outros modelos.

No mercado acionário brasileiro, o modelo mais estudado é o CAPM e apresenta desempenho satisfatório. Entretanto, há a indicação da aplicação de outros modelos para entender se outros fatores podem ampliar o poder de predição do retorno de ativos (ARAÚJO; DO CARMO OLIVEIRA; SILVA, 2012); o Modelo de Três Fatores de Fama e French parece ter superioridade na estimação dos retornos esperados quando comparado

com o CAPM (SECURATO; MÁLAGA, 2004; SECURATO; ROGERS 2009; ARGOLO; LEAL; ALMEIDA, 2012); e o Modelo de Cinco Fatores de Fama e French (2015) é recente e ainda pouco aplicado no mercado em questão, sendo que, aparentemente, este modelo tem um melhor desempenho para o mercado brasileiro ao ser comparado com o modelo de três fatores e um bom desempenho quando aplicado isoladamente (VIEIRA; 2017, MACIEL; 2021, FERREIRA; 2021).

Este é um estudo longitudinal retrospectivo, no qual os dados financeiros referentes a Demonstração de Resultados de Exercício (DRE) e Balanços Patrimoniais das empresas analisadas foram coletados através do pacote *GetDFPData2* da linguagem R. A amostra inicial das empresas analisadas foi constituída por empresas que compunham o índice da Bolsa de Valores de São Paulo (Ibovespa) na data da coleta de dados, dia 21 de setembro de 2021. A composição das carteiras foi realizada através da categorização dos ativos da amostra conforme sua classificação para cada fator de risco - mercado, tamanho, valor, lucro e investimento - e as carteiras foram recalibradas anualmente. O modelo de 3 fatores classifica todos os ativos analisados para os fatores de risco tamanho e valor, resultando em 4 carteiras; já o modelo de cinco fatores, por adicionar mais 2 fatores (lucro e investimento) resulta em 16 carteiras distintas.

O trabalho está dividido em cinco capítulos - introdução, revisão de literatura, metodologia, resultados e conclusão. Na introdução são abordados os problemas que justificaram esta pesquisa, os objetivos deste trabalho e apresenta de forma sintetizada a metodologia adotada. A revisão de literatura apresenta a Teoria dos Portfólios, a Teoria dos Mercados Eficientes e explica os modelos de precificação de ativos aplicados neste estudo. A metodologia apresenta de forma detalhada a extração, manipulação e tratamento dos dados. Nos resultados encontra-se a análise crítica e interpretação dos testes de cada modelo. Na conclusão apresenta-se de forma geral os achados deste estudo.

2 REVISÃO DOS MODELOS DE SELEÇÃO DE PORTFÓLIOS E PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS

Até a publicação da obra seminal '*Portfolio Selection*' de Markowitz (1952), a decisão de investimento era entendida pela ciência econômica e pelo campo nascente de finanças como uma tentativa de maximização dos retornos. O modelo vigente até então restringia-se ao campo teórico, e visava explicar o comportamento observado de um agente investidor. Entendia-se que um agente, ao avaliar suas oportunidades de investimento, iria sempre escolher aquela que lhe propiciasse o maior retorno ao valor presente. Isso implicava que o agente seria capaz de avaliar o fluxo de caixa resultante de cada decisão de investimento – ou seja, quanto tempo cada potencial investimento levaria para realizar seus retornos – e então compará-los através do uso de uma taxa comum de desconto, como, por exemplo, o retorno de um título público pré-fixado ou a taxa da poupança. Para simplificar esse exercício teórico, se pode assumir que o investidor teria conhecimento imediato e preciso dos fluxos de caixa decorrentes de seus eventuais investimentos, de maneira que todos os retornos a valor presente são dados e cabe ao investidor apenas escolher aquela opção de maior valor de retorno.

2.1 TEORIA DE PORTFÓLIOS

Markowitz (1952) criticou os modelos baseados unicamente na maximização de retornos, defendendo que seria incorreto pois eles não comportariam os benefícios da diversificação, algo que o autor alega ter benefícios conhecidos tanto teoricamente quanto empiricamente. Não obstante, o modelo de maximização de retornos seria antagônico à diversificação: uma vez que seja possível constatar que determinada oportunidade de investimento possua maior retorno que as demais, a única conclusão lógica seria de realizar uma alocação integral dos recursos disponíveis nessa estratégia, sendo a diversificação portanto sempre uma estratégia inferior. Markowitz (1952) defende que essa falha se deve ao fato do pressuposto de que os fluxos de caixa são previamente conhecidos, quando na realidade o futuro é incerto (HICKS, 1939) para qualquer decisão de investimento, podendo divergir significativamente das projeções. É sugerido então incorporar o conceito de incerteza nesse framework de análise. O conceito de incerteza já era conhecido e discutido na literatura especialmente no campo teórico, porém era até então carente de uma adaptação matemática ao campo de finanças que permitisse ser

incorporado em análises empíricas. A aplicação dos conceitos matemáticos e estatísticos à mensuração de risco e retorno é frequentemente citada como a grande contribuição de Markowitz para o campo de Finanças.

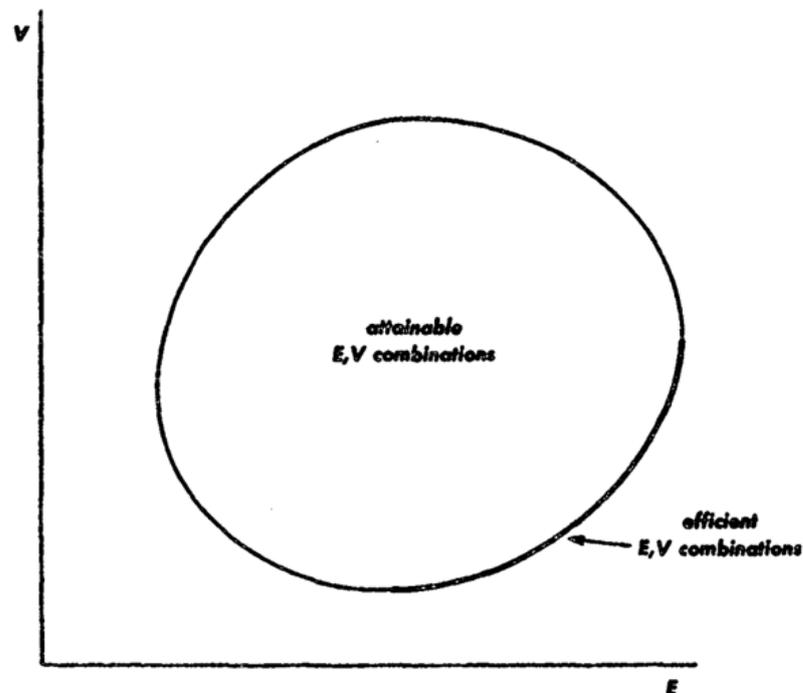
A escolha de Markowitz de utilizar variância como métrica para risco pode ter aparentado ser contraintuitiva à época, porém acabou sendo uma ideia inspirada. Ela não apenas inclui a visão intuitiva de risco - pois nas distribuições normais ou pelo menos simétricas utilizadas na prática, o risco indesejável (*downside risk*) é essencialmente o reflexo do risco desejável (*upside risk*) -, porém também possui uma propriedade ainda mais importante para o desenvolvimento do campo. Ao reconhecer retorno e risco como média e variância, Markowitz disponibiliza o poderoso uso algébrico da estatística matemática para o estudo de seleção de portfólios. (MILLER, 1999, p. 96, tradução nossa)

Markowitz (1952) propõe que as imperfeições de mercado podem ser incorporadas na análise através do *risco*, uma medida da variabilidade do retorno de determinado ativo. Para tanto, sugere interpretar os retornos de investimentos como variáveis discretas e então adotar conceitos estatísticos para mensurar tanto o retorno quanto o risco: o retorno poderia ser modelado como o valor esperado – ou seja, a média das observações - enquanto o risco poderia ser entendido como a variabilidade do retorno – mensurado como o desvio padrão das observações. Essas duas variáveis-chave passam a compor o que Markowitz cunhou de modelo de ‘retorno esperado-variância do retorno’. Nesse modelo proposto, os agentes passam a construir portfólios através da combinação de diversos ativos que possuem algum grau de correlação entre si, o que pode ser entendido ao imaginar diversas firmas do mesmo setor que costumam ter seus resultados seguindo uma mesma tendência.

Uma vez que o uso de álgebra passou a ser viável sobre as variáveis estudadas de risco e retorno, foi possível modelar matematicamente quais seriam os retornos e variâncias de todos os portfólios possíveis pela combinação de dois ativos, seja qual peso for atribuído para cada ativo. Markowitz (1952) notou que combinações de dois ativos em diferentes proporções resultam em valores distintos tanto de variância quanto de retorno, de maneira que existem combinações superiores a outras. Essas combinações ótimas foram denominadas de ‘combinações eficientes’ e representam a menor variância para cada nível de retorno. O gráfico plotando os valores resultantes de retorno esperado

(E) e variância (V) para os possíveis portfólios ilustra claramente a existência de portfólios eficientes.

