

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Faculdade de Ciências Econômicas**  
**Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**

Marcos André Diniz

**PRECIFICAÇÃO DE FATORES ESG NO MERCADO DE AÇÕES BRASILEIRO:**  
**uma abordagem sob o escopo dos modelos de Fama-French**

Belo Horizonte

2023

Marcos André Diniz

**PRECIFICAÇÃO DE FATORES ESG NO MERCADO DE AÇÕES BRASILEIRO:  
uma abordagem sob o escopo dos modelos de Fama-French**

Dissertação apresentada ao Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de Concentração: Finanças

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio de Camargos

Belo Horizonte

2023

Ficha catalográfica

D585p  
2023

Diniz, Marcos André.  
Precificação de fatores ESG no mercado de ações brasileiro  
[manuscrito] : uma abordagem sob o escopo dos modelos de Fama-  
French / Marcos André Diniz. – 2023.  
75 f.: il. e tábs.

Orientador: Marcos Antônio de Camargos.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas  
Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração.  
Inclui bibliografia (f. 68-73) e apêndices.

1. Investimentos – Teses. 2. Ações (Finanças) – Teses. 3. Bolsa  
de valores – Teses. 4. Ações (Finanças) – Teses. I. Camargos,  
Marcos Antônio de. II. Universidade Federal de Minas Gerais.  
Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração. III.  
Título.

CDD: 332.6



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**  
**CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISAS EM ADMINISTRAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO do Senhor **MARCOS ANDRE DINIZ**, REGISTRO Nº 760/2023. No dia 30 de maio de 2023, às 14:30 horas, reuniu-se remotamente, por videoconferência, a Comissão Examinadora de Dissertação, indicada pelo Colegiado do Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração do CEPEAD, em 12 de maio de 2023, para julgar o trabalho final intitulado "**PRECIFICAÇÃO DE FATORES ESG NO MERCADO DE AÇÕES BRASILEIRO: uma abordagem sob o escopo dos modelos de Fama-French**", requisito para a obtenção do **Grau de Mestre em Administração**, linha de pesquisa: **Finanças**. Abrindo a sessão, o Senhor Presidente da Comissão, Prof. Dr. Marcos Antônio Camargos, após dar conhecimento aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do seguinte resultado final:

( X ) APROVAÇÃO

( ) REPROVAÇÃO

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Senhor Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 30 de maio de 2023.

Prof. Dr. Marcos Antônio de Camargos

ORIENTADOR - CEPEAD/UFMG

Prof. Dr. Bruno Pérez Ferreira

CEPEAD/UFMG

Prof. Dr. Lélis Pedro de Andrade

PPGA/IFMG



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Antonio de Camargos, Professor do Magistério Superior**, em 30/05/2023, às 16:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lelis Pedro de Andrade, Usuário Externo**, em 30/05/2023, às 18:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Perez Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 31/05/2023, às 13:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2342726** e o código CRC **FCC723EE**.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho somente foi possível graças às sementes plantadas por inúmeras pessoas ao longo de minha vida. Agradeço a minha companheira, Isabela, por seu apoio imprescindível ao longo dos anos. Sou grato aos meus pais, Maria e Vicente, por me ensinarem sobre o valor da honestidade e do trabalho e a meus irmãos, Isabel e Wagner, por serem exemplo de coragem e determinação.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Camargos, pelas numerosas e valiosas contribuições a esta e a outras pesquisas realizadas. Agradeço aos professores da banca de defesa, Prof. Dr. Bruno Ferreira e Prof. Dr. Lélis Andrade, pelas sugestões e apontamentos realizados, assim como aos professores e à secretaria do Cepead da UFMG, por se esforçarem em fazer do ensino um mecanismo de transformação da sociedade. Deixo também meu agradecimento aos colegas de pós-graduação da FACE, com quem tive o prazer de compartilhar esse período de formação.

Por fim, agradeço àqueles que, de maneira direta ou indireta, tenham contribuído para a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001.

*There's no such thing as a free lunch.* (Milton Friedman)

## RESUMO

A crescente adoção de critérios ESG – *environmental, social and governance*, ou ambiental, social e governança – nas práticas de gestão das empresas levanta o questionamento a respeito de tais aspectos serem relevantes para os investidores como uma métrica de risco sistemático. Com o presente estudo buscou-se verificar se o desempenho ESG das empresas brasileiras negociadas na bolsa de valores representa um fator de risco significativo no processo de precificação das respectivas ações. Para isso, procedeu-se à aplicação da metodologia dos modelos fatoriais de Fama e French (1993, 2015), com adaptações necessárias ao caso brasileiro, como a utilização de filtro de liquidez para as ações, construção de portfólios com maior nível de diversificação, tratamento de *outliers* e elaboração de fatores neutros ao efeito tamanho. Foram analisados portfólios com dados mensais, constituídos por empresas brasileiras de capital aberto com ações negociadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), entre o período de setembro de 2010 e fevereiro de 2023, incluindo as que fecharam o capital nesse período, visando minimizar problemas ocasionados pelo viés de sobrevivência. Os resultados indicam que a inclusão de um fator *green* – derivado do desempenho na dimensão ESG, de forma agregada, ou E, S e G, separadamente – proporciona, em média, uma representação mais adequada dos retornos esperados das ações. Em comparação com o modelo de três fatores de Fama-French, a inclusão de um fator *green* possibilitou uma redução média de 4,12% e máxima de 12,50% na estatística do teste GRS. Em relação ao modelo de cinco fatores, a inclusão de um fator *green* proporcionou uma redução média de 0,17% e máxima de 13,22% na estatística. O fator de risco *green* com maior nível de contribuição aos modelos foi ESG (dimensão agregada), que proporcionou uma redução média na estatística GRS de 4,95% e 5,09%, em comparação aos modelos de três e cinco fatores de Fama-French, respectivamente. Os resultados indicam que as informações ESG são precificadas pelos investidores do mercado brasileiro de ações, ao menos de forma modesta, e que a contribuição marginal do fator *green* é maior em comparação ao modelo de três fatores do que em comparação ao modelo de cinco fatores de Fama-French. Além disso, foi possível concluir que os modelos de três e cinco fatores de Fama-French, bem como os modelos que incluem um fator *green*, em geral, são representações adequadas e suficientes dos retornos esperados dos ativos negociados na bolsa de valores

brasileira. Os resultados dos coeficientes dos fatores *green* foram mistos, não sendo possível identificar prêmios positivos ou negativos associados ao desempenho ESG das empresas.

**Palavras-chave:** ESG; Precificação de ativos; Modelos fatoriais de Fama-French; Fatores de risco; Teste GRS.



## ABSTRACT

The growing adoption of ESG criteria – designation for environmental, social and governance – in the management practices of companies raises the question whether such aspects are relevant for investors as a systematic risk metric. The present study aims to verify whether the ESG performance of Brazilian companies traded on the stock exchange represents a significant risk factor in the pricing process of the respective shares. For this, the Fama and French (1993, 2015) factor models methodology was applied, with necessary adaptations to the Brazilian case, such as the use of a liquidity filter for stocks, construction of portfolios with a higher level of diversification, treatment of outliers and elaboration of factors neutral to the size effect. Portfolios were analyzed with monthly data, consisting of publicly traded Brazilian companies with shares traded on the B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), between September 2010 and February 2023, including those that went private during this period, aiming to minimize problems caused by survival bias. The results indicate that the inclusion of a green factor – derived from the performance in the ESG dimension, in aggregate, or E, S and G, separately – provides, on average, a more adequate representation of the expected returns of the shares. Compared to the Fama-French three-factor model, the inclusion of a green factor enabled an average reduction of 4.12% and a maximum of 12.50% in the GRS test statistic. Regarding the five-factor model, the inclusion of a green factor provided an average reduction of 0.17% and a maximum of 13.22% in the statistics. The green risk factor with the highest level of contribution to the models was ESG (aggregate dimension), which provided an average reduction in the GRS statistic of 4.95% and 5.09%, compared to the models with three and five factors of Fama-French, respectively. The results indicate that ESG information is priced by investors in the Brazilian stock market, at least modestly, and that the marginal contribution of the green factor is greater compared to the three-factor model than compared to the five-factor model. Furthermore, it was possible to conclude that the Fama-French three-factor and five-factor models, as well as the models that include a green factor, in general, are adequate and sufficient representations of the expected returns of assets traded on the Brazilian stock exchange. The results of the green factor coefficients were mixed, and it was not possible to identify positive or negative premiums associated with the companies' ESG performance.

