

Modelo de Cinco Fatores: Precificando Anomalias no Mercado de Capitais Brasileiro

CLAUDIA FARIA MACIEL

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

JOÃO EDUARDO RIBEIRO

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

LAÍSE FERRAZ CORREIA

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

Resumo

Este estudo tem como objetivo, analisar o desempenho do modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) na explicação das variações dos retornos de portfólios de ações negociadas no mercado de capitais brasileiro entre os anos de 2000 e 2017. Para estimação do modelo, aplicou-se a metodologia de teste preditivo, utilizando regressões em dois passos (séries temporais e *cross-section*), de acordo com a metodologia desenvolvida por Fama e MacBeth (1973). Como variáveis independentes do modelo, foram utilizadas os fatores de mercado, tamanho, *book-to-market*, lucratividade e investimento, e como variável dependente o excesso de retorno dos portfólios em relação à taxa de juros livre de risco. Os resultados observados nas estatísticas descritivas dos fatores *right-hand-side*, permitiu verificar médias de retorno maiores do que as encontradas por Fama e French (2015) para os fatores relacionados ao tamanho e investimento, além disso, foi encontrada uma média de retorno negativa para a lucratividade, indicando que tal fator não possui um prêmio no mercado acionário brasileiro. Já nas estatísticas descritivas dos portfólios *left-hand-side*, foi possível observar o efeito tamanho, para os portfólios formados pelas variáveis tamanho e *book-to-market*, que preconiza que ações de empresas pequenas podem oferecer retornos superiores àqueles de empresas grandes. Para as regressões do primeiro passo e para o teste de Gibbons, Ross e Shanken (1989) apontaram que o modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) apresentou bom desempenho na explicação dos retornos médios. Por fim, quando estimada a regressão *cross-section*, foi possível verificar que, o modelo não foi suficiente para explicar as variações dos retornos dos portfólios.

Palavras-chave: Precificação de Ativos, Modelo de Cinco Fatores, Anomalias de Mercado.

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores discussões no campo de finanças nos últimos anos diz respeito à explicação do processo gerador dos retornos de títulos financeiros. A especificação correta dos modelos de retorno esperado é muito importante para as operações do mercado de capitais, pois resulta em melhores estimativas. Quando bem ajustados, os modelos podem se tornar uma ferramenta útil ao processo de tomada de decisão em condições de risco. Baseados nas premissas de Markowitz (1952), Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966) desenvolveram, independentemente, um modelo com o propósito de avaliar o retorno esperado de um investimento a partir do seu nível de risco de mercado, o *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Esse modelo é utilizado para calcular a taxa de retorno esperada pelos investidores levando em conta o risco que o ativo em análise adiciona ao portfólio de mercado, que é amplamente diversificado. Ele supõe a análise de um único período, e apresenta riscos e retornos que não variam ao longo do tempo.

A partir das evidências empíricas de que o CAPM não é capaz de explicar adequadamente a variação *cross-sectional* do retorno médio das ações, foram desenvolvidos modelos multifatoriais que relacionam o retorno do ativo a diferentes fatores de risco, e não só a um (beta de mercado). Um dos mais recentes modelos foi proposto por Fama e French (2015), que introduziram em seu modelo fatorial de 1993, que possuía as anomalias tamanho e valor, as anomalias lucratividade e investimento, observadas nas evidências empíricas de Titman, Wei e Xie (2004), Aharoni, Grundy e Zeng (2013) e Novy-Marx (2013). Esse novo modelo, conhecido como modelo de cinco fatores de Fama e French (2015), possibilitou novas perspectivas à discussão da precificação de ativos, motivando novos estudos com aplicações empíricas em diferentes mercados. Os resultados dos testes para o mercado norte-americano apontaram que o modelo de cinco fatores possui poder de explicação dos retornos superior aos modelos antecessores. O Brasil dispõe de menos estudos empíricos sobre o modelo de Fama e French (2015), podendo citar os trabalhos de Leite, Klotzle, Pinto e Silva (2018), Siqueira, Amaral e Correia (2017) e Vieira, Maia, Klotzle e Pinto (2017). Alguns desses testes apontam que, assim como no mercado norte-americano, esse modelo tem um desempenho superior na explicação da variação dos retornos, quando comparado a outros modelos de precificação de ativos.

Nesse contexto, surgiu o interesse de se analisar o modelo que se desveleu como alternativa para explicar a precificação das anomalias mais discutidas em trabalhos empíricos da área de finanças – tamanho, valor, lucratividade e investimento –, o modelo de cinco fatores de Fama e French (2015). A literatura financeira, especialmente nos últimos anos, tem dado bastante atenção aos estudos de precificação de ativos, sendo largamente utilizados devido a sua importância para a avaliação de investimentos no enfoque de risco e retorno. Verifica-se que diversos estudos empíricos se propuseram a testar a validade prática dos modelos de fatores no mercado de capitais brasileiro e em outras economias emergentes, questionando se as premissas sobre as quais esses modelos se baseiam têm aplicabilidade nesses mercados. No entanto, os estudos acerca dos poderes preditivos dos modelos no mercado brasileiro possuem divergências. Segundo os resultados de Mussa, Fama e Santos (2012) e Rizzi (2012), por exemplo, nenhum dos modelos de fatores testados foi suficiente para explicar as variações dos retornos para o período estudado. Já Matos e Rocha (2009) e Leite et al. (2018), encontram resultados positivos para o desempenho dos modelos. Para Fellet (2016), isso significa que

ainda há espaço para discussão teórica e empírica para explicar o processo gerador de retorno das ações.

O modelo multifatorial mais recente de Fama e French (2015), foi o menos explorado até agora em trabalhos empíricos, sendo escassos trabalhos que se dedicam a explicar as variações dos retornos das ações para portfólios construídos com base em anomalias. Tais anomalias são as mais recorrentes e documentadas nas pesquisas em finanças, e seu estudo se faz importante, pois busca verificar se existem prêmios de risco associados a esses fatores no mercado de capitais. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa consistiu em analisar o desempenho do modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) na explicação das variações dos retornos de portfólios de ações negociadas no mercado de capitais brasileiro, o qual foi construído a partir de anomalias de mercado detectadas em estudos empíricos anteriores.

Para melhor compreensão do conteúdo, este estudo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A seção dois é destinada a apresentar e discutir o referencial teórico, que aborda a discussão dos modelos empíricos e os principais estudos de precificação de portfólios construídos com base em anomalias no mercado brasileiro. A seção três descreve os procedimentos metodológicos adotados no estudo. A seção quatro é dedicada a apresentação das análises e os resultados encontrados. Por fim, a seção cinco apresenta as considerações finais da pesquisa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica necessária ao desenvolvimento deste estudo. Dessa forma, inicia-se com a uma síntese sobre as principais anomalias de mercado, dando ênfase às de valor. Após as anomalias são explorados os principais modelos fatoriais de precificação de ativos propostos nos últimos anos, que são os desenvolvidos por Fama e French (1993, 2015) e Carhart (1997). Por fim, são apresentados alguns dos estudos recentes sobre o tema.

2.1 Anomalias nos Modelos de Precificação de Ativos

Na literatura de finanças é possível identificar um grande número de estudos que detectaram ineficiências de mercado ao estudar a relação entre o retorno e o risco dos ativos. Essas ineficiências, também chamadas de anomalias, proporcionam oportunidades de ganhos anormais e são evidências empíricas de que existem inconsistências na teoria de precificação de ativos (Schwert, 2003). As anomalias normalmente são estudadas sob três categorias: as técnicas, de valor e de calendário. Em face do objetivo desse estudo, procurou-se abordar estudos exclusivamente das anomalias de valor, que relacionam retornos a características das empresas. Fama e French (2008) apontam alguns dos principais padrões que existem nos retornos médios que são considerados anomalias, não explicados pelo CAPM. Dentre todas elas, as mais frequentemente difundidas são aquelas cujos retornos anormais são produzidos por estratégias baseadas nos efeitos tamanho da empresa, pelo índice *book-to-market*, e pela estratégia de momento.