Figura 1 - Relação entre retorno esperado e variância



Fonte: Markowitz (1952)

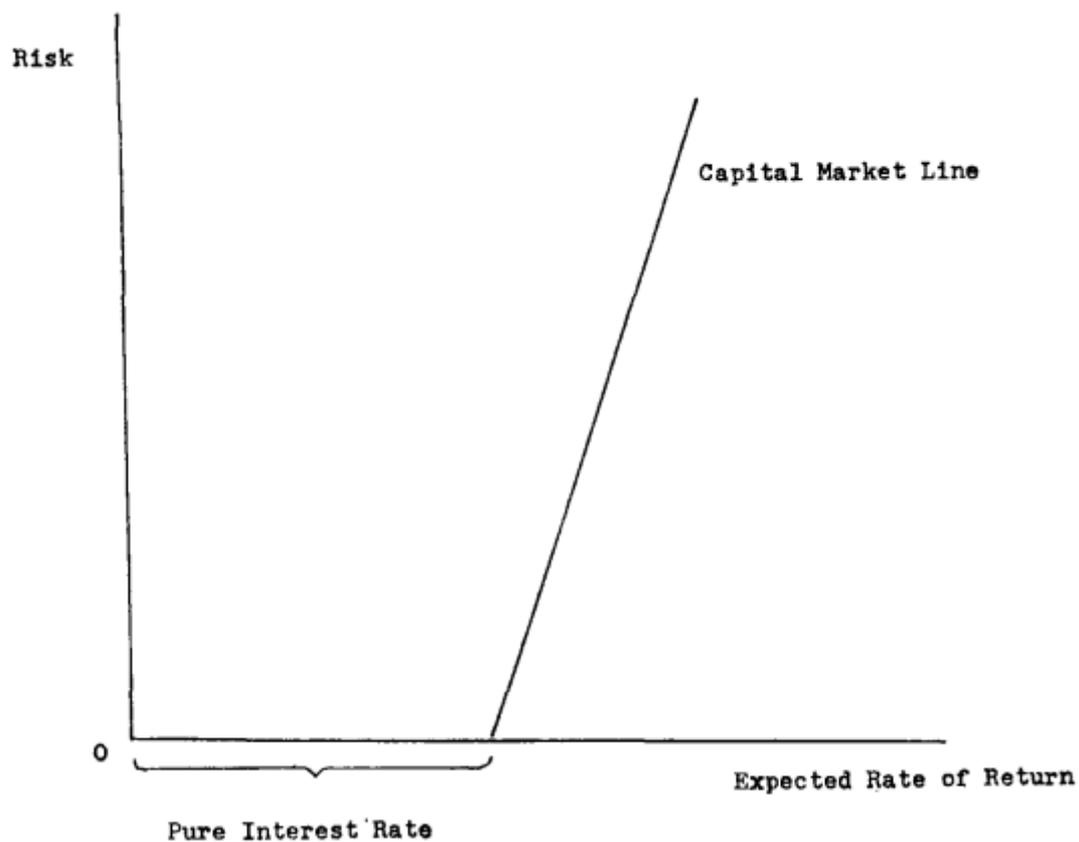
Markowitz (1952) pontua que embora a diversificação dos ativos não seja capaz de eliminar inteiramente a variância do portfólio, ela é capaz de minimizar a variância para determinado nível de retorno, ou seja, de maneira que os agentes poderiam utilizar esse modelo para construir portfólios otimizados a seu nível de tolerância a risco. Isso significa que embora um portfólio A possa resultar em um retorno esperado ligeiramente superior a outro portfólio B, um investidor avesso ao risco pode optar pelo portfólio B caso esse possua menor risco, ou seja, possui menor variabilidade nos seus retornos e, portanto, seja mais provável de entregar um retorno próximo àquele esperado.

A abordagem proposta por Markowitz (1952) veio a ser conhecida como 'Teoria Moderna de Portfólio' e foi agraciada com o prêmio Nobel em Economia em 1990. Sua contribuição para o campo de finanças é crucial, uma vez que ela é a fundamentação teórica e matemática para as publicações que a sucederam.

2.2 CAPM

O modelo de variância média proposto por Markowitz (1952) foi fundamental para que Sharpe (1964) pudesse desenvolver o modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Através do modelo CAPM, Sharpe expandiu a hipótese de alocação eficiente em diversos níveis de risco para todos os agentes do mercado, derivando então uma teoria de equilíbrio de mercado. Para a construção de sua teoria, Sharpe (1964) empregou duas suposições admitidamente irrealistas porém instrumentais para o funcionamento do modelo: a) todos os agentes teriam iguais condições de tomar e emprestar recursos à mesma taxa de juros; b) as expectativas para o desempenho de todos ativos (valor futuro esperado, desvio padrão, correlação entre ativos) seriam homogêneas entre todos os agentes.

Dos pressupostos propostos por Sharpe (1964) decorre a noção de que todos os ativos negociados estariam sujeitos a flutuações de preços de maneira que os ativos inicialmente menos desejáveis teriam seu preço reduzido, enquanto ativos com desempenho esperado superior teriam seu preço majorado. Esse constante reajuste de preços implica que todos os ativos negociados serão eventualmente atrativos para compor algum portfólio eficiente para dado apetite de risco. Ademais, esse cenário também implica que todas as combinações eficientes de ativos estão positivamente correlacionadas e repousam sobre a fronteira linear que representa o nível máximo de retorno esperado para nível de risco assumido. Essa relação linear eficiente foi denominada por Sharpe (1964) como "*Capital Market Line*" ou 'CML' e representa uma alocação ótima entre o ativo livre de risco e as demais oportunidades de investimento.

Figura 2 - Relação do *Capital Market Line*.

Fonte: Sharpe (1964)

A CML foi então utilizada para avaliar o risco inerente de ativos individuais e não apenas portfólios. Sharpe (1964) notou que para qualquer combinação de ativos, parte do retorno observado poderia ser explicado pelo retorno da combinação eficiente desses mesmos ativos através de uma regressão. Essa observação foi cunhada de 'risco sistemático' e representa a sensibilidade de determinado ativo ao nível de atividade econômica. A formulação para a exposição de um ativo ao risco sistemático é usualmente dada através do coeficiente beta no modelo CAPM e demais modelos fatoriais que o sucedem.

O modelo CAPM pode ser descrito matematicamente pela equação:

$$E(R_i) = R_f + \beta_{im}[E(R_m) - R_f] \quad (1)$$

Sendo:

$E(R_i)$ - Retorno esperado de um ativo/portfólio

R_f - Retorno livre de risco

β_{im} - Coeficiente Beta

$E(R_m)$ - Retorno esperado do mercado

$E(R_m) - R_f$ - “Prêmio de mercado”, diferença entre o retorno esperado do mercado e o retorno livre de risco.

Sharpe (1964) conclui que todos os tipos de riscos com exceção do risco sistemático podem ser mitigados através da diversificação, de maneira que a sensibilidade de determinado ativo ao nível de atividade econômica seria a única métrica relevante para mensurar o risco de determinado ativo.

Dessa forma, a diversificação permite ao investidor evitar todos os tipos de risco exceto àquele decorrente de variações da atividade econômica - esse tipo de risco permanece até em combinações eficientes. E, uma vez que todos outros tipos de risco podem ser evitados através da diversificação, apenas a sensibilidade de um ativo à taxa de retorno do nível de atividade econômica é relevante para estimar seu risco. (SHARPE, 1964, p. 441, tradução nossa)

Expandindo essa análise para os demais ativos negociáveis, todos os ativos poderiam ser classificados linearmente pela magnitude de sua correlação ao nível atividade econômica representando seu nível de risco-retorno, tendo o ativo livre de risco como representação da ausência de exposição ao risco sistemático.

As contribuições de Sharpe (1964) sobre o modelo de Markowitz (1952) foram fundamentais para expandir a aplicabilidade e profundidade dos modelos de média-variância especialmente pela sua capacidade de expandir a concepção inicial à um modelo de equilíbrio e simplificar sua resolução, possibilitando sua aplicação para análise de ativos individuais e não apenas a análise de portfólios. Miller (1999) resumiu eloquentemente o impacto que o modelo CAPM teve no campo de finanças na passagem:

O modelo CAPM oferece não apenas novos e poderosos *insights* teóricos sobre a natureza de risco, mas também auxilia admiravelmente o tipo de investigação empírica profunda tão necessária para o desenvolvimento de um novo campo como financeiro. Seus benefícios não foram confinados estritamente ao campo de finanças. O grande

volume de pesquisa empírica testando o modelo CAPM levou a grandes inovações tanto em econometria teórica quanto aplicada. (MILLER, 1999, p. 98, tradução nossa)

2.3 TEORIA DOS MERCADOS EFICIENTES

O modelo CAPM proposto por Sharpe (1964) foi utilizado por Fama (1970) para construir um teorema para o entendimento do campo de finanças moderno, a Teoria dos Mercados Eficientes. A Teoria dos Mercados Eficientes define que em um mercado eficiente o valor dos ativos “refletem completamente” a informação disponível (FAMA, 1970). As hipóteses de que as informações públicas de um ativo financeiro são ótimas estimativas do valor real do investimento; e que as pessoas se comportam racionalmente e são capazes de processar todas as informações disponíveis, tomando decisões com precisão, são ainda mais antigas, da década de 60 (SHILLER, 1998).