**Keywords:** ESG; Asset pricing; Fama-French factor models; Risk factors; GRS test.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Publicações relevantes sobre RSC .....	27
Figura 2 - Retorno acumulado dos portfólios de risco .....	46
Figura 3 – Distribuição dos retornos dos portfólios de risco .....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definição e operacionalização das variáveis subjacentes .....	36
Tabela 2 – Operacionalização dos fatores de risco de Fama e French (2015) .....	38
Tabela 3 – Definição das variáveis green subjacentes .....	39
Tabela 4 – Operacionalização dos fatores de risco ESG .....	40
Tabela 5 – Estatísticas descritivas dos portfólios de risco .....	46
Tabela 6 - Matriz de correlação dos portfólios de risco .....	47
Tabela 7 – Retornos médios e estatísticas t dos portfólios de teste .....	49
Tabela 8 - Regressão dos fatores green contra os fatores de Fama-French .....	50
Tabela 9 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco ESG .....	52
Tabela 10 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco ENV .....	53
Tabela 11 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco SOC .....	55
Tabela 12 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco GOV .....	56
Tabela 13 – Regressões para nove portfólios tamanho x B/M .....	59
Tabela 14 – Regressões para nove portfólios tamanho x lucratividade .....	61
Tabela 15 – Regressões para nove portfólios tamanho x investimento .....	62
Tabela 16 – Regressões para nove portfólios tamanho x ESG .....	64
Tabela 17 - Testes de diagnóstico para os modelos de regressão .....	74

## LISTA DE SIGLAS

APT – *Arbitrage pricing theory*

B3 – Brasil, Bolsa, Balcão

CAPM – *Capital asset pricing model*

ESG – *Environmental, social and governance*

ETF – *Exchange-traded fund*

HME – Hipótese dos mercados eficientes

MQO – Mínimos quadrados ordinários

RSC – Responsabilidade social corporativa

VIF – *Variance inflation factor*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Problema de pesquisa</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>17</b>
1.2.1 Objetivo geral .....	17
1.2.2 Objetivos específicos .....	17
<b>1.3 Justificativa</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4 Estrutura do trabalho</b> .....	<b>19</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1 Hipótese dos mercados eficientes</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2 Modelos de precificação de ativos</b> .....	<b>21</b>
2.2.1 Modelos de três fatores de Fama-French.....	23
2.2.2 Modelo de cinco fatores de Fama-French .....	24
<b>2.3 Responsabilidade social corporativa e o modelo de investimento sustentável</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4 Revisão da literatura empírica</b> .....	<b>30</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2 Delimitação da amostra e procedimento de coleta de dados</b> .....	<b>33</b>
<b>3.3 Tratamento das taxas de retorno dos ativos</b> .....	<b>34</b>
<b>3.4 Variáveis independentes – fatores de risco</b> .....	<b>35</b>
3.4.1 Fatores de risco de Fama-French .....	36
3.4.2 Fatores de risco <i>green</i> .....	39
<b>3.5 Variáveis dependentes – portfólios de teste</b> .....	<b>42</b>
<b>3.6 Modelos econométricos</b> .....	<b>42</b>
<b>3.7 Teste de Gibbons, Ross e Shanken (GRS)</b> .....	<b>44</b>
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
<b>4.1 Estatísticas descritivas</b> .....	<b>45</b>
4.1.1 Estatísticas descritivas dos portfólios de risco .....	45
4.1.2 Análise descritiva dos portfólios de teste .....	48
<b>4.2 Regressões entre os fatores de risco</b> .....	<b>49</b>

<b>4.3 Teste GRS de eficiência dos modelos de precificação</b> .....	<b>51</b>
4.3.2 Teste GRS com a inclusão do fator ENV .....	53
4.3.3 Teste GRS com a inclusão do fator SOC .....	54
4.3.4 Teste GRS com a inclusão do fator GOV .....	56
<b>4.4 Regressões dos modelos de cinco e seis fatores</b> .....	<b>57</b>
4.4.1 Regressões para nove portfólios Tamanho x B/M .....	58
4.4.2 Regressões para nove portfólios tamanho x lucratividade .....	60
4.4.3 Regressões para nove portfólios tamanho x investimento .....	63
4.4.4 Regressões para nove portfólios tamanho x ESG .....	63
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>68</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A responsabilidade social corporativa (RSC) tem ganhado relevância nas discussões acadêmicas e empresariais. Parte significativa dessas discussões reside no impacto que a adoção de práticas socialmente responsáveis tem sobre diferentes dimensões da empresa, como sua relação com os *stakeholders*, sua imagem e reputação, a atração e a retenção de talentos, além de sua capacidade de inovação e performance financeira (BOFINGER; HEYDEN; ROCK, 2022). O termo ESG, acrônimo para *environmental, social and governance* (ambiental, social e governança), surge nesse contexto como uma forma de mensurar como as empresas integram essas dimensões aos seus modelos de negócio (GILLAN; KOCH; STARKS, 2021). O ESG se refere a critérios ambientais, sociais e de governança que uma empresa deve cumprir para ser considerada socialmente responsável.

Em 2020, a gestão de ativos considerando um ou mais aspectos ESG alcançou cerca de 35,3 trilhões de dólares, o que representa um aumento de 15% em relação aos dois anos anteriores e 55% em relação aos quatro anos anteriores, atingindo, aproximadamente, 35,9% do total de ativos sob gestão globalmente (GSIA, 2020). Contudo, ainda não há consenso sobre como se dá a relação entre desempenho ESG e diferentes métricas de performance financeira da empresa (PELOZA, 2009; FRIEDE; BUSCH; BASSEN, 2015; ATZ; VAN HOLT; LIU, 2020; JARJIR; NASREDDINE; DESBAN, 2022).

Pástor, Stambaugh e Taylor (2021), por meio de seu modelo de investimento sustentável, evidenciam que a existência de investidores com preferências por ativos com alta performance ESG nos mercados impacta no processo de precificação de ativos, acarretando em *misvaluation*. Esse argumento é suportado por estudos que encontram evidências de que o desempenho ESG é um fator de risco relevante na precificação de ações nos mercados norte-americano e europeu (BOFINGER; HEYDEN; ROCK, 2022; JARJIR; NASREDDINE; DESBAN, 2022; MAITI, 2021). Contudo, observa-se uma lacuna na literatura acadêmica em relação à compreensão do impacto da performance ESG no mercado brasileiro de ações.

Nesse contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar se o desempenho ESG de empresas brasileiras de capital aberto é uma informação relevante para os investidores no processo de formação de preços das



ações. Em outros termos, buscou-se identificar se o desempenho ESG pode ser considerado um atributo com impacto significativo nos retornos esperados das ações. Para realizar essa análise, adotou-se a consolidada metodologia de Fama e French (1993, 2015), segundo a qual as variáveis determinantes dos retornos das ações são consideradas fatores de risco, compondo, dessa forma, os conhecidos modelos fatoriais de precificação.

A avaliação do desempenho ESG das empresas brasileiras de capital aberto apresenta desafios em sua análise empírica, por se tratar, possivelmente, de uma variável endógena, o que significa que seu valor é determinado ou influenciado por outras variáveis presentes no modelo (BÉNABOU; TIROLE, 2010). Portanto, é importante especificá-lo adequadamente, incorporando as variáveis de controle necessárias. Nesse sentido, buscou-se adicionar um fator de risco que replica o desempenho obtido por ações com alta performance sustentável, denominado genericamente neste trabalho como fator *green*, a modelos de consolidada aplicação na literatura de referência, como o modelo de três fatores de Fama e French (1993) e o modelo de cinco fatores de Fama e French (2015).

Além disso, é possível observar que a adoção de práticas ESG no mercado brasileiro ainda se encontra em estágios iniciais, em comparação aos mercados norte-americano e europeu, embora a discussão e a implantação de tais práticas venham apresentando crescimento nos últimos anos (FARIAS; BARREIROS, 2021). Em função disso, adotou-se uma *proxy* de desempenho ESG, de forma que o efeito dessa mudança de perspectiva dos investidores e gestores seja corretamente identificado.

Portanto, na presente pesquisa buscou-se identificar se a performance ESG é uma dimensão de risco relevante na precificação de ações negociadas no mercado brasileiro. Entre as diversas implicações possíveis, ressaltam-se aquelas de caráter empírico, como a contribuição para a formação de um modelo de precificação adequado ao caso brasileiro; um mecanismo de atribuição de performance que capture adequadamente os retornos anormais de um investimento e a proposição de um modelo adequado para a estimação do custo de capital das empresas, informação que pode ser empregada no processo de desconto de fluxos de caixa futuros e decisões de investimento.

## 1.1 Problema de pesquisa

Levando-se em consideração a contextualização apresentada, propôs-se a seguinte questão de pesquisa: o desempenho da empresa nas dimensões ambiental, social e governança representa um fator de risco significativo no processo de precificação de ações no mercado brasileiro?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

A partir da problemática proposta, o objetivo geral da pesquisa foi identificar se o desempenho relacionado às dimensões ambiental, social e governança representa um fator de risco significativo no processo de precificação de ações no mercado brasileiro, por meio da abordagem dos modelos fatoriais de Fama-French.

### 1.2.2 Objetivos específicos

De forma a atingir o objetivo proposto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- desenvolver fatores de risco *green* considerando as especificidades do mercado brasileiro, a partir da metodologia proposta por Fama e French (2015).
- determinar se os modelos fatoriais de Fama-French e os modelos que incluem o fator de risco *green* são representações adequadas dos retornos esperados das ações negociadas na bolsa de valores brasileira;
- identificar se os modelos que incluem o fator de risco *green* fornecem uma representação mais eficiente dos retornos esperados das ações negociadas no mercado brasileiro, em comparação aos modelos de três e cinco fatores de Fama-French, por meio da aplicação do teste de Gibbons, Ross e Shanken (1989);
- analisar se o fator de risco *green* é uma variável relevante na explicação dos retornos esperados de diferentes portfólios de ações, identificando a direção da relação.