O efeito tamanho da empresa consiste na evidência empírica de que ações de pequenas empresas apresentam retornos médios significativamente mais altos do que as ações de grandes empresas (Antunes, Lamounier & Bressan, 2006). Esse efeito, que surge na literatura como uma anomalia não capturada pelo CAPM, foi identificado inicialmente pelos estudos de Banz (1981) para o mercado norte-americano. O autor buscou examinar a relação entre o valor de mercado total de ações ordinárias (utilizando a capitalização de mercado como *proxy* para o

tamanho) e o seu retorno, utilizando como amostra todas as ações ordinárias cotadas na NYSE para o período de 1926 a 1975. Os resultados apontaram para uma má especificação do CAPM, que postula uma relação específica entre o risco sistemático (beta) e os retornos dos ativos.

De forma análoga, Lakonishok e Shapiro (1986) também apresentam indícios de que o efeito tamanho está presente no retorno das ações. Os autores analisaram a relação histórica entre os retornos do mercado de ações e a variável beta, variância total e tamanho, para ações negociadas na NYSE, no período de 1962 a 1981. Os resultados empíricos evidenciaram que nem o beta, e nem a variância total poderiam explicar, em níveis padrão de significância estatística, a variação *cross-sectional* dos retornos. O tamanho, no entanto, mostrou-se relevante. Essa constatação se estabeleceu como uma forte evidência contra o CAPM, corroborando com os resultados de Banz (1981).

O efeito valor da empresa representa uma das anomalias mais estudadas no mercado financeiro. Observado por Stattman, (1980) e Rosenberg, Reid e Lanstein, (1985), o valor da empresa é representado pelo índice *book-to-market* – razão entre o valor contábil e o valor de mercado das ações da empresa. Esse índice, segundo Almeida e Eid Jr. (2010), mede o afastamento entre o valor contábil da empresa e o seu valor de mercado, que ocorre devido aos diferentes métodos de avaliação utilizados. Nos estudos supracitados que analisaram os efeitos do valor da empresa, assim como em Fama e French (1992), foi constatado que portfólios construídos com ações de empresas que possuíam elevados *book-to-market* têm um desempenho melhor em relação a portfólios com *book-to-market* inferiores. Além disso, depreendeu-se que o índice é relacionado positivamente com os retornos médios das ações, constituindo-se como um fator de risco importante não captado pelo beta do CAPM, assim como o tamanho da empresa.

Após as evidências apresentadas por Fama e French (2012, 2015), as anomalias de investimento e lucratividade vieram à luz, passando a ser exploradas em estudos de precificação de ativos. A lucratividade, medida pela proporção do lucro bruto de uma empresa em relação a seus ativos, foi constatada inicialmente por Novy-Marx (2013) como tendo aproximadamente o mesmo poder que o índice *book-to-market* na previsão *cross-sectional* dos retornos médios das ações, contradizendo evidências de estudos anteriores (Fama & French, 2008). Novy-Marx (2013) aponta que, apesar de a lucratividade se tratar de uma dimensão de valor, as empresas com características de lucratividade e valor são bem distintas. O autor ainda sugere que firmas mais lucrativas geram retornos médios significativamente mais altos do que firmas menos lucrativas, apesar de terem, em média, menores índices *book-to-market* e altas capitalizações de mercado. Para o autor, ambas as estratégias geram retornos anormais significantes, e devido ao fato de que seus retornos são negativamente relacionados, elas funcionam de modo satisfatório em conjunto.

Outra anomalia identificada na evidência empírica dos modelos de precificação de ativos é a da relação entre a taxa de retorno das ações e o investimento das empresas. Titman et al. (2004) documentam uma relação negativa entre investimentos de capital e retornos futuros das ações. Eles verificaram que empresas que aumentam seu nível de investimento propendem a obter menores retornos de ações nos cinco anos subsequentes. Os autores apontam também que essa relação tende a ser ainda maior para firmas com menos dívidas e/ou maiores fluxos de caixa.

Em face às evidências documentadas ao longo dos anos sobre anomalias, uma abordagem é comumente usada em estudos de finanças para estudar tais variações nos retornos. Tanto em estudos norte-americanos, quanto em países emergentes, utiliza-se de modelos de precificação de ativos como método de testar a existência de padrões existentes nos retornos

médios. Nesses modelos as anomalias são atribuídas a um prêmio que os investidores exigem pelo risco, relacionados a fatores.

2.2 Modelos Fatoriais

A descoberta de novas variáveis relevantes para explicar a variação do retorno de portfólios de títulos levou ao desenvolvimento de diversos modelos fatoriais baseados em evidências empíricas. Fama e French (1993, 2015) formularam modelos de precificação de ativos considerando os fatores de risco que vinham sendo identificados em estudos anteriores, tais como em Banz (1981), Lakonishok e Shapiro (1986), Titman et al. (2004) e Novy-Marx (2013). Carhart (1997) acrescentou um novo fator de ao modelo de três fatores de Fama e French (1993), o momento, com base em evidências apresentadas por Jegadeesh e Titman (1993). O intuito dos modelos de fatores, como são conhecidos, é fornecer uma melhora do poder explicativo em comparação ao CAPM, buscando captar as anomalias não assimiladas pelo fator mercado.

Tendo como base as evidências empíricas anteriores de que outras variáveis além do beta estão associadas à explicação dos retornos médios das ações e, corroboradas em Fama e French (1992), Fama e French (1993) propuseram que outros fatores de risco sistemático deveriam ser adicionados aos modelos de precificação a fim de obter uma melhor especificação do processo gerador de retornos dos títulos. O modelo multifatorial, conhecido como modelo de três fatores de Fama e French, inclui fatores de risco sistemático construídos a partir das características tamanho e *book-to-market*, além do prêmio de mercado do CAPM.

Usando a mesma base de dados de Fama e French (1992), Fama e French (1993) expandem o estudo empírico incluindo nos testes títulos do governo e títulos corporativos, além de ações. Diferentemente de Fama e French (1992), que utilizaram regressões *cross-sectional*, conforme metodologia de Fama e MacBeth (1973), em Fama e French (1993) é utilizada a abordagem de regressão de séries temporais de Black, Jensen e Scholes (1972). Os autores criaram 25 portfólios ordenados quanto ao tamanho e *book-to-market*, com o intuito de testar os fatores de risco. O fator tamanho (SMB) foi obtido por meio da diferença entre os retornos de portfólios *small* e *big*, em que os portfólios *small* eram formados por ações de pequenas empresas, e os portfólios *big* eram formados por ações de grandes empresas. Já a obtenção do fator *book-to-market* (HML) deu-se a partir da diferença entre os retornos de portfólios *high* e *low*, em que os portfólios *high* eram formados por ações de empresas de alto índice *book-to-market*, e os portfólios *low* com ações de empresas com baixo índice.

Jegadeesh e Titman (1993) documentaram resultados de estratégias de momento, em que a compra de ações com altos retornos passados e venda de ações que possuíam baixos retornos passados tendem a produzir retornos anormais positivos durante o ano subsequente. Tal anomalia foi verificada por Fama e French (1996), que realizam um novo teste de seu modelo de três fatores e observam que, apesar de o modelo explicar muitas das anomalias testadas, ele não captura o efeito momento no retorno das ações. Esse efeito foi, então, adicionado ao modelo de três fatores de Fama e French (1993) na análise de Carhart (1997), de forma a avaliar a performance de fundos mútuos, dando origem ao modelo de quatro fatores. Esse modelo incorpora o efeito momento de forma a captar a persistência do bom ou mau desempenho das ações num curto prazo.