Fama (1970) formula a teoria dos mercados eficientes adicionando uma suposição importante às já adotadas por Sharpe (1964) de consenso sobre performance esperada de ativos e condições iguais de acesso à financiamento para todos os agentes do mercado. Fama (1970) pressupõe que todos os fatos relevantes no que diz respeito à performance de ativos negociados são de conhecimento imediato e completo a todos os agentes do mercado. Desta forma, nenhum agente é capaz de se beneficiar de maneira a extrair retornos acima do retorno de mercado de forma consistente.

Ainda, Fama (1970) apresentou três condições que determinam a eficiência dos mercados: i) inexistência de custos de transação; ii) disponibilidade de toda a informação sem custo a todos os participantes do mercado; iii) todos concordam com os efeitos das informações dos preços atuais dos ativos, assim como com a sua distribuição futura. Mesmo que essas condições não reflitam inteiramente a realidade, o mercado ainda pode ser considerado eficiente em decorrência do volume de agentes e transações realizadas que convergem no sentido de preços de equilíbrio.

Segundo a teoria há três formas de eficiência de mercado e todas se sustentam na hipótese de que há informação completa no mercado, de maneira que cada grau de eficiência reflete quais tipos de informação são incorporadas no preço do ativo. A forma de fraca eficiência considera que os preços negociados dos ativos se baseiam apenas nos

preços passados de negociação desses mesmos ativos. A forma semiforte de eficiência pressupõe que os preços vigentes de ativos refletem tanto seu histórico de preço quanto todas as informações públicas que possam ter algum efeito sobre as projeções de resultados das firmas. Já na forma forte se considera a inclusão de informações confidenciais como componente adicional do preço de negociação dos ativos (FAMA, 1970).

Dessa forma, o cenário de eficiência forte implica que mesmo agentes que disponham de informações privilegiadas e confidenciais a respeito de determinada firma seriam incapazes de obter lucros acima do mercado, uma vez que essa informação já estaria incorporada no preço negociado. Já no cenário de eficiência fraca, um investidor conseguiria extrair lucros acima do mercado de forma consistente através do monitoramento de notícias e fatos relevantes.

2.4 MODELO DE TRÊS FATORES

Diversos estudos foram conduzidos utilizando o modelo CAPM e constataram que o modelo com somente um fator – o beta do mercado – tem limitado poder explicativo para prever o retorno dos ativos em um mercado. Baseado nas anomalias encontradas e buscando ampliar o poder explicativo do modelo CAPM, Fama e French (1992) formulam um novo modelo, o qual explica o retorno das ações acrescentando mais 2 fatores ao fator beta, ou risco de mercado do modelo, CAPM, denominado como modelo de três fatores de Fama e French (1993). Os dois fatores adicionais propostos por Fama e French (1992) são: o tamanho da empresa e o índice *book-to-market* (B/M).

O fator tamanho considera o ranking de valor de mercado das empresas e refere-se ao grau de exposição da empresa, classificando em dois grupos: *Small ME* e *Big ME*. Esta classificação leva em conta a anomalia de tamanho, uma vez que ações de empresas pequenas são entendidas como mais arriscadas que ações de empresas maiores pelo acesso restrito a recursos financeiros, lucro incerto, curtos históricos quando comparados com empresas grandes e menor probabilidade de sobrevivência. O fator B/M refere-se à razão do valor contábil das ações pelo valor de mercado dessas ações. As ações com baixa razão B/M são chamadas de *growth stocks* e as ações com alta razão são chamadas de *value stocks*. (FAMA; FRENCH, 1992)

Este modelo é representado matematicamente pela equação:

$$R_{it} - R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt} - R_{Ft}) + s_i SMB_t + h_i HML_t + e_{it} \quad (2)$$

Sendo:

R_{it} - Retorno do portfólio i no período t .

R_{Ft} - Retorno livre de risco no período t .

R_{Mt} - Retorno do mercado no período t .

SMB_t - Diferença entre o retorno de portfólios diversificados de ações de firmas de pequeno porte e firmas de grande porte.

HML_t - Diferença entre o retorno de portfólios diversificados de ações de alta razão na relação B/M (valor contábil / valor de mercado) e baixa razão na relação B/M.

e_{it} - Resíduo de média zero

a_i, b_i, s_i, h_i - Coeficientes de regressão que representa a exposição do portfólio ou ativo aos fatores associados.

Para verificar a influência destas variáveis sobre o retorno dos ativos Fama e French (1992) criaram carteiras e aplicaram os dois novos fatores de risco do modelo. A análise foi aplicada sobre ações negociadas em bolsas americanas, mais especificamente na amostra composta por ações listadas na NYSE (*New York Stock Exchange*), AMEX (*American Stock Exchange*) no período de 1963 a 1991 e na NASDAQ (*National Association of Security Dealers Automated Quotations*) de 1973 a 1991. As empresas então foram agrupadas em empresas pequenas (S, derivada de *Small*) e empresas grandes (B, derivadas de *Big*) a partir da comparação entre elas com base em seu tamanho de mercado - que é entendido como o preço de sua ação multiplicada pela quantidade de ações. Para a variável B/M as empresas foram ordenadas de acordo com o seu índice e agrupadas em: inferiores, foram 30% das empresas com o menor índice B/M; intermediárias, 40% das empresas com B/M entre as inferiores e as superiores; e superiores, 30% das empresas que obtiveram o maior índice no ordenamento.

O principal resultado deste estudo é que estas duas variáveis facilmente mensuráveis - tamanho e B/M parecem descrever os retornos médios das ações em uma seção transversal. É possível que os achados quanto ao tamanho da amostra e ao B/M sejam resultado do acaso e que eles não estejam de fato relacionados com a previsão dos retornos esperados, entretanto, principalmente em relação ao fator B/M o erro do acaso é pouco provável. Os autores encontraram uma forte relação entre o fator B/M e o retorno médio no período de 1963-1990 e resultados semelhantes para os subperíodos 1963-1976 e 1977-1990. Ainda, os resultados sugerem que empresas com alta razão B/M apresentam uma tendência persistente de baixos rendimentos sobre os ativos em relação a empresas com uma baixa razão B/M. Assim como, empresas pequenas passam por um longo período de baixos rendimentos diferente de grandes empresas (FAMA; FRENCH, 1992).

2.5 MODELO DE CINCO FATORES

Em 2015 os autores publicaram uma atualização ao modelo de 3 fatores que visava ajustá-lo a determinadas conclusões decorrentes do modelo de dividendos descontados. Embora os fatores sugeridos no modelo original sejam logicamente consistentes com o modelo de dividendos descontados, os autores pontuam que é possível notar algebricamente que outros fatores ainda não explorados também possuem relação com retornos esperados. Esses fatores adicionais são taxas de receita esperada e valor contábil da empresa. Os autores destacam que tanto um aumento de receitas esperadas (lucro) quanto no valor contábil da empresa (investimento) implicam em aumento de retorno esperado. Entretanto, os entraves empíricos para utilização dessas variáveis consistia na ausência até então de *proxies* confiáveis para esses fatores. (FAMA; FRENCH, 2015)

A motivação para expandir o modelo original de 3 fatores decorreu das publicações de Novy-Marx (2012) e de Aharoni, Grundy e Zeng (2013) que identificaram *proxies* para lucro e investimento, respectivamente, com correlações estatísticas aos retornos esperados. Ainda assim, os autores destacam que dada a natureza dos novos fatores adicionados ao modelo envolverem componentes que dizem respeito a fluxo de caixa, boa parte dos retornos podem não ser adequadamente explicados (FAMA; FRENCH, 2015).

Os fatores adicionados ao modelo são:

- RMW

O fator RMW (*robust minus weak*) é relacionado com o lucro (*profitability*) e é a diferença entre o retorno da rentabilidade de empresas de portfólios diversificados com lucratividade robusta e fraca (FAMA; FRENCH, 2015).

- CMA

O fator CMA (*conservative minus aggressive*) é a diferença entre o retorno de portfólios diversificados de empresas de baixo investimento (*conservative*) e de alto investimento (*aggressive*) (FAMA; FRENCH, 2015).

Sendo assim, o modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) é dado por:

$$R_{it} - R_{ft} = a_i + b_i(R_{Mt} - R_{ft}) + s_i SMB_t + h_i HML_t + r_i RMW_t + c_i CMA_t + e_{it} \quad (3)$$

Sendo:

R_{it} - Retorno do portfólio i no período t .