### 1.3 Justificativa

A discussão acerca do papel social das empresas está presente na literatura acadêmica há, pelo menos, sete décadas, tendo o debate avançado no sentido de incorporar práticas de responsabilidade social em sua atuação, alinhadas ao objetivo de maximização do valor do negócio no longo prazo. Além da perspectiva normativa, interessada no ideal de atuação da empresa e intimamente conectada à questão de seu objetivo como entidade autônoma, neste estudo concentrou-se na abordagem empírica do ESG, ou seja, na forma como ocorrem as relações entre seus constructos na realidade.

Na perspectiva de que os mercados sejam eficientes (FAMA, 1970, 1991), todas as informações públicas relevantes sobre uma empresa refletem nas cotações de suas ações. Dessa forma, o preço pode ser considerado a expressão das expectativas e dos riscos inerentes ao negócio, fruto do comum acordo entre os agentes de mercado, com base nas informações publicamente disponíveis. Nesse sentido, os determinantes dos retornos esperados de um investimento podem ser entendidos como os atributos que são relevantes para investidores em sua tomada de decisão. Segundo Fama e French (2015), tais determinantes são fatores de risco, dado que, se os investidores são racionais, o maior retorno de um portfólio diversificado somente poderia ser justificado em razão de seu maior risco, e vice-versa.

Nesse sentido, com o presente estudo buscou-se determinar se portfólios que replicam o risco de investir em ativos com alta performance ESG compõem um fator de risco relevante na explicação dos retornos esperados de ações negociadas na bolsa de valores brasileira. Dessa forma, a pesquisa também lança luz sobre a relevância e o impacto que informações não financeiras relacionadas ao desempenho ESG têm sobre a performance dos investimentos.

Além disso, Hart e Zingales (2017) argumentam que os objetivos de maximização do valor da empresa e o controle de externalidades decorrentes de sua atuação não são usualmente separáveis. Dessa forma, para uma gestão que objetive atender aos interesses do investidor, a incorporação de práticas de responsabilidade social pode ou não ocorrer, a depender dos interesses desse agente. Portanto, identificar se fatores de risco elaborados com base no desempenho ESG são capazes de explicar os retornos esperados das ações é

também uma tentativa de responder à questão sobre se essas informações devem ser incorporadas nas decisões gerenciais.

Por fim, tem-se que a proposição de um modelo de precificação que capture adequadamente os padrões existentes nos retornos esperados dos ativos contribui para que os recursos disponíveis nos mercados de capitais sejam alocados de forma mais eficiente. King e Levine (1993) apresentam evidências de que países com alocação de capital mais eficiente tendem a ter um sistema financeiro mais desenvolvido, fatores que estão altamente correlacionados com o crescimento da economia atual e subsequente. Há, portanto, suporte teórico e empírico de que a alocação eficiente de capital contribua para o crescimento econômico de um país.

Diante do exposto, a realização desta pesquisa se justifica pelo fato de, por meio dela, buscar identificar a relevância dos fatores de risco *green* na explicação dos retornos esperados de ações negociadas na bolsa brasileira, no intuito de gerar contribuições para as decisões de investimento ao nível da empresa e ao nível da economia nacional.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: a primeira seção, introdutória, é seguida pela apresentação do referencial teórico e pela revisão da literatura empírica na seção 2; a metodologia empregada no trabalho é detalhada na seção 3; as análises realizadas são apresentadas na seção 4; na seção 5 apresentam-se as considerações finais e o estudo é concluído com as referências bibliográficas e apêndices.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Hipótese dos mercados eficientes

A hipótese dos mercados eficientes (HME), introduzida por Fama (1970), dispõe que os mercados são eficientes em relação às informações disponíveis publicamente. Em outras palavras, os preços dos ativos em um mercado eficiente devem refletir todas as informações disponíveis, não sendo possível obter consistentemente retornos acima da média de mercado utilizando-se informações que estão disponíveis publicamente. Nesse sentido, o preço de um ativo incorpora todas as informações relevantes para os investidores.

Em seu artigo, Fama (1970) apresenta três níveis de eficiência do mercado, que são os seguintes: a) eficiência fraca, que pressupõe que os preços incorporam as informações passadas e, portanto, não é possível prever o retorno de um ativo a partir dos retornos passados; b) eficiência semiforte, que testa a velocidade de ajuste dos preços dos ativos às informações públicas disponíveis e espera que decisões de investimento pautadas em novas informações públicas não levem a retornos adicionais e c) eficiência forte, que pressupõe que o mercado reflete todas as informações disponíveis, sejam elas públicas ou privadas, e, portanto, nem mesmo a prática de *insider trading* possibilitaria retornos adicionais, já que qualquer informação estaria incorporada nos preços.

Apesar das evidências favoráveis à hipótese de eficiência de mercado (FAMA, 1970, 1991), em alguns estudos foi demonstrado que existem situações específicas em que a precificação dos ativos não ocorre da forma como pressupõe determinado modelo de referência (BROWN, 2011; DEBONDT; THALER, 1985; KEIM, 1983). Uma justificativa comumente adotada é a de que os investidores não são completamente racionais em sua tomada de decisão, de modo que os preços negociados não correspondem necessariamente aos seus valores intrínsecos (KAHNEMAN; TVERSKY, 1979).

Em seu trabalho de revisão da HME, Fama (1991) discorre sobre as anomalias de mercado documentadas na literatura. Destacam-se estudos de reação excessiva a fatos relevantes, efeitos sazonais que mostram que os mercados têm desempenho superior em determinados períodos do ano de forma sistemática, autocorrelações entre retornos diários, semanais e anuais e desempenho anormal

de investidores específicos, entre outros. Apesar de considerar a existência dessas ineficiências de mercado, o autor defende que muitos dos fenômenos analisados carecem de significância estatística, defendendo que o mercado é, de modo geral, eficiente.

A HME traz importantes implicações para o processo de precificação de ativos. Espera-se, por exemplo, que investidores aloquem recursos de maneira racional, exigindo maiores retornos para investimentos com maior nível de risco, de forma que seu valor presente líquido seja zero, considerando o custo de capital associado. Nesse sentido, fatores capazes de explicar o comportamento dos preços podem ser entendidos como medidas de risco precificadas pelo mercado (FAMA; FRENCH, 1992).

## 2.2 Modelos de precificação de ativos

Markowitz (1952) e Tobin (1958) foram os pioneiros em propor o plano média-variância como um modelo para a tomada de decisão de investidores avessos ao risco. Essa abordagem considera tanto o retorno esperado quanto a variância dos retornos, e Markowitz (1952) demonstrou que é possível eliminar parte do risco ao associar ativos com níveis menores de correlação entre seus retornos.

Posteriormente, Sharpe (1964) e Lintner (1965) e Mossin (1966) incorporaram esses conceitos no modelo de precificação de ativos de capital (CAPM - *Capital Asset Pricing Model*), que utiliza o plano média-variância como base para a alocação ótima de recursos. Sob a premissa de preferências homogêneas dos investidores e ausência de fricções no mercado, o portfólio composto por todos os ativos da economia, ou o portfólio de mercado, é eficiente no plano média-variância. A equação do CAPM, que associa o retorno esperado de um ativo à sua exposição ao portfólio de mercado, é uma implicação direta dessas premissas. Assumindo a possibilidade de empréstimo e tomada de empréstimo a uma taxa livre de risco  $R_f$ , o retorno esperado do ativo  $i$  é dado por

$$E[R_i] - R_f = \beta_i(E[R_m] - R_f) \quad (1.1)$$

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)} \quad (1.2)$$

Nesta equação,  $R_f$  refere-se ao retorno do ativo livre de risco e  $R_m$ , ao retorno esperado da carteira de mercado.

Embora o CAPM seja amplamente utilizado no mercado financeiro, sua eficácia tem sido questionada devido às premissas irrealistas nas quais se baseia. Fama e French (2004) criticaram as hipóteses do modelo, argumentando que ele pressupõe que os investidores são avessos ao risco e têm preferências homogêneas, o que pode não refletir a realidade. Além disso, em estudos empíricos realizados após a publicação do CAPM foram encontradas poucas evidências de que o modelo pudesse explicar as variações nos retornos dos ativos (BANZ, 1981; BASU, 1977; FAMA; FRENCH, 1992; ROLL, 1994).

Dentro do escopo da Teoria de Precificação por Arbitragem (APT) surgiram os modelos multifatoriais como contraponto ao CAPM e suas limitações. Proposta por Ross (1976), a APT mantém a relação entre risco e retorno inicialmente proposta pelo CAPM, mas permite que outros fatores de risco sejam incorporados. Esses fatores podem incluir taxas de juros, indicadores econômicos e setoriais, entre outros.