Motivados pelas evidências de que a lucratividade e o investimento também contribuem para a descrição dos retornos médios de ações (Aharoni et al. 2013, Novy-Marx, 2013, Titman et al. 2004), além de suas próprias evidências anteriores (Fama & French, 2008, Fama & French,

2012), Fama e French (2015) revisitaram o modelo de três fatores adicionando a ele esses dois novos fatores de risco sistemático. A evidência apontada por Novy-Marx (2013), Titman et al. (2004) e outros autores é de que o modelo de três fatores é um modelo incompleto para determinar os retornos esperados dos ativos porque seus fatores não explicam grande parte da variação nos retornos médios relacionados à lucratividade e investimento (Fama & French, 2015). Dessa forma, esses novos fatores incluídos no modelo de precificação auxiliam a captar com mais precisão os retornos esperados. O modelo de cinco fatores em sua forma completa é dado de acordo com a Equação 1.

$$R_i - R_f = \alpha_i + \beta_i(R_m - R_f) + s_iSMB + h_iHML + r_iRMW + c_iCMA + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que o *SMB* é a diferença entre os retornos dos portfólios de ações de pequenas e grandes empresas, o *HML* é a diferença entre os retornos dos portfólios de ações de empresas de alto e baixo índice *book-to-market*, o *RMW* é a diferença entre os retornos médios de portfólios compostos por ações de empresas que tiveram lucratividade robusta e fraca e, *CMA* é a diferença entre os retornos médios de portfólios compostos por ações de empresas que realizaram investimentos conservadores e agressivos.

Os testes empíricos de Fama e French (2015) investigam se o modelo de cinco fatores e modelos que incluem subconjuntos de seus fatores explicam os retornos médios de portfólios formados para produzir grandes *spreads* em termos de tamanho, *book-to-market*, lucratividade e investimento. O fator lucratividade – *RMW* – foi construído pela diferença entre o retorno do portfólio de ações com desempenho operacional robusto e o com desempenho operacional fraco. O fator investimento – *CMA* – foi construído pela diferença dos retornos médios dos portfólios de empresas que realizaram investimentos conservadores e empresas que realizaram investimentos agressivos. E os demais fatores foram construídos conforme a metodologia dos estudos anteriores de Fama e French (1993, 1996). A amostra englobou o período de 1963 a dezembro de 2013, compreendendo um total de 606 observações, de todas as ações da NYSE, AMEX e NASDAQ.

Inicialmente, o modelo foi aplicado a 25 portfólios formados com base nas combinações das anomalias: i) tamanho e *book-to-market*; ii) tamanho e lucratividade; e, iii) tamanho e investimento. Em seguida, foram formados 32 portfólios a partir das combinações de: i) tamanho, *book-to-market* e lucratividade; ii) tamanho, *book-to-market* e investimento; iii) tamanho, lucratividade e investimento. Os autores concluem que há um padrão de retorno médio relacionado ao tamanho, *book-to-market*, lucratividade e investimento, pois, apesar de o teste de Gibbons et al. (1989) – teste GRS – rejeitar o modelo, ele apresenta um poder explicativo dos retornos entre 71% e 94%. Além disso, Fama e French (2015) apontam que o poder explicativo do fator *HML* no modelo é altamente capturado principalmente pelos novos fatores *RMW* e *CMA*. Com isso, para solucionar a redundância, foi necessário utilizar esse fator na forma ortogonalizada – *HML0* –, obtido por meio da regressão entre o *HML* e os demais fatores. Fama e French (2015) ressaltam que o principal problema do modelo é a incapacidade de capturar totalmente os baixos retornos médios de ações pequenas (*microcaps*).

Assim como procederam para testar o modelo de três fatores, Fama e French (2017) testam o novo modelo de 2015 em mercados internacionais, em quatro diferentes regiões, a saber: América do Norte, Europa, Japão e Ásia-Pacífico. Como em Fama e French (2012), eles agregaram 23 mercados desenvolvidos nessas quatro regiões, além de examinar portfólios globais (junção das quatro regiões). Os autores observam que os retornos médios das ações para

as regiões da América do Norte, Ásia-Pacífico e Europa aumentam com os índices *book-to-market* e lucratividade, e estão negativamente relacionados ao investimento. Já para o Japão, os retornos médios possuem fraca relação com a lucratividade ou investimento, ao passo que possuem forte relação com o índice *book-to-market*. Os resultados revelaram que o principal problema do modelo são as ações pequenas (*microcaps*), cujos retornos se comportam como os de empresas que investem agressivamente, ainda que possuam baixa lucratividade – semelhantemente às evidências já documentadas em Fama e French (2015).

2.3 Evidências Empíricas de Anomalias no Mercado de Capitais Brasileiro

A maioria dos estudos sobre precificação de ativos no mercado brasileiro emprega modelos fatoriais fundamentalistas, conforme metodologia proposta por Fama e French (1993, 1996, 2015) e Carhart (1997). Ademais, com o objetivo de verificar se existem prêmios relativos aos fatores de risco desses modelos, os resultados geralmente são confrontados com os do CAPM.

Os resultados dos modelos de quatro e três fatores foram confrontados aos do CAPM nas análises de Mussa et al. (2012), Rizzi (2012) e de Mussa, Rogers e Securato (2009). Mussa et al. (2012) empregaram a metodologia de Fama e French (1993) para a construção dos portfólios, dos fatores de risco e estimativa das regressões para uma amostra de ações negociadas na B3 no período de 1995 a 2006 e concluíram que: i) o modelo de três fatores apresentou resultados superiores aos do CAPM; ii) o modelo de quatro fatores foi superior ao de três na explicação das variações dos retornos médios dos portfólios. Os fatores tamanho, *book-to-market* e momento demonstraram significância na explicação dos retornos, corroborando os estudos norte-americanos dos modelos. Rizzi (2012), por sua vez, aplicou a metodologia de Fama e Macbeth (1973). Diferente do encontrado por Mussa et al. (2012), os seus resultados indicaram que o modelo de três fatores tem desempenho superior à do modelo de quatro fatores e a do CAPM na precificação de ativos. Entretanto, nenhum dos modelos testados por Rizzi (2012) foi suficiente para explicar as variações dos retornos para o período estudado. Ou seja, os resultados desse estudo não corroboraram os de que os fatores tamanho e momento são estatisticamente significantes documentados em Fama e French (1993) e Carhart (1997). Mussa et al. (2009) também aplicaram a metodologia de Fama e Macbeth (1973) e seus resultados apontaram que o modelo de quatro fatores possui desempenho superior ao de três fatores e ao CAPM. No entanto, os autores concluíram similarmente à Rizzi (2012), que nenhum dos modelos foi suficiente na explicação das variações dos retornos das ações do mercado brasileiro.

Similarmente, a aplicabilidade do modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) ao mercado de capitais brasileiro vêm sendo testada desde a sua proposição, após os autores incorporarem ao modelo de três fatores as novas variáveis evidenciadas na literatura, investimento e lucratividade. Para uma amostra de ações negociadas na B3 entre 2000 e 2015 Martins e Eid Jr. (2015) mostram que os fatores mercado, tamanho e *book-to-market* parecem capturar a maior parte da variação nos retornos médios dos portfólios de ações; enquanto os novos fatores (lucratividade e investimento) apresentam menor poder explicativo para o conjunto de dados da amostra. Por conseguinte, os autores apontam que o modelo de cinco fatores captura quase toda a variação *cross-sectional* dos retornos médios, sendo possível concluir que tem desempenho melhor do que o do que o modelo de três fatores.

Com um foco diferente, Vieira et al. (2017) realizam um estudo testando a capacidade de precificação setorial dos fatores de risco presentes no modelo de cinco fatores de Fama e

French (2015). As carteiras setoriais utilizadas pelos autores foram materiais básicos, consumo cíclico, consumo não cíclico, industrial e utilidade pública. Os resultados apontam que há uma maior relevância do prêmio de risco atrelado ao fator de investimento, que foi estatisticamente significativo em três dos cinco setores da economia estudados pelos autores.

De forma a verificar se existe uma parte dos retornos de portfólios no mercado brasileiro que pode ser explicada pela sua métrica informacional, Siqueira et al. (2017) utilizaram dos modelos de três, quatro e cinco fatores, com adição da métrica *Volume-Synchronized Probability of informed trading* (VPIN) para realizar a análise. Como resultados os autores encontraram que os fatores de mercado, tamanho, lucratividade, investimento e informação foram a combinação de fatores que melhor explica os retornos dos portfólios. Além disso, apontam que o HML se torna um fator redundante para o mercado brasileiro, assim como apontado por Fama e French (2015) em seu estudo seminal no mercado norte-americano.