R_{ft} - Retorno livre de risco no período t .

R_{Mt} - Retorno do mercado no período t .

SMB_t - Diferença entre o retorno de portfólios diversificados de ações de firmas de pequeno porte e firmas de grande porte.

HML_t (*High Minus Low*) - Diferença entre o retorno de portfólios diversificados de ações de alta razão na relação B/M (valor contábil / valor de mercado) e baixa razão na relação B/M.

RMW_t - Diferença entre o retorno de portfólios diversificados de ações com robusta lucratividade e com baixa lucratividade.

CMA_t - Diferença entre o retorno de portfólios diversificados de ações com baixo e alto níveis de investimento (*conservative* e *aggressive*).

e_{it} - Resíduo de média zero.

a_i, b_i, s_i, e_i, h_i . Coeficientes de regressão que representa a exposição do portfólio ou ativo aos fatores associados.

Para realizar sua análise, os autores aplicam 7 regressões distintas utilizando diferentes componentes do modelo de 5 fatores. Os modelos utilizados são:

$$R_{it}-R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt}-R_{Ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + e_{it} \quad (4)$$

$$R_{it}-R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt}-R_{Ft}) + s_iSMB_t + r_iRMW_t + e_{it} \quad (5)$$

$$R_{it}-R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt}-R_{Ft}) + s_iSMB_t + c_iCMA_t + e_{it} \quad (6)$$

$$R_{it}-R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt}-R_{Ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + r_iRMW_t + e_{it} \quad (7)$$

$$R_{it}-R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt}-R_{Ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + c_iCMA_t + e_{it} \quad (8)$$

$$R_{it}-R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt}-R_{Ft}) + s_iSMB_t + r_iRMW_t + c_iCMA_t + e_{it} \quad (9)$$

$$R_{it}-R_{Ft} = a_i + b_i(R_{Mt}-R_{Ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + r_iRMW_t + c_iCMA_t + e_{it} \quad (10)$$

Avaliando o desempenho dos modelos listados, os autores notaram que o fator HML, componente original do modelo de 3 fatores, se mostrou redundante. Isso foi notado uma vez que o modelo de 4 fatores que não utilizou o fator HML demonstrou resultados similares ao modelo de 5 fatores. Os autores concluem que a exposição aos novos fatores RMW e CMA comporta o poder explicativo do fator HML. Ainda assim, é sugerido manter o fator HML em aplicações visto que nada se perde com a inclusão de um fator redundante (FAMA; FRENCH, 2015).

Adicionalmente, os autores pontuam que o principal problema do modelo de cinco fatores é a falha (baixa sensibilidade) em capturar os baixos retornos médios de *small stocks* cujos retornos se comportam tais quais de firmas que investem muito apesar do baixo lucro. Esse comportamento foi notado em diversas regressões onde fatores possuem fortes exposições negativas porém sem capacidade de explicar os baixos retornos observados de portfólios (FAMA; FRENCH, 2015).

2.6 APLICAÇÃO NO MERCADO BRASILEIRO

Diversos estudos foram conduzidos aplicando o modelo CAPM no mercado brasileiro buscando avaliar o seu poder explicativo no retorno de ativos tanto individuais quanto em portfólios; alguns compararam com outros modelos, mas na maioria dos estudos o objetivo foi analisar as características do CAPM e testar seu desempenho/poder explicativo (ARAÚJO, 2012). Revisando alguns estudos que aplicaram o modelo CAPM em testes de portfólios ativos os estudos evidenciam: Rochman e Eid (2006) confirmaram a efetividade do modelo para estimar o risco de investir em fundos ativos ou passivos; Silva e Munhoz (2006) consideraram o desempenho de utilizar o lucro líquido de empresas fechadas e sua dispersão, como a medida beta do modelo e o modelo foi considerado efetivo; Galdi e Securato (2007) rejeitaram o modelo CAPM pelo desempenho restrito ao analisar a relação entre o risco idiossincrático e o retorno de uma carteira diversificada no mercado brasileiro; Mellone (1999) encontrou uma relação linear positiva entre o fator beta de mercado e o retorno, mas tal relação não seria significativa e suficiente.

Sintetizando os dados de uma amostra de 43 estudos, a revisão de Araújo (2012) constata que o poder preditivo do CAPM foi confirmado em pouco mais de 58% da amostra e 42% rejeitaram sua capacidade de predizer o retorno do acionista. Ainda, em quase metade da amostra é utilizada a regressão linear simples, sendo que na maioria dos estudos que aplicam a regressão linear múltipla o modelo CAPM foi comparado com outros modelos, como o Modelo de Três Fatores de Fama e French (1992). O estudo conclui:

Como caráter de conclusão, de forma geral, o modelo tem apresentado desempenho satisfatório no mercado brasileiro, apesar dos desajustes decorrentes da indisponibilidade de dados para certos períodos, da inadequação, apontada pela literatura, das proxies da carteira de mercado e do ativo livre de risco, do mercado brasileiro, para a realização de testes empíricos da teoria. Dessa maneira, as anomalias apontadas não estariam na teoria, e sim, na sua operacionalização. Com isso, tem-se buscado comparar seu desempenho com outros modelos, ou acrescentar fatores que ampliem seu poder de predição do retorno de ativos, para a obtenção de um apreçamento mais adequado para o esse mercado... (ARAÚJO, 2012, p. 21).

O Modelo de Três Fatores de Fama e French foi menos estudado comparado com o CAPM no mercado de ações brasileiro. Málaga e Securato (2004) aplicaram, além do

tradicional CAPM, o Modelo de Três Fatores de Fama e French (1992); a amostra foi composta por ações da BOVESPA no período de 1995-2003. Os achados indicam superioridade do Modelo de Três Fatores em comparação com o CAPM com relação a variação do retorno das ações. Ainda, contrariamente ao esperado de acordo com evidências encontradas por Fama e French (1992), o fator tamanho demonstrou-se estatisticamente significativo porém no sentido contrário ao notado originalmente. Os autores concluem que todos os fatores do modelo são relevantes e necessários, atuando de forma conjunta para captar fatores sistêmicos não captados pelo fator mercado.

Outros autores conduziram estudos semelhantes, como Argolo, Leal e Almeida (2012) os quais analisaram os dados do período de 1995-2007. Seus achados suportam a tese de Málaga e Securato (2004) de que o Modelo de Três Fatores possibilita uma compreensão mais ampla dos dados quando comparado com o CAPM; entretanto, os fatores tamanho da empresa e índice B/M não demonstraram significância estatística, o único fator significativo em todos os testes utilizados foi o parâmetro beta. Este resultado levou os autores a concluir que o modelo de 3 fatores no Brasil deve ser considerado com precaução por parecer problemático, possivelmente reflexo de uma amostra pequena, instável e de pouca liquidez.

Rogers e Securato (2009) avaliaram e compararam três modelos - o CAPM, o Modelo de Três Fatores de Fama e French (1993) e o *Reward Beta Model* (BORNHOLT, 2007) – para a estimação dos retornos esperados das ações cotadas na BM&FBovespa. A amostra utilizada foi composta por dois períodos, de 1995 a 2001 e de 2001 a 2006. Em consonância com outros estudos, este também concluiu que o modelo de três fatores de Fama e French é superior para explicar o retorno futuro no mercado brasileiro. Contudo, o fator B/M não demonstrou significância estatística enquanto os fatores tamanho da empresa e o fator mercado demonstraram significância estatística. Os autores concluíram que o mercado brasileiro seria melhor explicado por um modelo de dois fatores, composto pelo tamanho da empresa e o fator mercado (beta) uma vez que empresas pequenas frequentemente apresentam informação limitada e acabam por ser classificadas como de maior risco, têm menor probabilidade de sobrevivência, tendem a apresentar menor liquidez e os custos de transações são maiores.

O Modelo de Cinco Fatores de Fama e French (2015) é recente e poucos estudos aplicaram o modelo no mercado brasileiro. Vieira (2017) avaliou o mercado de ações

brasileiro a partir de uma amostra composta por empresas listadas na Bolsa de Valores de São Paulo, entre o período de janeiro de 2008 e dezembro de 2015. Os resultados refletem a importância maior do prêmio de risco relacionado aos investimentos, estatisticamente significativo em três dos cinco setores da economia estudados. Maciel (2021) buscou analisar a performance do modelo em comparação às dos modelos de três e quatro fatores, e concluiu que o modelo de cinco fatores apresenta o melhor desempenho na explicação dos retornos das ações quando comparado aos demais, entretanto, não se verificaram prêmios de risco associados à lucratividade e ao investimento, somente os riscos relacionados ao mercado, tamanho e índice *book-to-market* explicaram consistentemente os retornos *cross-section* das ações. Ainda, expandindo os achados em mercados nacionais para ações de mercados emergentes como o BRICS, Ferreira (2020) avaliou se este modelo tem poder para prever o crescimento econômico do conjunto de países dos BRICS - Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul - bem como de cada um dos países; utilizando dados anuais dos retornos dos fatores de risco e da taxa de crescimento do PIB do período de janeiro de 1993 a dezembro de 2019. Os resultados concluem que os fatores de risco do modelo podem servir como *proxies* de indicadores econômicos em todos os países exceto na Índia.