Ao contrário do CAPM, a APT não exige a identificação do portfólio de mercado, fornecendo uma relação aproximada entre o retorno esperado de um ativo e um conjunto de fatores não identificados. Essa relação pode ser expressa por meio de uma equação de regressão múltipla que estima os coeficientes dos fatores de risco para determinar o retorno esperado de um ativo. A hipótese proposta pela APT é passível de rejeição apenas considerando a possibilidade de arbitragem entre os ativos. Partindo da premissa de mercados eficientes e sem fricções, o processo gerador de retornos para esses ativos pode ser definido como

$$R_i = a_i + \mathbf{b}'_i \mathbf{f} + \epsilon_i \quad (2.1)$$

$$E[\epsilon_i | \mathbf{f}] = 0 \quad (2.2)$$

$$E[\epsilon_i^2] = \sigma_i^2 \leq \sigma^2 \leq \infty \quad (2.3)$$

Nesta equação,  $R_i$  representa o retorno do ativo  $i$ ;  $a_i$  é o intercepto do modelo

fatorial;  $\mathbf{b}_i$  é um vetor de sensibilidades para o ativo  $i$  em relação aos fatores comuns e  $\epsilon_i$  é o termo de erro. O vetor  $\mathbf{f}$  é um vetor ( $K \times 1$ ) de fatores comuns.

Os modelos multifatoriais possibilitaram uma evolução significativa na análise de risco e retorno dos ativos financeiros, permitindo que mais de um fator seja levado em consideração na precificação de um ativo, o que proporciona maior precisão na estimativa do retorno esperado. Além disso, a incorporação de outras variáveis aos modelos de fatores comuns, como tamanho da empresa, relação valor patrimonial-preço de mercado, momento, lucratividade e investimento, permite que sejam capturadas nuances importantes do mercado financeiro que o CAPM não é capaz de explicar. O modelo de três fatores de Fama e French (1992) foi um dos primeiros a incorporar outras dimensões além do risco sistemático na análise de investimentos, seguido pelo modelo de quatro fatores de Carhart (1997) e, mais recentemente, pelo modelo de cinco fatores de Fama e French (2015).

### 2.2.1 Modelos de três fatores de Fama-French

Os modelos multifatoriais surgiram no contexto da APT e buscavam incorporar dimensões adicionais ao fator de mercado no processo de explicação dos retornos médios das empresas. Essa abordagem busca incorporar dimensões adicionais ao fator de mercado, a fim de explicar a variação nos retornos. Diversos estudos já haviam demonstrado a existência de anomalias no processo de precificação de ativos, como evidenciado por Basu (1977), Banz (1981), Keim (1983), DeBondt e Thaler (1985) e Jegadeesh e Titman (1993). Assim, Fama e French (1993) propuseram uma reavaliação do CAPM, incorporando dois fatores adicionais relacionados ao tamanho da empresa e à relação valor patrimonial-preço de mercado (*book-to-market* ou B/M), por meio do modelo de três fatores.

$$R_{it} - R_{ft} = a_i + b_i(R_{mt} - R_{ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + \epsilon_{it} \quad (3)$$

Nesse modelo, o termo *SMB* representa o fator que captura o risco relacionado ao tamanho da empresa, mensurado pela diferença nos retornos entre portfólios de empresas de pequena capitalização e portfólios de empresas de grande capitalização. Já o termo *HML* representa o fator que captura o risco relacionado à



dimensão valor, medido pela diferença nos retornos entre portfólios compostos por empresas com alta e baixa relação B/M (valor patrimonial/preço de mercado).

Os estudos realizados permitiram constatar que os fatores tamanho e valor apresentam prêmios de risco, visto que tais estratégias apresentam retornos acima do esperado pelo modelo de fator único (CAPM) (FAMA; FRENCH, 1993, 1996). O prêmio de valor refere-se ao retorno ajustado ao risco de uma estratégia que compra empresas de valor, como aquelas com alta relação B/M, e vende empresas de crescimento, como no caso de empresas com baixa relação B/M. Estudos empíricos sugerem que esse fator é, em geral, significativo nos mercados dos Estados Unidos, da Europa, da Ásia-Pacífico e do Japão (FAMA; FRENCH, 2017), embora existam indícios de que sua capacidade explicativa tenha diminuído nas últimas décadas (FAMA; FRENCH, 2021). Já o prêmio de tamanho replica uma estratégia de investimento que compra empresas de menor capitalização de mercado e vende empresas de grande capitalização, e também tem sido considerado relevante em diversos mercados internacionais (FAMA; FRENCH, 2017).

### 2.2.2 Modelo de cinco fatores de Fama-French

Apesar de proporcionar um modelo mais adequado na explicação dos retornos esperados das ações em comparação ao CAPM, o modelo de três fatores de Fama-French foi criticado por não explicar o comportamento anômalo observado em algumas estratégias, especialmente aquelas baseadas no fator momento (CARHART, 1997), no fator liquidez (PÁSTOR; STAMBAUGH, 2003), no fator lucratividade (NOVY-MARX, 2013) e no fator investimento (AHARONI; GRUNDY; ZENG, 2013).

Fama e French (2015) argumentam que a relação *book-to-market* é uma medida indireta do nível de lucratividade e investimento da empresa. Essa afirmação pode ser demonstrada por meio da adaptação do modelo de dividendos descontados de Gordon e Shapiro (1956) e do modelo de avaliação de Miller e Modigliani (1961). O modelo de dividendos descontados de Gordon e Shapiro (1956) estabelece que o valor de mercado de uma empresa é igual ao somatório do fluxo de dividendos futuros, dividido pela taxa de retorno exigida pelos acionistas,

$$m_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} E(d_t - \tau)/(1+r)^\tau \quad (4.1)$$

sendo  $E(d_t - \tau)$  o dividendo esperado por ação para o período  $t + \tau$ , e  $r$  a taxa interna de retorno exigida pelos acionistas.

Com base na equação (4.1), os autores postulam que, caso duas empresas no tempo  $t$  possuam os mesmos dividendos esperados, mas sejam negociadas a preços diferentes, a ação com o menor preço terá um retorno esperado maior. Dado um processo de precificação racional, presume-se que o fluxo de dividendos dessa empresa seja mais arriscado (FAMA; FRENCH, 2015).

A partir da equação (4.1) é possível obter o valor total de mercado  $M_t$  para a ação de uma empresa, considerando o modelo de avaliação de Miller e Modigliani (1961):

$$M_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} E(Y_{t+\tau} - dB_{t+\tau})/(1+r)^\tau \quad (4.2)$$

Nesta equação,  $Y_{t+\tau}$  representa o lucro total para o período  $t + \tau$ , enquanto  $dB_{t+\tau} = B_{t+\tau} - B_{t+\tau-1}$  é a variação no patrimônio total. Dividindo-se ambos os lados da equação pelo valor do patrimônio líquido,  $B_t$ , obtém-se a equação que serve de base para o modelo de cinco fatores:

$$\frac{M_t}{B_t} = \frac{\sum_{\tau=1}^{\infty} E(Y_{t+\tau} - dB_{t+\tau})/(1+r)^\tau}{B_t} \quad (4.3)$$

A equação (4.3) implica que 1) tudo o mais constante, um menor valor de  $M_t$ , ou, de forma equivalente, um maior valor de  $B_t/M_t$ , exige uma maior taxa de retorno esperada; 2) mantendo todas as variáveis constantes, exceto a expectativa de lucro e retorno, há relação direta entre maiores expectativas de lucro e maiores retornos esperados e 3) para valores fixos de  $B_t$ ,  $M_t$  e lucros esperados, maior crescimento no patrimônio total (nível de investimento) exige menor retorno esperado.

Com base no exposto e considerando as evidências apresentadas por Novy-Marx (2013) e Titman, Wei e Xie (2004), Fama e French (2015) sugerem a inclusão

de dois fatores adicionais no modelo de três fatores para levar em conta as dimensões de lucratividade e investimento das empresas.

$$R_{it} - R_{ft} = a_i + b_i(R_{mt} - R_{ft}) + s_iSMB_t + h_iHML_t + r_iRMW_t + c_iCMA_t + \epsilon_{it} \quad (5)$$

Nesta equação,  $RMW_t$  representa o diferencial de retornos entre portfólios diversificados de empresas com alta lucratividade e empresas com baixa lucratividade (*robust minus weak*), enquanto  $CMA_t$  representa o diferencial de retornos entre portfólios diversificados de empresas com baixo nível de investimento e alto nível de investimento (*conservative minus aggressive*).

### **2.3 Responsabilidade social corporativa e o modelo de investimento sustentável**

A crescente adoção de métricas de desempenho ESG na gestão de empresas tem sua origem na ampliação do debate acadêmico sobre a responsabilidade social corporativa (RSC). Nesta seção, são apresentadas breves exposições sobre a evolução da RSC como constructo teórico e sobre o modelo de investimento sustentável em equilíbrio, proposto por Pástor, Stambaugh e Taylor (2021).

De acordo com Lozano, Carpenter e Huisinigh (2015), a RSC é caracterizada como o conjunto de atividades empresariais que, de forma proativa, buscam contribuir para o equilíbrio sustentável, considerando diferentes dimensões, tais como a econômica, a ambiental e a social e seu inter-relacionamento com dimensões internas da empresa e diferentes agentes relacionados ao negócio.

A evolução do campo ocorre preponderantemente no período pós-guerra, no que é conhecido como era moderna da RSC (CARROLL, 1999). No Quadro 1 apresenta-se um resumo das principais contribuições teóricas para a temática nas últimas décadas.