Leite et al. (2018) testaram o CAPM e os modelos de três, quatro e cinco fatores em mercados emergentes, no período de 2007 a 2017, com o objetivo de verificar se tais modelos têm performance semelhante às dos testes em mercados desenvolvidos. Os países estudados foram Brasil, Chile, México, Argentina, Índia, China, Tailândia, Malásia, Turquia, Polônia, Romênia e Rússia. Tais países foram divididos em blocos, de acordo com sua região, a saber, América Latina, Ásia e Leste Europeu. Os autores constatam que os modelos de quatro e cinco fatores, propostos para explicar os retornos de países desenvolvidos, também têm um desempenho melhor do que o modelo de três fatores na maioria dos testes realizados para os países emergentes. Assim como documentado por Fama e French (2015), Leite et al. (2018) observaram que o fator relativo ao *book-to-market* se torna um pouco redundante na presença dos fatores de lucratividade e investimento.

Em um dos estudos mais recentes sobre o tema, Carvalho (2019) estudou se a liquidez das ações é um fator de risco sistemático precificado nos mercados de capitais dos países emergentes da América Latina. O estudo envolveu dados dos mercados do Brasil, Chile, Colômbia, México e Peru, entre 1º junho de 1999 e 30 de junho de 2017. O autor testou a inclusão de um fator para a liquidez nos modelos de três fatores de Fama e French (1993), quatro fatores de Carhart (1997) e cinco fatores de Fama e French (2015). Os resultados documentados mostraram que nenhum modelo foi capaz de explicar completamente o excesso de retorno médio dos portfólios.

Em geral, os resultados das evidências empíricas no mercado brasileiro revelam que existem prêmios pelo risco sistemático representado pelos fatores tamanho, *book-to-market*, momento, lucratividade e investimento. Observou-se ainda que os modelos de fatores, quando confrontados com os resultados do CAPM, apresentam resultados superiores para a explicação dos retornos médios dos portfólios. Após a análise da literatura, verificou-se que ainda há uma lacuna a ser preenchida quando se trata de estudos sobre o modelo de cinco fatores no mercado brasileiro. Dessa forma, este estudo busca agregar novas evidências empíricas, buscando investigar a aplicação deste modelo no mercado brasileiro. Além disso, tem-se o propósito de contribuir com a literatura financeira, utilizando da metodologia preditiva de dois passos, pouco utilizada em estudos no Brasil.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho se caracteriza como descritivo-quantitativo, abordagem que emprega instrumentos econométricos para análise dos dados, que permitem testar as hipóteses de pesquisa colocadas sobre os fenômenos (Silva & Menezes, 2001). A população objeto desta

pesquisa abrangeu todas as ações listadas no Brasil, Bolsa, Balcão (B3) entre junho de 2000 a junho de 2017. Em nível individual, foram usados dados de junho de 1999 a julho de 2018, devido à construção dos fatores utilizados no modelo de Fama e French (2015). Tal período foi escolhido por razões metodológicas e por questões relacionadas à coleta e manuseio dos dados.

Ainda que a intenção do trabalho fosse incluir o maior número de ações possíveis, alguns critérios tiveram que ser atendidos, baseando-se na literatura financeira, a fim de manter a sua comparabilidade. Tais critérios, utilizados para a seleção da amostra, foram: a) Capitalização de mercado positiva (valor de mercado) em 30 de junho, com tolerância dos 30 dias prévios, necessário para a construção do fator tamanho; b) Capitalização de mercado e valor do Patrimônio Líquido positivos na data de 31 de dezembro do ano anterior, sendo adotada tolerância de 30 dias anteriores para o valor de mercado. Tais variáveis foram necessárias para o cálculo do *book-to-market*; c) Valor do Ativo Total disponível em 31 de dezembro dos dois anos prévios à formação dos portfólios, necessário para o cálculo do investimento; d) Valor do Lucro Operacional disponível em 31 de dezembro do ano anterior a formação do portfólio, necessário para o cálculo da lucratividade; e) Cotações mensais consecutivas para o período de 12 meses anteriores e posteriores à data de formação dos portfólios.

Seguindo a metodologia proposta por Fama e French (1992) e Capaul, Rowley e Sharpe (1993), também foram excluídas da amostra as ações de empresas financeiras devido ao seu alto grau de endividamento. Devido ao número pequeno de ações listadas na B3, as informações aqui utilizadas foram tratadas ao nível de ativo, ou seja, as empresas que possuíam na amostra ações preferenciais e ordinárias foram tratadas como dois ativos diferentes. Isso implica que duas ações da mesma empresa podem ter sido usadas para compor diferentes fatores de risco.

De acordo com essas restrições impostas, foram coletados os dados para 388 ações em todo o período amostral da pesquisa. Foram analisados para cada ano, em média, 181 ações, apresentando um mínimo de 109 ações analisadas no ano 2000, e um máximo de 233 ações em 2012. Cada portfólio construído apresentou um mínimo de três ações, seguindo os procedimentos dos trabalhos de Málaga e Securato (2004) e Mussa et al. (2009). A Tabela 1 expõe a composição da amostra final considerada ano a ano para o período de amostragem. Os dados secundários utilizados na pesquisa foram coletados na Plataforma *Bloomberg*, e para o tratamento dos dados, foi utilizada linguagem de programação *Python*.

Tabela 1

Composição da amostra ano a ano

Ano	Amostra	Ano	Amostra	Ano	Amostra
2000	109	2006	161	2012	233
2001	119	2007	178	2013	224
2002	123	2008	211	2014	215
2003	128	2009	229	2015	201
2004	141	2010	231	2016	192
2005	144	2011	223	2017	197

Para a construção da série de retorno das ações, optou-se pelo cálculo em sua forma logarítmica, seguindo o procedimento de Machado e Machado (2014). Segundo o autor, ao se adotar a forma logarítmica, assume-se que os retornos seguem um regime de capitalização contínua, com uma distribuição de frequência simétrica em relação à zero. Dessa forma, os resultados tendem a se aproximar de uma curva de distribuição normal. Ressalta-se ainda que os preços de fechamento das ações foram ajustados aos proventos.

Para o cálculo do retorno dos portfólios utilizou-se da fórmula descrita pela Equação 2, em que: $R_{p,t}$ é o retorno do portfólio p no tempo t; $VM_{i,t}$ é o valor de mercado da ação i no tempo t; $VM_{p,t}$ é o valor de mercado do portfólio p no tempo t e $R_{i,t}$ é a taxa de retorno do ativo no tempo t. Este estudo reproduz os passos e técnicas apresentados em Fama e French (2015) para verificar se o modelo de cinco fatores captura as anomalias tamanho, valor, lucratividade e investimento no mercado de capitais brasileiro. Ressalta-se que foi estimado o modelo de cinco fatores (Equação 1), em que os retornos dos portfólios (e não os das ações individuais) foram regredidos sobre os fatores de risco desse modelo.

$$R_{p,t} = \sum_{i=1}^n \frac{VM_{i,t}}{VM_{p,t}} (R_{i,t}) \quad (2)$$

Para a criação dos fatores utilizados, fez-se uso dos procedimentos descritos em Fama e French (2015) dispendo-se, no total, de 388 ativos negociadas na B3. Os retornos de um conjunto de portfólios formados com base nos fatores tamanho, *book-to-market*, lucratividade e investimento – tendo como constante o fator tamanho –, que são as variáveis dependentes, foram regredidos sobre os fatores que integram os modelos estimados – MKT, SMB, HML, RMW e CMA, que são as variáveis independentes. Para cada ano do período amostral, as ações foram divididas em cinco quintis segundo a classificação por capitalização de mercado das ações – seus tamanhos. Em seguida, cada um desses quintis foi reordenado de acordo com uma segunda variável, dividindo-os novamente em quintis. Os portfólios foram formados com a seguinte combinação: i) tamanho e *book-to-market*; ii) tamanho e lucratividade; e iii) tamanho e investimento. Dessa forma, para cada variável considerada na segunda classificação, foram formados 25 portfólios. A variável dependente do modelo analisado foi, então, calculada como os excessos de retorno desses portfólios em relação à taxa de juros livre de risco, sendo os retornos desses portfólios ponderados pelo valor de mercado dos ativos que os compõem.