Os estudos na amostra brasileira utilizam diversos bancos de dados, como a Economática, BOVESPA, CVM, FGV, Bloomberg, Lafis, DAIEA, ANBID, BACEN, Infomoney, Sabe Invest, Dow Jones e Nasdaq (ARAÚJO, 2012). As limitações gerais referidas nos estudos incluem: a dificuldade de obter os dados financeiros do Brasil para um amplo período de tempo, resultando em amostras pequenas e por curtos períodos de tempo (média de quatro a oito anos) (ARAÚJO, 2012); o mercado é instável e de pouca liquidez (ARGOLO; LEAL; ALMEIDA, 2012); ainda, o número reduzido de empresas listadas e o baixo volume de negociação do mercado de ações também dificultam a construção das carteiras (VIEIRA, 2017).

3 METODOLOGIA

3.1 COLETA DE DADOS

Foram coletadas informações de cotação, Demonstração de Resultado de Exercício (DRE) e balanço patrimonial para todas as empresas que compõe a amostra. Os dados foram coletados e processados na linguagem R, através de pacotes *open-source* disponibilizados para esse fim - *BatchGetSymbols* (PERLIN, 2020) e *GetDFPData2* (PERLIN; KIRCH; VANCIN, 2019).

Os dados financeiros referente a cotações foram coletados já tratados e tabulados pelo pacote *BatchGetSymbols* (PERLIN, 2020). Todos os ativos analisados tiveram o *Yahoo Finance* como fonte. Foram obtidas as cotações diárias para os ativos, resultando em 2478 dias de negociação observados. Posteriormente, as cotações diárias foram consolidadas em posições mensais pela cotação vigente no primeiro dia de negociação de cada mês. Os retornos mensais ajustados foram então calculados sobre as posições mensais e posteriormente consolidados em retornos anuais para cada ativo.

Os dados financeiros referentes a DREs e Balanços Patrimoniais das empresas analisadas foram coletados através do pacote *GetDFPData2* (PERLIN; KIRCH; VANCIN, 2019). Todos os ativos analisados tiveram o sistema de FTP (*file transfer protocol*) da Comissão de Valores Mobiliários como fonte. As informações corporativas foram utilizadas para construção dos fatores, conforme descrito no item 3.3.

Como benchmarks para as análises, foi utilizado o Ibovespa (Índice da Bolsa de São Paulo) e a taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) como taxa livre de risco.

3.2 AMOSTRA

A amostra inicial das empresas analisadas foi constituída das empresas que compunham o Ibovespa na data da coleta de dados, dia 21 de setembro de 2021. A amostra inicial era composta por 82 ativos de diversos setores da economia brasileira. Sobre essa amostra inicial, foram aplicados cortes metodológicos que culminaram na amostra final, contendo 52 ativos.

Foram excluídas ações de empresas que:

- a. Não foram negociadas em pelo menos 70% dos pregões do período.
- b. Empresas do setor financeiro, uma vez que apresentam um alto grau de endividamento, que embora normal para o setor, influencia os índices utilizados para construção dos fatores de risco e enviesar as observações. (FAMA; FRENCH, 1992; MÁLAGA; SECURATO, 2004).
- c. Possuíssem mais de uma ação negociada para a mesma empresa. Nesses casos, foi mantido apenas o ativo de maior liquidez para evitar impacto dobrado dessas empresas na análise.

Não foi necessário efetuar nenhum corte metodológico referente à liquidez, uma vez que a amostra inicial era composta por ativos que compõem o índice Bovespa e, portanto, possuem alto volume de negociação.

A distribuição das empresas da amostra final por setor da economia, conforme codificado pela B3, foi conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Distribuição das empresas por setor da economia.

| Setor | Número de Empresas |
|---------------------------------|---------------------------|
| Consumo não cíclico | 11 |
| Utilidade Pública | 11 |
| Consumo Cíclico | 7 |
| Construção e Transporte | 7 |
| Materiais Básicos | 6 |
| Petróleo, Gás e Biocombustíveis | 3 |
| Bens Industriais | 2 |
| Telecomunicações | 2 |
| Outros | 2 |
| Tecnologia da Informação | 1 |
| Total | 52 |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

3.2 FATORES

3.2.1 FATOR MERCADO

O fator mercado indica a taxa de retorno em excesso que o mercado acionário retornou sobre a taxa livre de risco. Esse fator também é conhecido como prêmio de risco e representa o retorno esperado por tomar risco. Nesse trabalho, está sendo mensurado através da diferença entre os retornos mensais do índice Bovespa e da taxa Selic para o período analisado.

3.2.2 FATOR TAMANHO

O fator tamanho (*Small Minus Big* - SMB) indica o tamanho da empresa, medido pelo valor de sua capitalização de mercado. O prêmio associado com o fator tamanho é que empresas de menor capitalização apresentam retornos em excesso a empresas de maior capitalização por se tratar de um investimento mais arriscado. As empresas são categorizadas como *Small* ou *Big* de acordo com sua capitalização de mercado e o fator tamanho é mensurado pela diferença entre a média simples dos retornos dos portfólios das empresas *Small* frente ao portfólio das empresas *Big* (*small minus big*).

3.2.3 FATOR VALOR

O fator valor (*High Minus Low* - HML) indica a relação de valor contábil (*book*) para valor de mercado (*market*) do ativo negociado. O prêmio associado com o fator valor decorre da relação entre o valor de mercado frente aos ativos reais da empresa. As empresas são categorizadas como *High* ou *Low* de acordo com seu índice B/M e fator valor é mensurado pela diferença entre a média simples dos retornos de portfólios de empresas com alta relação *book/market* frente a portfólios de empresas de baixa relação (*high minus low*).

$$B/M = \text{Valor Contábil} / \text{Valor de Mercado}$$

3.2.4 FATOR LUCRO

O fator lucro (*Robust Minus Weak* - RMW) indica a capacidade das firmas de gerar caixa e é mensurado pelo lucro operacional. O lucro operacional foi calculado a partir das soma dos valores das contas ‘Resultado Bruto’ e ‘Despesas/Receitas Operacionais’ das DREs. O prêmio associado com o fator lucro deriva da saúde financeira

e distribuição de resultados gerados. Empresas são categorizadas como possuindo lucro robusto ou fraco. O fator lucro é então mensurado pela diferença das médias simples de portfólios compostos por firmas categorizadas como tendo alto lucro operacional frente a portfólios de empresas de baixo lucro operacional (*robust minus weak*).

$$\text{Lucro Operacional} = \text{Resultado Bruto} + \text{Despesas/Receitas Operacionais}$$

3.2.5 FATOR INVESTIMENTO

O fator investimento (*Conservative Minus Aggressive - CMA*) indica os retornos futuros esperados e é estimado pela variação anual de ativos da empresa. A mensuração da variação de ativos se deu através da conta ‘Ativo Total’ do balanço patrimonial das empresas analisadas. O prêmio associado ao fator investimento se deve a maiores taxas esperadas de crescimento de valor contábil implicarem em menor retorno esperado (Fama e French 2015). Empresas são classificadas como conservadoras ou agressivas no que diz respeito a suas estratégias de investimento. O fator investimento é mensurado pela diferença entre as médias simples de portfólios compostos por ativos de empresas classificadas como conservadores e empresas classificadas como agressivas (*conservative minus aggressive*).

$$\text{Investimento}_t = \text{Ativo Total}_t - \text{Ativo Total}_{t-1}$$

3.3 COMPOSIÇÃO DE CARTEIRAS

A composição de carteiras reproduz a metodologia do trabalho original (FAMA; FRENCH, 1993) a qual é realizada através da categorização dos ativos da amostra conforme sua classificação para cada fator de risco. Os ativos são então alocados em carteiras de acordo com sua intersecção para os fatores de risco. As carteiras são recalibradas anualmente, de acordo com as informações publicadas em seus demonstrativos financeiros e com valores atualizados de capitalização de mercado. Nesta etapa foram removidas firmas da composição de carteiras de cada ano caso não apresentassem as informações necessárias para estimar todos os fatores de risco para o determinado ano.

Quando originalmente publicado, o modelo de 3 fatores (FAMA; FRENCH, 1993) construía 6 carteiras distintas através da intersecção de duas classificações para o fator tamanho (*small* e *big*) e três classificações para o fator valor tamanho (*low*, *medium* e *high*). Na publicação do modelo de 5 fatores (FAMA; FRENCH, 2015), os autores ponderam que a escolha por classificar o fator tamanho em 3 categorias distintas ao invés de duas foi arbitrária. Ademais, os autores constatam que o resultado observado é consistente e independente da quantidade de categorias definida para cada fator, sendo apenas magnificado pelo maior número de classificações.