**Quadro 1 - Publicações relevantes sobre RSC**

	<b>Publicação</b>	<b>Principais contribuições</b>
1950-1959	Bowen (1953)	Proposição das responsabilidades sociais da empresa; definição da RSC como o conjunto de obrigações que os gestores têm na implementação de políticas e na tomada de decisão, que são desejáveis no contexto dos valores e objetivos da sociedade.
	Eells (1956) e Selekman (1959)	Exploram o conceito de RSC como uma resposta às expectativas dos trabalhadores.
1960-1969	Davis (1960, 1967)	Define responsabilidade social corporativa como “as decisões dos gestores em agir por razões, ao menos em parte, além dos interesses econômicos diretos e técnicos da empresa” (DAVIS, 1960, p. 70, tradução nossa); a responsabilidade social amplia a visão de uma pessoa para o sistema social total.
	Friedman (1962)	O principal argumento do autor é o de que a incursão da empresa em práticas sociais atenta contra os objetivos financeiros do acionista.
1970-1979	Heald (1970)	A definição do escopo de RSC não deve pautar-se exclusivamente no significado conferido e em práticas realizadas pelos próprios executivos, concentradas em programas de filantropia e relações comunitárias.
	Baumol et al. (1970)	Propõem uma reconciliação entre a RSC e o paradigma econômico predominante; a deterioração da sociedade na qual a empresa está inserida afeta grupos relacionados, bem como seus clientes.
	Carroll (1979)	Define RSC como atividades que englobam “as expectativas econômicas, legais, éticas e discricionárias que a sociedade tem sobre as organizações em um determinado momento” (CARROLL, 1979, p. 500, tradução nossa). Apresenta o conceito de <i>Performance Social Corporativa</i> .
1980-1989	Freeman (1984)	A RSC é vista como uma série de ações da empresa frente a grupos específicos, relacionados ao negócio, tais como fornecedores, clientes, empregados, acionistas, comunidade, entre outros.
	Wartick e Cochran (1985)	Definição do escopo da RSC através de três dimensões: princípios, processos e políticas; a performance social da empresa é percebida em três níveis: legitimidade (nível institucional), responsabilidade pública (nível organizacional) e gestão discricionária (nível individual). Seu objetivo é fornecer objetivos gerenciais mais claros.
1990-2000	Wood (1991)	Busca conciliar essa posição teórica com outras teorias dos estudos organizacionais, como a teoria institucional e a teoria do <i>stakeholder</i> , entre outras.
	Jones (1995)	Propõe uma análise instrumental que relaciona o modelo da RSC da teoria do <i>stakeholder</i> com outras teorias das empresas, com foco no poder preditivo e na consequência da implementação das ações de responsabilidade social pelas empresas.
	Burke e Logsdon (1996) e Hart (1997)	Descrevem o relacionamento entre práticas de RSC e benefícios estratégicos obtidos com tais ações, por meio de cinco dimensões, a saber, centralidade, especificidade, proatividade, voluntarismo e visibilidade; RSC como uma possível vantagem competitiva.
2000-2010	Porter e Kramer (2006)	Introduzem o conceito de valor compartilhado como aquele obtido por meio da implementação de práticas de RSC alinhadas aos objetivos do negócio capazes de gerar oportunidades, inovação e vantagens competitivas para a empresa, bem como agregar valor à sociedade.
2010-atual	Alvarez et al. (2020)	A empresa incorpora o <i>stakeholder</i> como parte demandante de seus esforços, em que os executivos “recebem” o direito de gerenciá-la caso atendam aos interesses dos múltiplos grupos relacionados.

Fonte: Elaboração própria.

Assim, a RSC desenvolve-se como um conjunto de ações que uma empresa executa para se responsabilizar pelos impactos sociais e ambientais de suas operações, bem como para contribuir para o desenvolvimento da sociedade na qual está inserida. Por sua vez, o ESG é uma referência aos critérios utilizados para mensurar o desempenho de uma empresa em três principais áreas: ambiental, social e governança. Embora haja alguma relação entre esses termos, seus conceitos e aplicações são distintos, pois a RSC concentra-se nas ações corporativas em si, enquanto o ESG foca na avaliação e na classificação do desempenho sustentável da organização em diversas áreas de atuação.

Em seu modelo de investimento sustentável em equilíbrio, Pástor, Stambaugh e Taylor (2021) descrevem como o processo gerador de retornos de uma ação é afetado em um mercado no qual o desempenho ESG é um atributo relevante para os investidores em suas decisões de investimento. Segundo o modelo, as empresas diferem quanto ao nível de sustentabilidade de suas atividades, sendo que as empresas sustentáveis geram externalidades positivas e, de forma análoga, as empresas não sustentáveis geram externalidades negativas. Os agentes na economia diferem quanto às suas preferências por ESG, de forma que sua função utilidade deriva da exposição a ativos sustentáveis. Além disso, os agentes preocupam-se com o impacto social agregado das empresas e seu desempenho financeiro.

Os autores mostram que as preferências por ESG dos agentes na economia são capazes de afetar o preço dos ativos. Indivíduos com preferências sustentáveis aceitam pagar mais por ativos de melhor performance ESG, reduzindo o custo de capital dessas empresas. Ativos sustentáveis têm alfas negativos no CAPM, enquanto ativos não sustentáveis têm alfas positivos. Dessa forma, agentes com preferências por ESG tendem a criar portfólios com retornos esperados menores, mas que geram maior utilidade, graças à posse de ativos sustentáveis.

O modelo de investimento sustentável implica na construção de três portfólios, nos quais os investidores realizam suas aplicações de acordo com suas preferências: o portfólio de mercado, o ativo livre de risco e o portfólio ESG. Agentes com altas preferências ESG aumentam sua participação em ativos sustentáveis e reduzem sua participação em ativos não sustentáveis. Investidores com baixas preferências ESG posicionam-se em sentido contrário. Investidores com preferências médias aplicam no portfólio de mercado.

Mudanças inesperadas nas preferências ESG dos agentes tendem a afetar a performance de tais portfólios. Dessa forma, quando indivíduos e investidores mudam suas preferências por produtos e investimentos sustentáveis de forma inesperada e expressiva, empresas sustentáveis performarão melhor que empresas não sustentáveis, apesar de terem retornos esperados mais baixos.

Nesse sentido, Pástor, Stambaugh e Taylor (2021) propõem, por meio do seu modelo, como deve ser o comportamento de mercado para investidores que consideram critérios ESG em sua tomada de decisão: em equilíbrio, empresas sustentáveis terão retornos esperados menores que empresas não sustentáveis, contudo, com os investidores beneficiando-se de aumento na sua utilidade em decorrência de manterem seu portfólio de interesse. Em contrapartida, quando as preferências não são estáveis, empresas sustentáveis podem performar melhor que empresas não sustentáveis, em decorrência de choques de mercado que provocam mudanças no interesse sobre ESG entre os agentes.

Definindo impacto social como o produto do tamanho da empresa pela sua performance ESG, os mesmos autores evidenciam que o modelo de investimento sustentável impacta positivamente a sociedade de duas formas: primeiro, empresas tendem a se tornarem sustentáveis porque empresas sustentáveis têm maior valor de mercado; segundo, empresas não sustentáveis buscarão reduzir seu custo de capital, tornando-se, então, mais responsáveis.

Portanto, o investimento sustentável em equilíbrio pode ser visto como um processo benéfico para investidores com preferências ESG por aumentar sua utilidade ao manter ações de empresas sustentáveis, alinhadas aos seus interesses não pecuniários e, com isso, contribuir para que essas empresas obtenham menor custo de capital. Além disso, investidores com interesses exclusivamente financeiros também se beneficiam obtendo retornos superiores no longo prazo ao investirem em empresas não sustentáveis, podendo se favorecerem também pela conversão destas em empresas sustentáveis.

Cornell (2021) argumenta no mesmo sentido, pontuando que a preferência dos investidores por ESG pode ser um reflexo de seus interesses não pecuniários, além de que esses investimentos atuam como uma espécie de *hedge* contra choques climáticos ou alterações no ambiente regulatório, tornando-os, assim, menos arriscados.

## 2.4 Revisão da literatura empírica

Nas últimas décadas, a discussão acadêmica e gerencial em torno da responsabilidade social corporativa impulsionou um aumento no volume de pesquisas que visam relacionar diferentes aspectos da atividade empresarial com seu desempenho ESG. Especificamente, alguns autores procuraram tratar o desempenho ESG, de forma agregada ou individual, como um fator de risco em modelos de precificação de ativos, abordagem semelhante à adotada no presente estudo. Nesta subseção apresenta-se uma síntese dos resultados de diversos estudos que buscam identificar se o desempenho ESG é um atributo relevante nas decisões de investimento.

Lioui e Tarelli (2022) propõem uma metodologia de construção de fatores que permite maior comparabilidade entre as abordagens baseadas em regressões de séries temporais e regressões de corte transversal. Considerando empresas norte-americanas no período entre 1992 e 2021, os autores encontraram evidências de que empresas de alta avaliação ESG superam empresas de baixa avaliação nas últimas três décadas; há grande variação do alfa da carteira ESG ao longo do tempo, afetada por questões relacionadas à aversão ao risco de investidores e preferências por ESG; os alfas normalmente convergem para valores negativos ao fim da série, quando considerado uma variável que leva em conta o nível de atenção recebida pelo constructo ESG, em linha com previsões do modelo de equilíbrio de Pástor, Stambaugh e Taylor (2021) e as diferenças nas avaliações ESG entre provedores implicam em diferenças significativas na performance dos fatores ESG.