Nesse sentido, o primeiro passo dessa metodologia envolve a estimação de regressões de séries temporais para obter as sensibilidades dos fatores de risco do modelo em relação aos retornos médios dos portfólios (prêmios de risco dos portfólios). O excesso de retorno mensal dos 75 portfólios construídos com base nas anomalias em relação à taxa livre de risco foi a variável dependente da regressão linear temporal (adotou-se o retorno do CDI como *proxy* para a taxa livre de risco). Os portfólios foram rebalanceados em junho de cada ano t , para incorporação das novas informações. No segundo passo, as sensibilidades estimadas no primeiro passo são usadas como variáveis independentes na regressão *cross-section*, de maneira a testar as hipóteses sobre o impacto dos fatores de risco sobre o retorno dos portfólios (Elton, 2012).

Por fim, no intuito de se atestar a validade do modelo econométrico e os seus pressupostos, se faz necessário uma etapa de testes-diagnóstico (multicolinearidade, autocorrelação e homoscedasticidade). Dessa forma, tais testes, foram utilizados no presente estudo para a verificação da qualidade do ajuste dos modelos. Ademais, é delineado também o teste GRS, que tem como finalidade avaliar o desempenho dos modelos – testa a especificação dos modelos. Nos testes de validação dos modelos econométricos e no teste GRS, doravante, foi adotado o nível de significância estatística de 5%.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos são apresentados e discutidos ao longo desta seção. Discorre-se sobre as estatísticas descritivas e as características dos fatores e dos portfólios. Em seguida são apresentados os resultados das regressões do primeiro passo e do teste GRS; e por fim, são exibidos o resultado da regressão *cross-section* do modelo e os testes de validação empregados.

4.1 Estatísticas Descritivas dos Fatores *Right-hand-side*

As estatísticas descritivas para os fatores do modelo de Fama e French (2015) são apresentadas na Tabela 2. De acordo com os dados apresentados, verifica-se que o prêmio mensal médio do fator de mercado foi de 0,25 para o período analisado. Fama e French (1993, 2015), em seus estudos para o mercado norte-americano encontraram um prêmio de 0,43 para o MKT no teste do modelo de três fatores, e de 0,50 para o teste do modelo de cinco fatores. Outros autores encontraram para o mercado brasileiro, prêmios relativamente maiores. Mussa et al. (2012) encontraram um prêmio de 1,56, para uma análise realizada no período de 1995 a 2006. Recentemente, Martins e Eid Jr. (2015) encontraram prêmio de 0,86 para o MKT em uma análise realizada no período de 2000 a 2012. Essa discrepância entre os resultados foi possivelmente motivada pela diferença dos períodos analisados. Verifica-se que, no período amostral do presente estudo, o desempenho das ações apresentou resultado inferior aos demais.

Tabela 2

Estatísticas descritivas do modelo de cinco fatores

	MKT	SMB	HML	RMW	CMA
Média	0,25	1,03	0,27	-0,23	0,54
Desvio Padrão	6,03	3,95	5,53	4,65	5,00
Assimetria	-0,56	0,24	-0,70	-0,83	0,37
Curtose	1,83	0,07	4,52	3,76	2,80
Estatística t	0,62	3,84	0,72	-0,73	1,58
P-valor	0,54	0,00	0,47	0,47	0,12

O SMB, de 1,03 no período analisado, foi aquele que apresentou a maior média dos retornos, dentre todos os fatores. Esse resultado se difere dos resultados encontrados por Machado e Machado (2014) e Siqueira et al. (2017), que encontraram valores médios negativos para o fator. Outros autores como Martins e Eid Jr. (2015) e Vieira et al. (2017) encontraram resultados positivos, corroborando com os resultados do presente estudo. Em relação às demais estatísticas descritivas, para o fator relacionado ao índice *book-to-market* (HML), foi encontrado um prêmio de 0,27 no mercado, o qual não se mostrou significativo estatisticamente. Já o fator CMA apresentou média de retornos de 0,54, que é maior em comparação ao valor médio de HML, mas também sem significância estatística para o período. Não se verificou um prêmio para o fator RMW, que apresentou uma média de retornos negativa. Dessa forma, é possível depreender que, no mercado brasileiro, empresas com lucratividade robusta parecem não oferecer retornos superiores aos de empresas com lucratividade fraca.

Observando os resultados para a estatística *t* de comparação de médias, foi possível verificar que o fator SMB foi o único em que o valor médio se mostrou significativo estatisticamente. Dessa forma, os resultados obtidos apontam que há evidências da existência do fator tamanho no mercado brasileiro, para o período amostral. Os resultados encontrados por Mussa et al. (2012) corroboram com os resultados desta pesquisa, encontrando significância

para apenas um fator de risco, o HML, para o mercado brasileiro. Já os resultados de Martins e Eid Jr. (2015), apontam que os fatores MKT, HML, RWM e CMA, não apresentaram significância estatística. Dessa forma, é possível verificar que os resultados encontrados nesta pesquisa são habituais nos estudos de precificação de ativos, para o mercado brasileiro. Verifica-se, no entanto, que os resultados encontrados por Machado e Machado (2014) e Siqueira et al. (2017) contrapõem os encontrados neste estudo. Machado (2009) encontra significância para todos os fatores estudados, com exceção do SMB. Siqueira et al. (2017) verificam que o fator relacionado ao tamanho apresentou a menor média dos retornos para os modelos de três e quatro fatores. Ressalta-se que tais diferenças se devem ao número de portfólios formados e ao período estudado, que são diferentes em cada um dos trabalhos citados.

4.2 Estatísticas Descritivas dos Portfólios *Left-hand-side*

A principal característica para os portfólios empregados como variável dependente nos modelos é o excesso de retorno de cada um deles, que é a medida efetivamente utilizada nas regressões. A Tabela 3 apresenta os retornos médios e os desvios padrão de cada portfólio utilizado como variável dependente.

Tabela 3

Retorno médio e desvio padrão dos portfólios *left-hand-side*

Painel (a): Portfólios formados por tamanho - <i>book-to-market</i>										
	Média					Desvio padrão				
	<i>Low</i>	2	3	4	<i>High</i>	<i>Low</i>	2	3	4	<i>High</i>
<i>Small</i>	0,45	0,53	1,45	1,58	1,00	10,45	8,91	9,28	11,20	8,61
2	0,67	1,21	0,71	0,54	0,96	9,58	8,19	7,70	7,60	8,43
3	0,09	0,67	0,68	1,16	0,86	14,66	7,63	7,99	7,17	8,14
4	0,58	0,32	0,55	0,49	0,69	7,26	7,09	6,77	7,04	7,26
<i>Big</i>	-0,17	-0,09	0,08	0,05	-0,05	7,18	6,52	7,49	6,96	8,93
Painel (b): Portfólios formados por tamanho - investimento										
	Média					Desvio padrão				
	<i>Low</i>	2	3	4	<i>High</i>	<i>Low</i>	2	3	4	<i>High</i>
<i>Small</i>	0,46	1,00	0,35	1,58	1,50	10,91	11,49	9,76	8,62	8,56
2	0,74	0,59	1,11	0,55	1,17	9,39	7,60	8,04	6,93	8,95
3	1,05	1,29	0,81	-0,87	0,43	6,76	7,40	10,10	16,09	8,36
4	0,71	0,41	0,45	0,56	0,28	6,67	6,61	7,12	7,60	7,67
<i>Big</i>	-0,13	-0,02	0,06	0,08	-0,33	6,45	8,08	8,47	7,21	8,04
Painel (c): Portfólios formados por tamanho - lucratividade										
	Média					Desvio padrão				
	<i>Low</i>	2	3	4	<i>High</i>	<i>Low</i>	2	3	4	<i>High</i>
<i>Small</i>	0,63	0,58	0,56	1,39	1,68	13,00	9,76	7,48	8,81	11,34
2	0,87	0,91	0,20	0,59	1,52	10,24	8,37	7,80	6,62	7,72
3	0,72	0,00	1,07	1,38	-0,02	9,31	6,98	8,65	10,42	13,97
4	0,24	0,24	-0,34	0,93	1,18	8,15	7,36	6,32	6,29	7,25
<i>Big</i>	-0,36	-0,43	-0,31	0,25	0,10	8,51	7,83	7,91	7,31	6,60

O painel (a) apresenta os retornos e os desvios padrão dos 25 portfólios formados pelas variáveis de tamanho e *book-to-market*. Em cada coluna do *book-to-market* do painel (a) é possível observar uma tendência das ações; o valor do retorno médio de cada portfólio diminui conforme o tamanho das empresas aumenta, salvo algumas exceções. Esse fato caracteriza o efeito tamanho, que preconiza que ações de empresas pequenas podem oferecer retornos superiores àqueles de empresas grandes. Esse efeito se assemelha ao documentado por Fama e

French (2015) para os 25 portfólios formados com base no tamanho e *book-to-market*. Apesar disso, muitos autores verificaram o oposto para o mercado brasileiro, contrariando a evidência do fator tamanho. Mussa et al. (2009) e Siqueira et al (2017) verificaram que os retornos das ações são maiores para ações de empresas grandes no Brasil.