A composição das carteiras será dada então pela classificação de cada fator de risco em duas categorias para ambos os modelos, uma vez que: (i) a amostra analisada é menor do que a utilizada no trabalho original, e (ii) consistência metodológica, visto que o modelo de 5 fatores aplica classificação em duas categorias para todos os fatores de risco.

3.3.1 CARTEIRAS DE TRÊS FATORES

O modelo de 3 fatores classifica todos os ativos analisados conforme tamanho e valor. Uma vez que está sendo empregada uma ordenação 2x2, a metade dos ativos com maior valor de mercado serão classificados como *big*, enquanto a metade dos ativos de menor capitalização serão classificados como *small*. Analogamente, a metade dos ativos de maior relação *book-to-market* serão classificados como *high* enquanto os demais serão classificados como *low*. A intersecção dessas classificações resulta em 4 portfólios:

- SL (*small* e *low*)
- SH (*small* e *high*)
- BL (*big* e *low*)
- BH (*big* e *high*)

Dessa forma, o retorno para os fatores de risco é estimado pela diferença da média aritmética dos retornos das carteiras:

$$\text{SMB} = (\text{SL} + \text{SH}) / 2 - (\text{BL} - \text{BH}) / 2 \quad (11)$$

$$\text{HML} = (\text{SH} + \text{BH}) / 2 - (\text{SL} + \text{BL}) / 2 \quad (12)$$

3.3.2 CARTEIRAS DE CINCO FATORES

O modelo de 5 fatores expande sobre as classificações aplicadas no modelo anterior, adicionando os dois fatores de risco adicionais (investimento e lucro). Sendo assim, é aplicada uma ordenação $2 \times 2 \times 2 \times 2$ que resulta em 16 carteiras distintas.

- SLRC (*small, low, robust e conservative*)
- SLRA (*small, low, robust e aggressive*)
- SLWC (*small, low, weak e conservative*)
- SLWA (*small, low, weak e aggressive*)
- SHRC (*small, high, robust e conservative*)
- SHRA (*small, high, robust e aggressive*)
- SHWC (*small, high, weak e conservative*)
- SHWA (*small, high, weak e aggressive*)
- BLRC (*big, low, robust e conservative*)
- BLRA (*big, low, robust e aggressive*)
- BLWC (*big, low, weak e conservative*)
- BLWA (*big, low, weak e aggressive*)
- BHRC (*big, high, robust e conservative*)
- BHRA (*big, high, robust e aggressive*)
- BHWC (*big, high, weak e conservative*)
- BHWA (*big, high, weak e aggressive*)

O retorno para cada fator é calculado pela média aritmética dos retornos de cada carteira, de maneira que:

$$\begin{aligned} \text{SMB} = & (\text{SLRC} + \text{SLRA} + \text{SLWC} + \text{SLWA} + \text{SHRC} + \text{SHRA} + \text{SHWC} + \\ & \text{SHWA}) / 8 - (\text{BLRC} + \text{BLRA} + \text{BLWC} + \text{BLWA} + \text{BHRC} + \text{BHRA} + \text{BHWC} \\ & + \text{BHWA}) / 8 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \text{HML} = & (\text{SHRC} + \text{SHRA} + \text{SHWC} + \text{SHWA} + \text{BHRC} + \text{BHRA} + \text{BHWC} + \\ & \text{BHWA}) / 8 - (\text{SLRC} + \text{SLRA} + \text{SLWC} + \text{SLWA} + \text{BLRC} + \text{BLRA} + \text{BLWC} + \\ & \text{BLWA}) / 8 \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned}
 \text{RMW} = & (\text{SLRC} + \text{SLRA} + \text{SHRC} + \text{SHRA} + \text{BLRC} + \text{BLRA} + \text{BHRC} + \text{BHRA}) \\
 & / 8 - (\text{SLWC} + \text{SLWA} + \text{SHWC} + \text{SHWA} + \text{BLWC} + \text{BLWA} + \text{BHCW} + \\
 & \text{BHWA}) / 8
 \end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
 \text{CMA} = & (\text{SLRC} + \text{SLWC} + \text{SHRC} + \text{SHWC} + \text{BLRC} + \text{BLWC} + \text{BHRC} + \\
 & \text{BHWC}) / 8 - (\text{SLRA} + \text{SLWA} + \text{SLRA} + \text{SHWA} + \text{BLRA} + \text{BLWA} + \text{BHRA} \\
 & + \text{BHWA}) / 8
 \end{aligned} \tag{16}$$

4 RESULTADOS

Esse capítulo tem como objetivo apresentar os resultados observados na composição de carteiras e da análise de regressão. Primeiramente será apresentado no item 4.1 as estatísticas descritivas das carteiras criadas conforme explicitado no item 3.3. A alocação de ativos nessas carteiras é então utilizada para cálculo de retorno dos fatores de risco que compõem os modelos de precificação.

Posteriormente, será apresentado no item 4.2 as estatísticas descritivas sobre os retornos dos fatores de risco calculados, além de sua matriz de correlação e dos retornos anuais observados para cada fator de risco.

Por fim, serão aplicados modelos de regressão sobre as equações que constituem o Modelo de 3 fatores e Modelo de 5 fatores para apurar os valores de seus coeficientes assim como R^2 .

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS CARTEIRAS

Todos os ativos da amostra foram ordenados anualmente conforme sua exposição para cada fator de risco: para o fator de risco tamanho de empresa, as empresas foram ordenadas do menor ao maior tamanho e então divididas entre as 1/2 maiores empresas, classificadas como 'B' para *big*, e as 1/2 menores empresas, classificadas como 'S' para *small*. A mesma metodologia foi aplicada para os demais fatores de risco, dividindo metade da amostra de cada ano para cada classificação.

Uma vez que todos os ativos tenham sido classificados para todos os fatores, as carteiras foram montadas utilizando essas classificações. As estatísticas descritivas das carteiras resultantes para o Modelo de 3 fatores podem ser observadas na Tabela 2.

TABELA 2 - Estatística descritiva das carteiras de 3 Fatores

| Carteira | Retorno Médio | Desvio Padrão |
|----------|---------------|---------------|
| BH | 10,1% | 40,0% |
| BL | 22,2% | 67,9% |
| SH | 17,1% | 51,6% |
| SL | 21,6% | 47,6% |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Considerando os achados de retorno médio para o período analisado, as carteiras - BH (*big e high*), BL (*big e low*), SH (*small e high*) e SL (*small e low*) - construídas para o Modelo de 3 fatores apresentaram média de retornos anuais positivos, variando de aproximadamente 10% a 20%.

A mesma classificação dos ativos foi utilizada para construir as carteiras para o Modelo de 5 fatores, porém incluindo a intersecção com os dois fatores de risco adicionais. Para tanto, as carteiras utilizadas para o Modelo de 3 fatores foram cruzadas com as carteiras RA (*robust and aggressive*), RC (*robust and conservative*), WA (*weak and aggressive*) e WC (*weak and conservative*). As estatísticas descritivas das carteiras compostas para o Modelo de 5 fatores podem ser observadas na Tabela 3:

TABELA 3 - Estatística descritiva das carteiras de 5 Fatores

| Carteira | Retorno médio | Desvio Padrão |
|----------|---------------|---------------|
| BHRA | 17,0% | 42,8% |
| BHRC | 9,7% | 28,4% |
| BHWA | -19,8% | 18,2% |

| | | |
|------|-------|--------|
| BHWC | -7,5% | 42,2% |
| BLRA | 14,9% | 27,7% |
| BLRC | 14,8% | 25,6% |
| BLWA | 60,6% | 153,3% |
| BLWC | 15,5% | 44,9% |
| SHRA | 16,1% | 38,5% |
| SHRC | 16,7% | 38,3% |
| SHWA | 17,4% | 52,5% |
| SHWC | 17,4% | 58,5% |
| SLRA | 5,8% | 32,7% |
| SLRC | 20,9% | 37,4% |
| SLWA | 47,7% | 73,1% |
| SLWC | 14,6% | 35,7% |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Considerando os achados das carteiras do Modelo de 5 fatores, a maioria dos retornos médios para o período foi positiva, com máximo de 60,6% e mínimo de -19,8%. As duas carteiras que apresentaram retornos negativos foram BHWA e BHWC com respectivos retornos de -19,8% e -7,5%.