Considerando o mercado europeu, Maiti (2021) incorporou fatores ESG, agregados e individualmente, ao modelo de três fatores de Fama e French (1993), identificando que essa inclusão aumenta a capacidade explicativa dos modelos de forma significativa. Seus resultados sugerem que o ESG pode ser interpretado como um fator de risco adicional em modelos de precificação de ativos. De forma semelhante, Jarjir, Nasreddine e Desban (2022) encontraram evidências de um prêmio de risco associado à baixa avaliação ESG para o mercado europeu, entre os anos de 2002 e 2015.

Em uma meta-análise envolvendo 50 estudos empíricos publicados em periódicos de relevância em finanças, entre os anos de 2015 e 2020, Atz, Van Holt e

Liu (2020) argumentam que o retorno financeiro superior de estratégias ESG não é tão evidente como sugerem a literatura gerencial e publicações de outras áreas da gestão. Para estes autores, o diferencial de retornos não é estatisticamente significativo, em comparação com um *benchmark*, apresentando também resultados conflitantes dentro do mesmo estudo.

Ilhan, Sautner e Vilkov (2021) demonstraram que o risco associado às emissões de carbono de uma empresa é capturado na precificação de suas opções, de forma que empresas com maior volume de emissões exibem maior risco de cauda e maior variância dos retornos. Avramov et al. (2021) encontraram evidências de que o nível de incerteza em relação à avaliação ESG da empresa pode explicar os resultados variados do desempenho de portfólios ESG em estudos anteriores, influenciando a função demanda dos investidores e a relação risco-retorno, entre outras implicações. Seus resultados estão alinhados a argumentos anteriores de que a falta de um padrão de avaliação e divulgação de informações ESG colabora para resultados inconclusivos dentro da temática.

Clark e Viehs (2014) e Reverte (2012) argumentam que, apesar de possíveis erros de mensuração e estimação de tais métricas, empresas com alta performance ESG estão usualmente relacionadas a menores custos de financiamento, tanto por capital próprio quanto por capital de terceiros, o que está de acordo com o modelo proposto por Pástor, Stambaugh e Taylor (2021).

No que se refere à participação de empresas sustentáveis em portfólios de investimento, Quirós, Quirós e Nogueira (2019) encontraram evidências de que *Exchange Traded Funds* (ETFs) compostos por empresas socialmente responsáveis podem obter maiores retornos ajustados ao risco em comparação com o mercado, principalmente aqueles com focos em aspectos ESG de condições de trabalho, crescimento econômico, indústria, inovação e infraestrutura.

Considerando a performance de fundos, Hartzmark e Sussman (2019) e Durán-Santomil et al. (2019) evidenciaram que fundos de investimentos, norte-americanos e europeus, respectivamente, classificados como altamente sustentáveis, recebem um fluxo positivo de recursos e fundos classificados como pouco sustentáveis têm saída de recursos. Na perspectiva do modelo de investimento sustentável, esse impacto somente seria possível se essa avaliação fosse inesperada e relevante, afetando as preferências dos investidores, o que é



uma hipótese bastante plausível, uma vez que o surgimento de empresas de avaliação ESG é relativamente recente.

Por outro lado, há estudos que não comprovam a existência de relação entre as práticas sustentáveis corporativas e as métricas contábeis ou de mercado. Halbritter e Dorfleitner (2015) exploraram o desempenho de portfólios pautados em diferentes provedores de informação sobre performance ESG para o mercado norte-americano, entre os anos de 1991 e 2012, não encontrando diferenças significativas de performance entre os ativos com boas classificações e más classificações. De forma similar, portfólios compostos por títulos de renda fixa de empresas europeias com base em critérios ESG não apresentaram performance significativamente diferente entre títulos altamente bem avaliados e títulos mal avaliados (PEREIRA; CORTEZ; SILVA, 2019).

Dentro do escopo proposto, é limitado o volume de estudos voltados especificamente ao mercado brasileiro. Utilizando dados de 106 empresas brasileiras, entre os anos de 2015 e 2019, Schleich (2021) buscou identificar o impacto da performance ESG em métricas de desempenho contábil. Os resultados indicam que pode existir um relacionamento negativo entre ESG e o desempenho de mercado. Henriques e Yoshinaga (2021) avaliaram a performance de portfólios construídos com base em critérios ESG, compostos por ações negociadas na bolsa brasileira, constatando que portfólios que compram empresas de alta avaliação e vendem empresas de baixa avaliação não oferecem retornos anormais para nenhuma das dimensões ESG.

Dessa forma, os estudos sobre o impacto do desempenho ESG nas decisões de investimento apresentam resultados contraditórios, indicando que as evidências científicas ainda não são conclusivas. Essa variabilidade nos resultados pode ser explicada por diferentes fatores, como a forma de mensuração e divulgação do desempenho ESG, a dimensão que está sendo considerada (ambiental, social, governança), o setor de atuação da empresa e aspectos legais do mercado.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Caracterização da pesquisa**

A presente pesquisa tem caráter quantitativo e classifica-se, quanto aos seus objetivos, como descritiva e explicativa, uma vez que se concentra na compreensão do processo de precificação do desempenho ESG no mercado brasileiro de ações. Além disso, trata-se de uma pesquisa correlacional que busca identificar o nível de associação entre fatores de risco *green* e os retornos esperados dos portfólios. Quanto à sua natureza, caracteriza-se como *ex post facto*, uma vez que utiliza dados passados, imutáveis, para a identificação e a análise do fenômeno em questão (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

### **3.2 Delimitação da amostra e procedimento de coleta de dados**

As unidades de análise do presente estudo são portfólios constituídos pelas empresas brasileiras de capital aberto com ações negociadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), entre o período de setembro de 2010 e fevereiro de 2023, incluindo empresas que fecharam o capital nesse período, visando minimizar problemas ocasionados pelo viés de sobrevivência. Para a construção dos referidos portfólios foram utilizados dados contábeis e de mercado das ações entre o período de dezembro de 2009 a dezembro de 2021. A justificativa para a definição desse período é que nele se verificou um crescimento significativo do número de empresas listadas na bolsa brasileira e avaliadas quanto aos critérios ESG, aspectos relevantes para a formação de portfólios diversificados utilizados nos testes empregados na pesquisa.

Do universo de ações negociadas no período mencionado foram extraídas duas amostras. A primeira amostra foi destinada à construção dos cinco fatores de risco de Fama e French (2015), sendo aplicada, como critérios de seleção, a disponibilidade de informações de: 1) retorno mensal da ação para ao menos um mês após a formação do portfólio, ajustado para proventos; 2) capitalização de mercado em 31 de dezembro do ano anterior à formação do portfólio; 3) valor contábil positivo do patrimônio líquido em 31 de dezembro do ano anterior à formação do portfólio; 4) valor contábil do ativo total em 31 de dezembro dos dois

anos anteriores à formação do portfólio; 5) lucro operacional contábil em 31 de dezembro do ano anterior à formação do portfólio e 6) volume médio diário de negociação superior a R\$ 100 mil, no ano anterior à formação do portfólio.

A segunda amostra destinou-se à construção dos quatro fatores de risco *green*, exigindo que, além dos critérios mencionados no parágrafo anterior, a ação apresentasse avaliação de desempenho em relação aos seguintes atributos: desempenho ambiental, social e de governança, de forma agregada (pontuação ESG), desempenho ambiental (pontuação ENV), desempenho social (pontuação SOC) e desempenho de governança (pontuação GOV). A seleção final da primeira amostra consistiu em 312 ações, enquanto a segunda amostra compôs-se de 148 ações.

Ressalta-se que empresas do setor financeiro (bancos, seguradoras e assemelhados) não foram excluídas das amostras, pois sua exclusão teve impacto não significativo (resultados não reportados). Para empresas com mais de uma espécie de ação disponível para negociação selecionou-se aquela de maior liquidez. Os dados contábeis, de mercado e pontuações ESG foram extraídos do provedor de informações financeiras Refinitiv ou do *site* da B3. Por sua vez, seu respectivo tratamento e análise foram realizados com o auxílio do *software* R.

### 3.3 Tratamento das taxas de retorno dos ativos

As taxas de retorno dos portfólios de teste e dos portfólios de risco construídos são calculadas mensalmente a partir dos retornos das ações que os compõem. Além disso, foram adotados retornos discretos, em consonância com os trabalhos de Fama e French (1993, 2015). Embora a utilização de retornos contínuos seja recomendada devido às suas propriedades estatísticas, seu uso no processo de formação de portfólios pode resultar em taxas de retornos aproximadas. Já a utilização de retornos discretos permite o cálculo exato das taxas de retorno dos portfólios (TSAY, 2010 p. 5).

$$R_{it} = R_{it}^* - R_{ft} \quad (6)$$

$$R_{pt} = \sum_{i=1}^n \frac{F_{it}}{F_{pt}} (R_{it}) \quad (6.1)$$

sendo  $R_{it}$  a taxa de retorno em excesso da ação  $i$  no período  $t$ ;  $R_{it}^*$  a taxa de retorno da ação  $i$  no período  $t$ ;  $R_{ft}$  a taxa de retorno do ativo livre de risco;  $R_{pt}$  a taxa de retorno em excesso do portfólio  $p$  no período  $t$ ;  $F_{it}$  o fator de ponderação da ação  $i$  no período  $t$  e  $F_{pt}$  a soma dos fatores de ponderação do portfólio  $p$  no período  $t$ . Como *proxy* para o ativo livre de risco foi utilizado o Certificado de Depósito Interbancário (CDI), de forma semelhante à abordagem adotada por Maciel et al. (2021).