Em tese, ativos com alto índice *book-to-market* possuem um retorno médio mais alto quando comparado a ativos com baixo índice. Porém, esse efeito não é observado claramente nos resultados do painel (a), para comparação entre os portfólios *low* e *high*. Para tais portfólios, verifica-se que, conforme apontado por Fama e French (2015), o efeito valor é mais bem observado para ações de empresas pequenas. Percebe-se que na linha *small*, o retorno médio sai de 0,46 para 1,00 no portfólio com maiores índices *book-to-market*. Em contraste, para ações de empresas grandes, essa diferença não é tão significativa. Os retornos médios e os desvios padrão dos portfólios formados pelas variáveis tamanho e investimento são apresentados no painel (b). É evidenciado que não há relação entre tais variáveis. Fama e French (2015) apontam que, à medida que se passa das ações com investimentos baixos (conservadores) para aquelas com investimentos altos (agressivos), o retorno médio tende a diminuir, porém, tal efeito não foi documentado nesta pesquisa.

Por fim, os retornos dos portfólios formados pelas variáveis tamanho e lucratividade são exibidos no painel (c). Para cada quintil separado segundo o tamanho, é observado que portfólios formados por ações de empresas com lucratividade alta são associados com retornos médios maiores do que os portfólios formados por ações de empresas com lucratividade baixa, sendo possível corroborar então com o efeito documentado por Novy-Marx (2013). Os resultados para a lucratividade se assemelham ao estudo seminal de Fama e French (2015), e se diferem de alguns testes para o mercado brasileiro, tal como Siqueira et al. (2017) e Martins e Eid Jr. (2015), que não encontram padrões nos retornos médios para os portfólios com base em tamanho e lucratividade.

4.3 Estatísticas de Teste das Regressões do Primeiro Passo

A Tabela 4 exibe os resultados para cada grupo de portfólios, considerando o tamanho e uma segunda variável para o ranqueamento, a saber, *book-to-market*, investimento e lucratividade. Os resultados do teste GRS são melhores para o conjunto de portfólios formados por tamanho e lucratividade em comparação com os resultados dos outros portfólios. A hipótese nula do teste GRS não foi rejeitada em nenhum dos portfólios. Em seus testes, Fama e French (2015) verificam que o modelo de cinco fatores apresenta uma melhora considerável de desempenho ao ser comparado com o modelo de três fatores para os sete conjuntos de portfólios analisados. Nesta pesquisa, analisando os resultados para o teste GRS, verifica-se que o modelo de cinco fatores teve um bom desempenho.

Tabela 4

Estatísticas descritivas para as regressões de série temporal do primeiro passo

	GRS	p-valor	$A a_i $	$s(a)$	$A a_i /A r_i $	R^2 adj.
Portfólios formados por tamanho - <i>book-to-market</i>	0,8737	0,6414	0,2498	0,3060	0,7044	0,541159
Portfólios formados por tamanho - investimento	1,0996	0,3466	0,3705	0,5070	0,8461	0,509247
Portfólios formados por tamanho - lucratividade	1,3852	0,1151	0,3070	0,3599	0,5989	0,512195

A medida representada por $A|\alpha_i|$, exposta na Tabela 4, é a média dos valores absolutos dos interceptos encontrados para o modelo em determinado conjunto de portfólios. Obtém-se que os valores para esta média são uma evidência favorável ao modelo de cinco fatores. Com relação ao R^2 adj. médio estimado para cada grupo de portfólios, quando comparado com os resultados de Fama e French (2015), o coeficiente de determinação é bem inferior aos encontrados pelos autores. De forma a analisar mais profundamente esse resultado, procede-se à regressão com diferentes combinações de fatores na próxima subseção.

4.4 Regressões com Diferentes Combinações de Fatores – Primeiro Passo

Diante das evidências apresentadas pela seção anterior, há um indicativo de que alguns dos fatores possam ter seus efeitos captados pelos demais. Fama e French (2015) testam diferentes combinações de fatores em prol de encontrar aquela que tem o melhor desempenho na explicação dos retornos, e apontam que o fator HML se torna redundante, pois, quando retirado do modelo, o seu desempenho permanece o mesmo. Os autores encontram que a combinação MKT, SMB, RMW e CMA apresenta o melhor desempenho na explicação dos retornos para a análise no mercado norte-americano. Dessa forma, seguindo os procedimentos propostos por Fama e French (2015), a Tabela 5 apresenta os resultados do teste GRS e as estatísticas descritivas para as combinações realizadas com as variáveis do modelo de cinco fatores, com o objetivo de verificar qual conjunto produz o melhor modelo para a amostra analisada, em comparação com os resultados do modelo em sua estrutura original. Buscou-se realizar os testes sem o HML, para verificar a sua relevância na precificação para o mercado brasileiro.

Tabela 5

Regressões do primeiro passo com combinações dos fatores

Painel (a): Portfólios formados por tamanho - <i>book-to-market</i>						
Fatores	GRS	p-valor	$A \alpha_i $	$s(\alpha)$	$A \alpha_i /A r_i $	R2 adj.
Rm-Rf / SMB	1,0623	0,3902	0,2811	0,3282	0,7926	0,4873
Rm-Rf / SMB / RMW	1,1464	0,2957	0,3601	0,4862	1,0152	0,5121
Rm-Rf / SMB / CMA	1,1312	0,3116	0,3046	0,3850	0,8589	0,5136
Rm-Rf / SMB / CMA / RMW	1,1342	0,3085	0,3448	0,4636	0,9720	0,5227
Painel (b): Portfólios formados por tamanho - investimento						
Fatores	GRS	p-valor	$A \alpha_i $	$s(\alpha)$	$A \alpha_i /A r_i $	R2 adj.
Rm-Rf / SMB	1,1857	0,2568	0,3738	0,4678	0,8537	0,4655
Rm-Rf / SMB / RMW	1,2653	0,1896	0,4092	0,5791	0,9345	0,4837
Rm-Rf / SMB / CMA	1,2920	0,1704	0,4020	0,5056	0,9179	0,4958
Rm-Rf / SMB / CMA / RMW	1,2619	0,1923	0,4064	0,5726	0,9279	0,5040
Painel (c): Portfólios formados por tamanho - lucratividade						
Fatores	GRS	p-valor	$A \alpha_i $	$s(\alpha)$	$A \alpha_i /A r_i $	R2 adj.
Rm-Rf / SMB	1,8596	0,0108	0,4323	0,4590	0,8433	0,4668
Rm-Rf / SMB / RMW	1,6102	0,0400	0,3442	0,4063	0,6713	0,5006
Rm-Rf / SMB / CMA	1,8268	0,0129	0,4326	0,4539	0,8437	0,4852
Rm-Rf / SMB / CMA / RMW	1,5957	0,0430	0,3430	0,3980	0,6691	0,5061

Analisando os resultados para os portfólios formados por tamanho e índice *book-to-market*, no painel (a), a combinação que obteve melhor desempenho foi a dos fatores Rm-Rf e SMB, apresentando uma menor estatística de teste e maior p-valor. Comparando-se com o mesmo grupo de portfólios na Tabela 5, esses resultados podem ser considerados inferiores,

pois foram apresentados modelos com maiores p-valor e coeficiente de determinação para a amostra analisada.