4.2 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS FATORES

Utilizando as carteiras montadas, foram estimados os retornos em excesso para cada fator de risco, representando o prêmio de risco associado a cada fator. As estatísticas descritivas dos prêmios de risco podem ser vistos na Tabela 4:

TABELA 4 - Estatística descritiva dos retornos dos fatores

| Fator | Média | Desvio Padrão | Máximo | Mínimo |
|-------|--------|---------------|--------|---------|
| SMB | 2,92% | 15,31% | 25,07% | -18,89% |
| HML | -7,19% | 11,45% | 9,11% | -23,48% |
| RMW | -7,01% | 25,87% | 24,03% | -58,31% |
| CMA | -5,93% | 17,31% | 32,04% | -35,34% |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Já os prêmios de risco anuais para cada fator podem ser vistos na Tabela 5:

TABELA 5 - Retornos anuais para os fatores

| Ano | SMB | HML | RMW | CMA |
|------|-------|--------|-------|--------|
| 2011 | 25,1% | 0,4% | -7,5% | 2,8% |
| 2012 | -2,6% | -14,4% | 8,7% | 1,3% |
| 2013 | 14,4% | -13,6% | -5,7% | -13,5% |
| 2014 | -2,7% | -3,6% | 5,3% | -18,3% |

| | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 2015 | -18,9% | -15,7% | 24,0% | -11,2% |
| 2016 | -10,5% | -23,5% | 15,2% | -9,5% |
| 2017 | -16,5% | -18,7% | -58,3% | -3,2% |
| 2018 | 17,4% | 7,8% | -11,1% | -35,3% |
| 2019 | 15,4% | 9,1% | 3,7% | -4,5% |
| 2020 | 8,1% | 0,3% | -44,5% | 32,0% |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

É possível notar que apenas o fator SMB, que indica o prêmio associado a empresas menores frente a empresas maiores, apresentou prêmio positivo na média de todo o período analisado. Embora os demais fatores tenham apresentado retornos em excesso em alguns dos anos da amostra, na média do período seus retornos foram negativos.

O fator HML que indica a relação do valor contábil para valor de mercado das empresas apresentou prêmio de risco positivo em apenas 4 dos 10 anos estudados, tendo um retorno médio anual de -7,19%.

O fator RMW que indica o prêmio de risco associado a empresas de robusta lucratividade se mostrou positivo em 5 dos 10 anos estudados. O fator apresentou retorno médio negativo durante o período por sua grande oscilação em alguns anos específicos, como por exemplo em 2017 onde as 10 firmas de maior retorno da amostra, lideradas pela MGLU3, foram classificadas como *weak* e culminaram em um prêmio de risco de -58,31% no ano.

O fator CMA que indica o prêmio de risco associado a empresas que adotam estratégia de investimento conservadoras se mostrou positivo em apenas 3 dos 10 anos estudados, com um retorno médio anual de -5,93%.

A matriz de correlação indica a associação estatística entre os diversos fatores, de maneira que valores muito próximos a 1 entre fatores distintos impliquem que eles são redundantes no modelo. A correlação dos fatores pode ser observada na Tabela 6:

TABELA 6 - Matriz de Correlação de Retornos

| | SMB | HML | RMW | CMA |
|-----|-------|-------|-------|-----|
| SMB | 1 | - | - | - |
| HML | 0,76 | 1 | - | - |
| RMW | -0,07 | -0,11 | 1 | - |
| CMA | 0,02 | -0,03 | -0,43 | 1 |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

De acordo com as correlações observadas, o maior grau de correlação se dá entre os fatores tamanho e valor de mercado, o que é esperado visto que ambos dependem da capitalização de mercado das firmas. Os demais fatores apresentam baixas correlações entre si.

4.3 RESULTADOS DAS REGRESSÕES

Uma vez que os retornos dos fatores foram estimados tanto para o Modelo de 3 fatores quanto para o Modelo de 5 fatores, podem ser aplicadas regressões sobre os retornos observados a fim de estimar equações que melhor definem o comportamento dos modelos.

Primeiramente é rodada a regressão para o modelo CAPM para ser utilizado como benchmark. As informações de coeficientes, erro padrão, estatística t e p-valor para o modelo CAPM podem ser encontradas abaixo na Tabela 7:

TABELA 7 - Regressão para o Modelo CAPM

| | Coeficientes | Erro padrão | Estatística T | P Valor |
|------------|--------------|-------------|---------------|---------|
| Intercepto | -0,088789 | 0,011353 | -7.820.648 | 0,00 |
| Mercado | 0,0761184 | 0,069992 | 1.087.527 | 0,31 |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os resultados da regressão do modelo CAPM demonstrou significância estatística somente para o intercepto, e não para o fator de mercado. O modelo apresentou coeficiente de determinação (R^2) no valor de 0,12. Ainda que preservadas as diferenças metodológicas, outros estudos conduzidos com amostras do mercado brasileiro também não encontraram significância estatística no fator de mercado como foi o caso de Galdi e Securato (2007), Rogers e Securato (2009) e Casotti e Motta (2008). Entretanto, o desempenho do modelo foi considerado efetivo para o mercado acionário brasileiro por outros estudos como Silva e Munhoz (2006), Lins, Silva e Marques (2007), Castro Jr. e Yoshinaga (2008) e Mazer e Nakao (2008).

Na Tabela 8 é apresentado o resultado da regressão do Modelo de 3 fatores, contendo os coeficientes da equação para os prêmios de risco de Mercado, Tamanho e Valor assim como seus respectivos erros padrão, estatística t calculada e p-valores.

TABELA 8 - Regressão para o Modelo de 3 fatores

| | Coeficientes | Erro padrão | Estatística T | P Valor |
|------------|--------------|-------------|---------------|---------|
| Intercepto | -0,082 | 0,017 | -4,688 | 0,003 |
| Mercado | 0,020 | 0,080 | 0,253 | 0,808 |
| SMB | 0,025 | 0,115 | 0,218 | 0,834 |
| HML | 0,146 | 0,172 | 0,848 | 0,429 |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nenhum dos fatores estudados apresentou p-valor significativo, de maneira que não é possível afirmar que os retornos em excesso observados possuem média diferente de zero. O Modelo de 3 fatores apresentou coeficiente de determinação (R^2) no valor de 0,38 indicando que aproximadamente 38% dos resultados observados são explicados pelo modelo. Esses resultados são condizentes com a revisão de literatura conduzida no que diz respeito ao acréscimo no poder explicativo frente ao CAPM clássico, porém encontrou significância estatística para alguns dos fatores (ARGOLO; LEAL; ALMEIDA, 2012).

Já a Tabela 9 apresenta o resultado da regressão do Modelo de 5 fatores que contém os coeficientes para os prêmios de risco de Mercado, Tamanho, Valor, Lucratividade e Investimento, assim como seus respectivos erros padrão, estatística t calculada e p-valores.

TABELA 9 - Regressão para o Modelo de 5 Fatores

| | Coeficientes | Erro padrão | Estatística T | P Valor |
|------------|--------------|-------------|---------------|---------|
| Intercepto | -0,082 | 0,019 | -4,327 | 0,012 |
| Mercado | -0,004 | 0,117 | -0,033 | 0,975 |
| SMB | 0,016 | 0,114 | 0,137 | 0,898 |
| HML | 0,162 | 0,178 | 0,909 | 0,415 |
| RMW | -0,049 | 0,066 | -0,733 | 0,504 |
| CMA | 0,041 | 0,093 | 0,441 | 0,682 |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O resultado da regressão do Modelo de 5 fatores apresentou apenas o intercepto como sendo significativo, de maneira análoga aos resultados observados no Modelo de 3

fatores. O Modelo de 5 fatores apresentou coeficiente de determinação (R^2) no valor de 0,60 implicando que aproximadamente 60% dos resultados observados são explicados pelo modelo. Apesar desse estudo não ter encontrado significância estatística, a revisão de literatura é inconclusiva quanto a aplicabilidade dos dois fatores adicionais Investimento e Lucro: Silva (2019) encontra significância estatística para o fator Investimento enquanto Maciel (2021) aponta que outros fatores são necessários para explicar o excesso de retorno.

As regressões dos modelos avaliados estão disponíveis o Anexo 1.

4.3 LIMITAÇÕES

As limitações deste estudo incluem: (a) o estudo foi conduzido utilizando retornos ajustados anuais calculados sobre as cotações diárias - a utilização de retornos mensais ofereceria maior amostra para as regressões; (b) dados obtidos pelo portal da CVM apresentam ocasionais falhas de registro que limitam a capacidade estatística; (c) tamanho da amostra; (d) oscilações econômicas, com períodos em que o retorno livre de risco é superior ao índice acionário; (e) ainda que este estudo tenha avaliado um período de 10 anos, superior ao período médio encontrado na literatura (ARAÚJO, 2012), esse horizonte ainda é insuficiente para uma análise robusta.

Limitações semelhantes já foram referidas por outros autores, sendo elas a instabilidade e baixa liquidez do mercado brasileiro (ARGOLO; LEAL; ALMEIDA, 2012), e o pequeno tamanho da amostra disponível (VIEIRA, 2017).

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar qual dos modelos - CAPM, Modelo de Três Fatores de Fama e French e Modelo de Cinco Fatores de Fama e French - apresenta maior poder explicativo para prever o retorno das ações do mercado acionário mercado brasileiro.