As séries de retornos das ações foram submetidas ao processo de winsorização, a 1%, com o objetivo de reduzir o impacto de observações extremas (*outliers*) no processo de estimação dos coeficientes dos modelos. Tukey (1962) demonstra que o processo de winsorização consiste em substituir possíveis *outliers* pelo valor de um percentil da distribuição definido previamente. A opção pelo processo de winsorização está pautada nas evidências de que os modelos fatoriais são afetados pela presença de observações extremas no mercado brasileiro (ARONNE; GROSSI; BRESSAN, 2020).

### 3.4 Variáveis independentes – fatores de risco

As variáveis independentes ou fatores *right-hand-side* (RHS) são portfólios que replicam o desempenho obtido por se investir em ações com uma determinada característica de interesse. No presente estudo consideraram-se dois grupos de fatores de risco: cinco fatores de risco de Fama e French (2015), que são empregados como variáveis de controle nos modelos e quatro fatores *green*, elaborados com base na pontuação das ações nas dimensões ambiental (ENV), social (SOC), governança (GOV) e agregada (ESG). A construção dos fatores de risco seguiu a conhecida metodologia de Fama e French (1993, 2015), com pequenas adaptações necessárias ao caso brasileiro, apresentadas nas subseções a seguir.

### 3.4.1 Fatores de risco de Fama-French

Os fatores de risco de Fama-French são portfólios que replicam o desempenho – e conseqüentemente o risco – de se investir em ações com determinado atributo. Os autores identificaram que o tamanho da empresa, sua relação *book-to-market* (B/M), seu nível de lucratividade e investimento são características relevantes no processo de precificação das ações. Essas características são utilizadas para a formação de portfólios que, conjuntamente com o portfólio de mercado do CAPM, dão origem aos cinco fatores de risco propostos pelos autores. A operacionalização das variáveis segue as diretrizes apresentadas por Fama e French (2015), com as mesmas adaptações ao caso brasileiro implementadas por Maciel et al. (2021).

**Tabela 1 – Definição e operacionalização das variáveis subjacentes**

Variável	Fórmula	Descrição
<b>Tamanho (valor de mercado)</b>	$M_{it} = P_{it} \times N_{it}$	$M_{it}$ : valor de mercado da ação $i$ no período $t$ ; $P_{it}$ : preço da ação $i$ no período $t$ ; $N_{it}$ : número de ações $i$ no período $t$ .
<b>Relação book-to-market (B/M)</b>	$B/M_{it} = \frac{PL_{i,dez(t-1)}}{M_{i,dez(t-1)}}$	$B/M_{it}$ : relação <i>book-to-market</i> da ação $i$ no período $t$ ; $PL_{i,dez(t-1)}$ : valor do patrimônio líquido da empresa $i$ em 31 de dezembro do ano $t - 1$ , sendo $t$ o ano de formação do portfólio; $M_{i,dez(t-1)}$ : valor de mercado da empresa $i$ em 31 de dezembro do ano $t - 1$ , sendo $t$ o ano de formação do portfólio.
<b>Lucratividade</b>	$LUC_{it} = \frac{LO_{i,dez(t-1)}}{PL_{i,dez(t-1)}}$	$LUC_{it}$ : percentual de lucratividade da empresa $i$ no período $t$ ; $LO_{i,dez(t-1)}$ : valor do lucro operacional da empresa $i$ em 31 de dezembro do ano $t - 1$ , sendo $t$ o ano de formação do portfólio; $PL_{i,dez(t-1)}$ : valor do patrimônio líquido da empresa $i$ em 31 de dezembro do ano $t - 1$ , sendo $t$ o ano de formação do portfólio.
<b>Investimento</b>	$INV_{it} = \frac{(AT_{i,dez(t-1)} - AT_{i,dez(t-2)})}{AT_{i,dez(t-1)}}$	$INV_{it}$ : percentual de investimento da empresa $i$ no período $t$ ; $AT_{i,dez(t-1)}$ : valor contábil do ativo total da empresa $i$ em 31 de dezembro do ano $t - 1$ , sendo $t$ o ano de formação do portfólio; $AT_{i,dez(t-2)}$ : valor contábil do ativo total da empresa $i$ em 31 de dezembro do ano $t - 2$ , sendo $t$ o ano de formação do portfólio.

Fonte: Adaptado de Fama e French (2015) e Maciel et al. (2021).

Anualmente, no início do mês de junho de cada ano entre 2010 e 2022, a amostra composta por 312 ações foi classificada em ordem crescente, de acordo com seu tamanho, relação B/M, lucratividade e investimento em 31 de dezembro do ano anterior. A exigência de um intervalo de cinco meses entre a data das

informações contábeis ou de mercado e a formação do portfólio tem como objetivo evitar o viés de antecipação e é amplamente utilizada na literatura de referência (HOU; XUE; ZHANG, 2020).

Após a ordenação, as ações foram divididas em dois grupos com base em seu tamanho, adotando-se como critério de divisão a mediana da capitalização de mercado no período. Dessa forma, teve origem um grupo de ações com baixo valor de mercado, denominado *small* (S) e outro integrado por ações de alto valor de mercado, denominado *big* (B).

Seguindo o mesmo processo, as ações foram classificadas anualmente em dois grupos de acordo com sua relação B/M, lucratividade e investimento, considerando como ponto de divisão a mediana de cada variável no período. Nesse contexto, o grupo de ações inserido na primeira (segunda) metade assume os menores (maiores) valores para a característica considerada. Os seis portfólios foram nomeados como *low* (L) e *high* (H), para a relação B/M; *weak* (W) e *robust* (R), para lucratividade e *conservative* (C) e *agressive* (A), para investimento.

Os cinco fatores de risco foram construídos a partir das variáveis apresentadas na Tabela 1, seguindo os procedimentos expostos na Tabela 2. Essa metodologia é similar à empregada por Fama e French (2015) na construção de seus fatores 2 x 2. A taxa de retorno de cada portfólio é calculada mensalmente a partir dos retornos em excesso das ações que o compõem, ou seja, deduzidos do retorno do CDI, ponderados pela capitalização de mercado de cada ação.

Em resumo, o portfólio de mercado (MKT) acompanha o desempenho de todas as ações disponíveis para negociação em excesso ao ativo livre de risco. Já o portfólio *small minus big* (SMB) é uma estratégia que consiste em comprar ações de baixa capitalização de mercado e vender ações de grande capitalização de mercado. O portfólio *high minus low* (HML) segue uma estratégia que consiste em comprar ações de valor com relações B/M mais elevadas e vender ações de crescimento com menor relação B/M. O portfólio *robust minus weak* (RMW) representa uma estratégia de investimento comprada em ações com alto nível de lucratividade e vendida em ações com baixo nível de lucratividade. Finalmente, o portfólio *conservative minus aggressive* (CMA) replica o desempenho de um portfólio comprado em ações com baixo nível de investimento e vendido em ações com nível de investimento agressivo.

Os fatores de risco HML, RMW e CMA são construídos de modo a serem parcialmente neutros ao atributo tamanho da empresa. Por exemplo, o desempenho do portfólio *conservative* (composto por ações com baixo nível de investimento) é calculado a partir da média dos desempenhos dos portfólios de ações com nível de investimento conservador e baixa capitalização de mercado e ações com nível de investimento conservador e alta capitalização de mercado,  $\bar{R}_C = (SC_t + BC_t)/2$ .