Para os resultados das regressões em portfólios formados por tamanho e investimento, apresentados no painel (b), o melhor desempenho também foi dos fatores $R_m - R_f$ e SMB. Tal como verificado para os portfólios formados por tamanho e *book-to-market*, neste grupo de portfólios também são encontrados resultados inferiores em comparação com os modelos originais na Tabela 4. O painel (c) expõe os resultados para o grupo de portfólios formados por tamanho e lucratividade. Observa-se que se rejeita a hipótese nula para todas as combinações de fatores, sendo o maior p-valor igual a 0,043, estando dentro do intervalo de confiança estatística adotada por esse estudo. De forma geral, os resultados discutidos nesta seção apontam que as diferentes combinações de fatores não foram capazes de apresentar um desempenho superior ao modelo estimado em sua estrutura original. Também não foi possível corroborar os resultados encontrados por Fama e French (2015), pois, para a presente pesquisa, o fator relacionado ao índice *book-to-market* permanece relevante na precificação de ativos.

4.6 Resultado da Regressão do Segundo Passo

Nesta seção são apresentados os resultados para a regressão *cross-section* estimada no segundo passo da metodologia de Fama e MacBeth (1973) utilizada neste estudo. Nessa etapa, a variável dependente do modelo foi o excesso de retorno médio de cada um dos 75 portfólios LHS construídos, e as variáveis independentes foram os coeficientes estimados nas regressões do primeiro passo. Além da regressão, foram realizados os testes de validação do modelo, que são apresentados na Tabela 6. Os resultados do teste VIF ficaram dentro do esperado, que, segundo Levine, Berenson e Stephan (2000), devem ser iguais a 1. Os dados apresentados indicam que não há presença de multicolinearidade entre as variáveis. O maior valor de teste foi para a variável CMA, de 1,07, que ainda está dentro do valor ideal da estatística de teste. Os resultados, portanto, indicam que é possível a inclusão das variáveis em um modelo de regressão sem aparente prejuízo nas estimativas dos coeficientes.

Em relação aos testes para a detecção de problemas de heterocedasticidade e autocorrelação foram utilizados os testes de Breusch-Pagan (BP) e de Durbin-Watson (DW), respectivamente. Verifica-se que o teste de Durbin-Watson aponta valor igual a 2, indicando assim que não foi detectado problema de autocorrelação no modelo. De acordo com Wooldridge (2012) os valores do teste devem sempre ser um valor entre 0 e 4, e quando igual a 2, tem-se evidência de que não há autocorrelação. Em relação ao teste de Breusch-Pagan, os resultados não atestaram a presença de heteroscedasticidade, ou seja, não rejeitaram a hipótese nula de homoscedasticidade. Dessa forma, não foi necessária a correção dos erros-padrão para o modelo.

Tabela 6

Resultado do teste VIF das variáveis independentes seguidos dos testes de Durbin-Watson e Breusch-Pagan

Rm-Rf	SMB	HML	RMW	CMA	DW (p-valor)	BP (p-valor)
1,03	1,06	1,03	1,03	1,07	2,13 (0,69)	4,75 (0,45)

Após os testes de validação dos modelos, deve-se seguir para a análise de seus resultados. Na Tabela 7 são expostos os valores das estimativas dos parâmetros da regressão *cross-section*. As sensibilidades dos retornos dos portfólios aos fatores de risco sistemático,

estimadas no primeiro passo, são usadas como variáveis independentes no segundo passo. Em relação à análise dos coeficientes do modelo e de seus p-valores, ressalta-se que, para os fins desta análise, os coeficientes dos fatores $R_m - R_f$, SMB, HML, RMW e CMA são identificados na Tabela 7 por b, s, h, r e c, respectivamente. O intercepto é indicado pelo símbolo α . Observando os resultados apresentados, percebe-se que o modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) apresentou coeficiente de determinação ajustado de aproximadamente 66%, resultado superior ao encontrado por Mussa et al. (2009). Os autores testaram os modelos de três e quatro fatores.

Tabela 7

Resultado da regressão cross-section para o modelo

	α	b	s	h	r	c	R ² adj.
Coef	1,1254	-1,1052	0,9639	0,7352	0,2123	-0,0666	0,6596
p-valor	0,0003	0,0009	0,0000	0,0000	0,1940	0,7528	

Em relação à significância dos coeficientes de inclinação do modelo, os coeficientes r e c apresentaram p-valores altos e, portanto, não foi possível rejeitar as hipóteses nulas de que sejam estatisticamente iguais à zero. Os resultados de Mussa et al. (2009) e Rizzi (2012), que testam os modelos de três e quatro fatores para o mercado brasileiro utilizando a metodologia de dois passos, não corroboram com os resultados desta pesquisa. Os autores encontram, para ambos os modelos testados, que o beta de mercado e índice *book-to-market* mostraram-se significativos. No entanto, não encontraram significância para o fator tamanho.

De forma geral, o beta de mercado, o tamanho e o índice *book-to-market* prevaleceram como os fatores que mais parecem explicar as variações dos retornos *cross-section* para o modelo estudado. Além disso, é possível verificar que o coeficiente de intercepto se mostrou altamente significativo. Dessa forma, os dados sugerem que os fatores testados não foram suficientes para explicar o excesso de retorno *cross-section* dos portfólios LHS construídos com ações do mercado brasileiro, e que outros fatores, não incluídos no modelo, seriam capazes de explicar os retornos de tais portfólios. Esses resultados contrariam os pressupostos do modelo, de que somente os fatores de risco utilizados deveriam explicar o excesso de retorno.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi analisar o desempenho do modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) na explicação das variações dos retornos de portfólios de ações negociadas no mercado de capitais brasileiro entre os anos de 2000 e 2017, o qual foi construído com base nas anomalias tamanho, valor, lucratividade e investimento. Para definição da amostra utilizada no estudo, foram aplicados alguns critérios de seleção de forma a manter a comparabilidade com os demais estudos de precificação de ativos no mercado brasileiro. Após a seleção desses ativos, foram formados os portfólios e os fatores utilizados, seguindo os procedimentos de Fama e French (2015). Como diferencial deste trabalho, para estimação do modelo, buscou-se aplicar a metodologia de teste preditivo, utilizando regressões em dois passos (séries temporais e *cross-section*), de acordo com a metodologia proposta por Fama e MacBeth (1973).

Inicialmente, procurou-se analisar as estatísticas descritivas dos fatores *right-hand-side*, empregados como variáveis independentes nos modelos. Essa análise permitiu verificar médias de retorno maiores do que as encontradas por Fama e French (2015) para os fatores relacionados ao tamanho e investimento, SMB e CMA, respectivamente. Encontrou-se ainda uma média de

retorno negativa para o RWM, indicando que tal fator não possui um prêmio no mercado acionário brasileiro. Para as estatísticas descritivas dos portfólios *left-hand-side*, são apresentados os retornos médios e os desvios padrão dos portfólios utilizados como variáveis dependentes no modelo. É possível observar o efeito tamanho, para os portfólios formados pelas variáveis tamanho e *book-to-market*, que preconiza que ações de empresas pequenas podem oferecer retornos superiores àqueles de empresas grandes.

Já o efeito valor, relativo ao índice *book-to-market*, é mais bem observado para ações de empresas pequenas, corroborando com o apontado por Fama e French (2015). As estatísticas descritivas dos portfólios formados pelas variáveis tamanho e investimento evidenciam que não há relação entre tais variáveis, e não verificou o efeito investimento apontado por Fama e French (2015). Por fim, para portfólios formados pelas variáveis tamanho e lucratividade foi verificado o efeito documentado por Novy-Marx (2013). É observado que para portfólios formados por ações de empresas com lucratividade alta, os retornos médios são maiores do que aqueles com lucratividade baixa. Os resultados para a lucratividade se assemelham ao estudo seminal de Fama e French (2015).