Para tanto, esse estudo se utilizou de bancos de dados públicos e programas *open-source* de maneira a tornar a análise o mais reproduzível possível. Essa abordagem se mostrou viável, porém com limitações quando comparado ao uso de dados previamente tratados e processados, especialmente no que diz respeito à coleta de dados históricos e tratamento aplicado para informações faltantes ou fora de padrão. Esse trabalho compartilhou das dificuldades enfrentadas pelos demais estudos revisados sobre o mercado acionário brasileiro no que diz respeito ao pequeno tamanho da amostra de firmas com alta liquidez e as oscilações econômicas características do mercado brasileiro.

Os dados obtidos foram utilizados para construir carteiras de ativos conforme sua exposição aos fatores de risco estudados, mensurados a partir dos dados contábeis publicados pelas empresas em seus balanços patrimoniais e demonstrativos de resultados. As carteiras de ativos foram recalibradas anualmente de acordo com a atualização de sua exposição aos fatores de risco conforme novas demonstrações contábeis. Os retornos dessas carteiras foram utilizados para estimar os prêmios de risco associados a cada fator. As regressões referentes a cada modelo estudado foram aplicadas sobre a mesma amostra final, utilizando os fatores de risco relevantes para cada modelo.

A partir dos resultados deste estudo é possível concluir: (a) o Modelo de Três Fatores de Fama e French e Modelo de Cinco Fatores de Fama e French têm maior poder explicativo comparado com o CAPM; (b) Dentre os modelos de Fama e French, o Modelo de Cinco Fatores tem maior poder explicativo, porém nenhum apresentou significância estatística para a amostra utilizada. A ausência de significância estatística pode decorrer da consolidação dos dados em posições anuais, o que resultou em poucas observações para os modelos de regressão. Desta forma, é recomendado que trabalhos futuros se utilizem de posições mensais ou diárias, se possível, para avaliação de significância estatística dos modelos testados.

Entre os modelos testados, o que melhor explicou o retorno das ações do mercado acionário brasileiro foi o Modelo de Cinco Fatores de Fama e French (2015), apesar de não apresentar significância estatística. Seu maior poder de explicação foi atestado por maior valor de Coeficiente de Determinação de 0,60 frente ao valor encontrado para o Modelo de Três Fatores de 0,38.

A hipótese deste trabalho foi que o Modelo de Cinco Fatores tem maior poder explicativo para o mercado financeiro do Brasil, comparado com os outros modelos. Os achados deste estudo apontam para a aceitação desta hipótese, porém com limitações estatísticas. Nesse sentido, o trabalho está em linha com a literatura que apresenta indícios de aderência dos modelos testados ao mercado brasileiro, porém com dificuldades de atestar significância estatística dadas as características do mercado acionário nacional.

REFERÊNCIAS

- AHARONI, G.; GRUNDY, B.; ZENG, Q. Stock returns and the Miller Modigliani valuation formula: Revisiting the Fama French analysis. **Journal of Financial Economics**, v. 110, n. 2, p. 347-357, 2013.
- ARAÚJO, E. A. T.; DO CARMO OLIVEIRA, V.; SILVA, W. A. C. CAPM em estudos brasileiros: uma análise da pesquisa. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 6, n. 15, p. 95-122, 2012.
- ARGOLO, E. F. B.; LEAL, R. P. C.; ALMEIDA, V. de S. O modelo de Fama e French é aplicável no Brasil. **Relatórios Coppead**, v. 402, 2012.
- BORNHOLT, G. Extending the capital asset pricing model: the reward beta approach. **Accounting & Finance**, v. 47, n. 1, p. 69-83, 2007.
- CASOTTI, F. P.; MOTTA, L. F. J. Oferta pública inicial no Brasil (2004-2006): uma abordagem da avaliação através de múltiplos e do custo de capital próprio. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 6, n. 2, p. 157-204, 2008.
- CASTRO Jr., F. H. F.; YOSHINAGA, C. E. Influência de comomentos em modelos de precificação: um estudo empírico com dados em painel. In: **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração**, 32., 2008, Rio de Janeiro (RJ). Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. A five-factor asset pricing model. **Journal of Financial Economics**, v. 116, n. 1, p. 1-22, 2015.
- FAMA, E. F. Session topic: stock market price behavior. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The cross-section of expected stock returns. **The Journal of Finance**, Chicago, v. 47, n. 2, p. 427-465, June 1992.
- FAMA, E. F. et al. Differences in the risks and returns of NYSE and NASD stocks. **Financial Analysts Journal**, v. 49, n. 1, p. 37-41, 1993.
- FERREIRA, J. C. J. et al. O modelo de 5-fatores de Fama-French e o crescimento econômico futuro: evidências em mercados emergentes. **Revista de Contabilidade da UFBA**, v. 15, p. e2101-e2101, 2021.
- GALDI, F. C.; SECURATO, J. R. O risco idiossincrático é relevante no mercado brasileiro?. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 5, n. 1, p. 41-58, 2007.
- HICKS, J. R. Value and capital, 1939. *Mathematical Appendix*, v. 311312, 1946.

LINS, A. G.; SILVA, W. V.; GOMES, L.; MARQUES, S. Formulação de carteiras hipotéticas de ativos financeiros usando a técnica de análise de cluster. In: **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração**, 31., 2007, Rio de Janeiro (RJ). Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

MACIEL, C. F. et al. Performance do modelo de cinco fatores de Fama e French na precificação de anomalias no mercado brasileiro. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 18, n. 49, 2021.

MÁLAGA, F. K.; SECURATO, J. R. Aplicação do modelo de três fatores de Fama e French no mercado acionário brasileiro: um estudo empírico do período 1995-2003. **Encontro Anual da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração**, v. 28, 2004.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MAZER, L. P.; NAKAO, S. H. O impacto do nível de transparência no custo do capital próprio das empresas do Ibovespa. In: **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração**, 32., 2008, Rio de Janeiro (RJ). Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.

MELLONE Jr, G. **Beta: problemas e evidência empírica**. São Paulo, 1999: 178. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - EAESP, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

MILLER, M. H. The history of finance. **The Journal of Portfolio Management**, v. 25, n. 4, p. 95-101, 1999.

NOVY-MARX, R. Is momentum really momentum?. **Journal of Financial Economics**, v. 103, n. 3, p. 429-453, 2012.

PERLIN, M. Downloads and Organizes Financial Data for Multiple Tickers. **CRAN**, v. 2.6.1, 01-12, 2020.

PERLIN, M; KIRCH, G; VANCIN, D. Accessing financial reports and corporate events with GetDFPData. **Available at SSRN 3128252**, 2018.

ROCHMAN, R. R.; EID Jr, W. Fundos de investimento ativos e passivos no Brasil: comparando e determinando os seus desempenhos. In: **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração**, 30., 2006, Salvador (BA). Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2006.

ROGERS, P; SECURATO, J. R. Estudo Comparativo no Mercado Brasileiro do Capital Asset Pricing Model (CAPM), Modelo 3-Fatores de Fama e French e Reward Beta Approach. **RAC-Eletrônica**, v. 3, n. 1, 2009.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.

SHILLER, R. J. Human behavior and the efficiency of the financial system. **Handbook of macroeconomics**, v. 1, p. 1305-1340, 1998.

SILVA, L. T. Biondo. **Modelo de cinco fatores Fama-French: teste no mercado brasileiro**. 2019. Tese de Doutorado.

SILVA, C. A. T.; MUNHOZ, D. A. A utilização do lucro contábil como proxy do risco no Brasil. In: **Encontro da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Administração**, 30., 2006, Salvador (BA). Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2006.

VIEIRA, M. D. V. et al. Modelo de Cinco Fatores de Risco: precificando carteiras setoriais no mercado acionário brasileiro. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 16, n. 48, p. 86-104, 2017.

ANEXO 1

Regressão do Modelo CAPM

Call: glm(formula = C ~ Mercado, data = dados_regressao)

Coefficients:
 (Intercept) Mercado
 -0.08879 0.07612

Degrees of Freedom: 9 Total (i.e. Null); 8 Residual
 Null Deviance: 0.0109
 Residual Deviance: 0.009497 AIC: -35.22

Regressão do Modelo de Três Fatores

Call: glm(formula = C ~ Mercado + SMB_retorno + HML_retorno, data = dados_regressao)

Coefficients:
 (Intercept) Mercado SMB_retorno HML_retorno
 -0.08159 0.02036 0.02518 0.14556

Degrees of Freedom: 9 Total (i.e. Null); 6 Residual
 Null Deviance: 0.0109
 Residual Deviance: 0.006736 AIC: -34.65

Regressão do Modelo de Cinco Fatores

Call: glm(formula = C ~ Mercado + SMB_retorno + HML_retorno + RMW_retorno +
 CMA_retorno, data = dados_regressao)

Coefficients:
 (Intercept) Mercado SMB_retorno HML_retorno RMW_retorno CMA_retorno
 -0.08219 -0.00386 0.01560 0.16225 -0.04852 0.04096

Degrees of Freedom: 9 Total (i.e. Null); 4 Residual
 Null Deviance: 0.0109
 Residual Deviance: 0.004296 AIC: -35.15