Na análise dos resultados das regressões do primeiro passo são apresentados o teste GRS e as estatísticas descritivas das regressões. O modelo de cinco fatores de Fama e French (2015) apresentou bom desempenho na explicação dos retornos. Esse resultado é corroborado pelos estudos de Fama e French (2015) e Leite et al. (2018). Ao analisar as regressões do primeiro passo entre os diferentes grupos de portfólios LHS, foi possível verificar que os modelos estimados a partir dos fatores formados pelas variáveis tamanho e investimento apresentaram melhor desempenho. Isso indica que os fatores considerados no modelo explicaram totalmente os retornos esperados para os portfólios nestas regressões.

Depois de apresentar os resultados das regressões do primeiro passo para os modelos em sua estrutura original, optou-se por testar modelos com diferentes combinações de fatores, conforme realizado por Fama e French (2015), com intuito de verificar qual conjunto de fatores produz o melhor modelo para amostra analisada. Os resultados do teste GRS e as estatísticas descritivas apontaram que nenhuma das combinações realizadas foi capaz de apresentar um desempenho superior aos do modelo de cinco fatores estimado em sua estrutura original. Além disso, não foi possível corroborar com os resultados encontrados por Fama e French (2015) de que o fator relacionado ao índice *book-to-market* é redundante na precificação de ativos. Para o presente estudo, a inclusão do fator HML se mostrou relevante.

Após as etapas anteriores, foi realizada a regressão do segundo passo (*cross-section*), de forma a verificar como os coeficientes obtidos nas regressões de série temporal foram capazes de explicar o excesso de retorno médio dos portfólios LHS. Os resultados evidenciaram que o modelo estudado não foi capaz de explicar totalmente o excesso de retorno médio dos portfólios LHS. Além disso, o SMB se mostrou como o fator relacionado ao risco mais importante no desempenho do modelo. Com os resultados deste estudo acredita-se ter contribuído com as discussões acerca do tema. Além disso, a metodologia utilizada é pouco conduzida em pesquisas no mercado acionário brasileiro, e o presente estudo buscou agregar evidências que podem ser utilizadas como referência para os demais. Sugere-se para futuras pesquisas a realização de testes de desempenho de outros modelos de precificação de ativos, não utilizados nessa pesquisa, para o mercado brasileiro, de forma a analisar qual modelo é capaz de explicar totalmente o excesso de retorno médio dos portfólios.

REFERÊNCIAS

- Aharoni, G., Grundy, B., & Zeng, Q. (2013). Stock returns and the Miller Modigliani valuation formula: Revisiting the Fama French analysis. *Journal of Financial Economics*, 110(2), 347-357.
- Almeida, J. R., & Eid Jr, W. (2010). Estimando o retorno das ações com decomposição do índice *book-to-market*: Evidências na Bovespa. *Revista Brasileira de Finanças*, 8(4), 417-441.
- Antunes, G. A., Lamounier, W. M., & Bressan, A. A. (2006). Análise do "efeito tamanho" nos retornos das ações de empresas listadas na Bovespa. *Revista Contabilidade & Finanças*, 17(40), 87-101.
- Banz, R. W. (1981). The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of Financial Economics*, 9(1), 3-18.
- Black, F., Jensen, M. C., & Scholes, M. (1972). The capital asset pricing model: Some empirical tests. *Studies in The Theory of Capital Markets*, 81(3), 79-121.
- Capaul, C., Rowley, I., & Sharpe, W. F. (1993). International value and growth stock returns. *Financial Analysts Journal*, 49(1), 27-36.
- Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *The Journal of Finance*, 52(1), 57-82.
- Carvalho, G. A. (2019). *Precificação do Risco de Liquidez em Mercados Emergentes*. Dissertação de Mestrado em Administração, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG.
- Elton, E., Gruber, M., & Brown, S. (2012). *Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos*. Elsevier Brasil.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1996). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *The Journal of Finance*, 51(1), 55-84.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2008). Dissecting anomalies. *The Journal of Finance*, 63(4), 1653-1678.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2012). Size, value, and momentum in international stock returns. *Journal of Financial Economics*, 105(3), 457-472.

- Fama, E. F., & French, K. R. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1-22.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2017). International tests of a five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 123(3), 441-463.
- Fama, E. F., & MacBeth, J. D. (1973). Risk, return, and equilibrium: Empirical tests. *Journal of Political Economy*, 81(3), 607-636.
- Fellet, B. G. (2016). *Avaliação de modelos de precificação de ativos no mercado acionário brasileiro*. Dissertação de Mestrado em Ciências Contábeis, Programa Multi-institucional e Inter-regional da Universidade de Brasília, da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasília/DF.
- Gibbons, M. R., Ross, S. A., & Shanken, J. (1989). A test of the efficiency of a given portfolio. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1121-1152.
- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of finance*, 48(1), 65-91.
- Lakonishok, J., & Shapiro, A. C. (1986). Systematic risk, total risk and size as determinants of stock market returns. *Journal of Banking & Finance*, 10(1), 115-132.
- Leite, A. L., Klotzle, M. C., Pinto, A. C. F., & Silva, A. F. (2018). Size, value, profitability, and investment: Evidence from emerging markets. *Emerging Markets Review*, 36, 45-59.
- Levine, D. M., Berenson, M.L., & Stephan, D. (2000). *Estatística: teoria e prática*. LTC, Rio de Janeiro, v. 1.
- Lintner, J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47(1), 13-37.
- Machado, M. A. V., & Machado, M. R. (2014). Liquidez e precificação de ativos: evidências do mercado brasileiro. *BBR-Brazilian Business Review*, 11(1), 73-95.
- Málaga, F. K., & Securato, J. R. (2003). Aplicação do modelo de três fatores de Fama e French no mercado acionário brasileiro: um estudo empírico do período 1995-2003. In 28º *ENANPAD*, p 1-16. Curitiba/PR.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Martins, C. C., & Eid Jr, W. (2015). Pricing assets with Fama and French 5-Factor Model: a Brazilian market novelty. *XV Encontro Brasileiro de Finanças*, 23-25.
- Matos, P. R. F., & Rocha, J. A. T. (2009). Ações e fundos de investimento em ações: Fatores de risco comuns?. *BBR-Brazilian Business Review*, 6(1), 22-43.
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 34(4), 768-783.

- Mussa, A., Famá, R., & Santos, J. O. (2012). A adição do fator de risco momento ao modelo de precificação de ativos dos três fatores de Fama & French aplicado ao mercado acionário brasileiro. *Revista de Gestão*, 19 (3).
- Mussa, A., Rogers, P., & Securato, J. R. (2009). Modelos de retornos esperados no mercado brasileiro: testes empíricos utilizando metodologia preditiva. *Revista de Ciências da Administração*, 11(23), 192-216.
- Novy-Marx, R. (2013). The other side of value: The gross profitability premium. *Journal of Financial Economics*, 108(1), 1-28.
- Rizzi, L. J. (2012). *Análise comparativa de modelos para determinação do custo de capital próprio: CAPM, três fatores de Fama e French (1993) e quatro fatores de Carhart (1997)*. Dissertação de Mestrado em Administração, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo/SP
- Rosenberg, B., Reid, K., & Lanstein, R. (1985). Persuasive evidence of market inefficiency. *The Journal of Portfolio Management*, 11(3), 9-17.
- Schwert, G. W. (2003). Anomalies and market efficiency. *Handbook of the Economics of Finance*, 1, 939-974.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442.
- Silva, E. L. D., & Menezes, E. M. (2001). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. Atual, 3 ed.
- Siqueira, L. S., Amaral, H. F., & Correia, L. F. (2017). O efeito do risco de informação assimétrica sobre o retorno de ações negociadas na BM&FBOVESPA. *Revista Contabilidade & Finanças*, 28(75), 425-444.
- Stattman, D. (1980). Book values and stock returns. *The Chicago MBA: A Journal of Selected Papers*, 4(1), 25-45.
- Titman, S., Wei, K. J., & Xie, F. (2004). Capital investments and stock returns. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 39(4), 677-700.
- Vieira, M. D. V., Maia, V. M., Klotzle, M. C., & Pinto, A. C. F. (2017). Modelo de Cinco Fatores de Risco: precificando carteiras setoriais no mercado acionário brasileiro. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, 16(48), 86-104.
- Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory econometrics: A modern approach*. South-Western Cengage Learning.