**Tabela 2 – Operacionalização dos fatores de risco de Fama e French (2015)**

Fator de Risco	Fórmula
<p><b>MKT (7): Fator de mercado.</b> Dado pela diferença entre os retornos médios ponderados pelo valor de mercado de todas as ações presentes na amostra no período <math>t</math> (<math>R_{MKT,t}</math>) e o retorno mensal do Certificado de Depósito Interbancário – CDI no período <math>t</math>, (<math>R_{CDI,t}</math>).</p>	$MKT = R_{MKT,t} - R_{CDI,t} \quad (7)$
<p><b>SMB (8): Fator <i>small minus big</i>.</b> Diferença entre o retorno médio ponderado pelo valor de mercado dos portfólios <i>small</i> (8.1) e <i>big</i> (8.2);  <math>SL_t</math>, <math>SH_t</math>, <math>SW_t</math>, <math>SR_t</math>, <math>SC_t</math> e <math>SA_t</math> referem-se ao retorno dos seis portfólios formados pela intersecção entre ações de baixa capitalização e os dois percentis das variáveis relação B/M, lucratividade e investimento, respectivamente;  <math>BL_t</math>, <math>BH_t</math>, <math>BW_t</math>, <math>BR_t</math>, <math>BC_t</math> e <math>BA_t</math> referem-se ao retorno dos seis portfólios formados pela intersecção entre ações de alta capitalização e os dois percentis das variáveis relação B/M, lucratividade e investimento, respectivamente.</p>	$SMB = \bar{R}_S - \bar{R}_B \quad (8)$ $\bar{R}_S = \frac{\left( \begin{matrix} SL_t + SH_t + \\ SW_t + SR_t + \\ SC_t + SA_t \end{matrix} \right)}{6} \quad (8.1)$ $\bar{R}_B = \frac{\left( \begin{matrix} BL_t + BH_t + \\ BW_t + BR_t + \\ BC_t + BA_t \end{matrix} \right)}{6} \quad (8.2)$
<p><b>HML (9): Fator <i>high minus low</i>.</b> Diferença entre o retorno médio ponderado pelo valor de mercado dos portfólios <i>high</i> (9.1) e <i>low</i> (9.2).  <math>SH_t</math> e <math>BH_t</math> referem-se ao retorno de portfólios compostos por ações de alta relação B/M e de baixa capitalização e ações de alta relação B/M e de alta capitalização, respectivamente;  <math>SL_t</math> e <math>BL_t</math> referem-se ao retorno de portfólios compostos por ações de baixa relação B/M e de baixa capitalização e ações de baixa relação B/M e de alta capitalização, respectivamente.</p>	$HML = \bar{R}_H - \bar{R}_L \quad (9)$ $\bar{R}_H = \frac{SH_t + BH_t}{2} \quad (9.1)$ $\bar{R}_L = \frac{SL_t + BL_t}{2} \quad (9.2)$
<p><b>RMW (10): Fator <i>robust minus weak</i>.</b> Diferença entre o retorno médio ponderado pelo valor de mercado dos portfólios <i>robust</i> (10.1) e <i>weak</i> (10.2).  <math>SR_t</math> e <math>BR_t</math> referem-se ao retorno de portfólios compostos por ações de alta lucratividade e de baixa capitalização e ações de alta lucratividade e de alta capitalização, respectivamente;  <math>SW_t</math> e <math>BW_t</math> referem-se ao retorno de portfólios compostos por ações de baixa lucratividade e de baixa capitalização e ações de baixa lucratividade e de alta capitalização, respectivamente.</p>	$RMW = \bar{R}_R - \bar{R}_W \quad (10)$ $\bar{R}_R = \frac{SR_t + BR_t}{2} \quad (10.1)$ $\bar{R}_W = \frac{SW_t + BW_t}{2} \quad (10.2)$
<p><b>CMA (11): Fator <i>conservative minus aggressive</i>.</b> Diferença entre o retorno médio ponderado pelo valor de mercado dos portfólios <i>conservative</i> (11.1) e <i>aggressive</i> (11.2).  <math>SC_t</math> e <math>BC_t</math> referem-se ao retorno de portfólios compostos por ações de baixo nível de investimento e de baixa capitalização e ações de baixo nível de investimento e de alta capitalização, respectivamente;  <math>SA_t</math> e <math>BA_t</math> referem-se ao retorno de portfólios compostos por ações de alto nível de investimento e de baixa capitalização e ações de alto nível de investimento e de alta capitalização, respectivamente.</p>	$CMA = \bar{R}_C - \bar{R}_A \quad (11)$ $\bar{R}_C = \frac{SC_t + BC_t}{2} \quad (11.1)$ $\bar{R}_A = \frac{SA_t + BA_t}{2} \quad (11.2)$

Fonte: Adaptado de Fama e French (2015).

O fator SMB é parcialmente neutro em relação aos três fatores mencionados. Essa abordagem visa eliminar, tanto quanto possível, o efeito de outras características que possam influenciar o desempenho de um fator de risco. Nesta pesquisa, esses fatores foram utilizados como variáveis de controle nos modelos propostos.

### 3.4.2 Fatores de risco *green*

Os quatro fatores de risco *green* foram construídos a partir da amostra de 148 ações, com o objetivo de replicar o desempenho de uma estratégia *long* (compra) em ações bem avaliadas nas dimensões ambiental (ENV), social (SOC), governança (GOV) e agregada (ESG), e *short* (venda) em ações mal avaliadas nesses quesitos. As avaliações das ações em relação às quatro dimensões foram realizadas pelo provedor de informações financeiras Refinitiv em uma escala de 0 a 100, seguindo critérios pré-estabelecidos<sup>1</sup>. Em sequência, a pontuação de cada empresa foi utilizada para sua alocação em portfólios, sendo os retornos desses portfólios mensurados de acordo com a equação 6.1. Por fim, os fatores de risco *green* são construídos a partir do diferencial de retornos entre alguns desses portfólios, seguindo os procedimentos apresentados na Tabela 4.

**Tabela 3 – Definição das variáveis *green* subjacentes<sup>1</sup>**

Variável	Descrição
Pontuação ESG: Agregada	Avaliação da empresa quanto ao seu desempenho agregado nas dimensões ambiental, social e de governança. Dados extraídos da base Refinitiv. Calculada com base no desempenho da empresa nas dez subcategorias presentes nas três dimensões individuais.
Pontuação ENV: Ambiental	Avaliação da empresa quanto ao seu desempenho na dimensão ambiental. Dados extraídos da base Refinitiv. Calculada com base no desempenho da empresa nas subcategorias <i>emissões, utilização dos recursos e inovação</i> .
Pontuação SOC: Social	Avaliação da empresa quanto ao seu desempenho na dimensão social. Dados extraídos da base Refinitiv. Calculada com base no desempenho da empresa nas subcategorias <i>comunidade, direitos humanos, responsabilidade de produto e força de trabalho</i> .
Pontuação GOV: Governança	Avaliação da empresa quanto ao seu desempenho na dimensão governança. Dados extraídos da base Refinitiv. Calculada com base no desempenho da empresa nas subcategorias <i>acionistas, estratégia RSC e gestão</i> .

Fonte: Adaptado de Refinitiv (2022).

<sup>1</sup> Informações adicionais sobre os critérios de avaliação ESG, ambiental, social e de governança, da base Refinitiv podem ser obtidas neste [link](#) (REFINITIV, 2022).



Devido ao número reduzido de empresas avaliadas nos atributos mencionados, no presente estudo adotou-se um procedimento de imputação das pontuações. Esse procedimento consistiu em imputar a pontuação média da empresa nos anos em que foi avaliada para os períodos em que não foi avaliada, subsequentes ou antecedentes. Ao imputar as pontuações, os portfólios formados passaram a conter um maior número de ações, o que aumentou seu nível de diversificação e reduziu o efeito de aspectos específicos de uma empresa no desempenho da carteira.

Os portfólios *green* ou fatores de risco *green*, derivados das variáveis subjacentes apresentadas na Tabela 3, são construídos de acordo com as etapas expostas na Tabela 4, seguindo a metodologia proposta por Fama e French (2015).

**Tabela 4 – Operacionalização dos fatores de risco ESG**

Fator de Risco	Fórmula
<p><b>ESG (12): Fator <i>high minus low</i> ESG.</b> Diferença entre o retorno do portfólio com alta avaliação ESG (<math>\bar{R}_{HESG}</math>) e o portfólio com baixa avaliação ESG (<math>\bar{R}_{LESG}</math>).</p> <p><math>\bar{R}_{HESG}</math> (12.1) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e alta avaliação ESG e ações de alta capitalização de mercado e alta avaliação ESG, ponderados pela nota ESG.</p> <p><math>\bar{R}_{LESG}</math> (12.2) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e baixa avaliação ESG e ações de alta capitalização de mercado e baixa avaliação ESG, ponderados pela nota ESG.</p>	$ESG = \bar{R}_{HESG} - \bar{R}_{LESG} \quad (12)$ $\bar{R}_{HESG} = \frac{SH_{ESG,t} + BH_{ESG,t}}{2} \quad (12.1)$ $\bar{R}_{LESG} = \frac{SL_{ESG,t} + BL_{ESG,t}}{2} \quad (12.2)$
<p><b>ENV (13): Fator <i>high minus low</i> ENV.</b> Diferença entre o retorno do portfólio com alta avaliação ENV (<math>\bar{R}_{HENV}</math>) e o portfólio com baixa avaliação ENV (<math>\bar{R}_{LENV}</math>).</p> <p><math>\bar{R}_{HENV}</math> (13.1) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e alta avaliação ENV e ações de alta capitalização de mercado e alta avaliação ENV, ponderados pela nota ENV.</p> <p><math>\bar{R}_{LENV}</math> (13.2) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e baixa avaliação ENV e ações de alta capitalização de mercado e baixa avaliação ENV, ponderados pela nota ENV.</p>	$ENV = \bar{R}_{HENV} - \bar{R}_{LENV} \quad (13)$ $\bar{R}_{HENV} = \frac{SH_{ENV,t} + BH_{ENV,t}}{2} \quad (13.1)$ $\bar{R}_{LENV} = \frac{SL_{ENV,t} + BL_{ENV,t}}{2} \quad (13.2)$
<p><b>SOC (14): Fator <i>high minus low</i> SOC.</b> Diferença entre o retorno do portfólio com alta avaliação SOC (<math>\bar{R}_{HSOC}</math>) e o portfólio com baixa avaliação SOC (<math>\bar{R}_{LSOC}</math>).</p> <p><math>\bar{R}_{HSOC}</math> (14.1) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e alta avaliação SOC e ações de alta capitalização de mercado e alta avaliação SOC, ponderados pela nota SOC.</p> <p><math>\bar{R}_{LSOC}</math> (14.2) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e baixa avaliação SOC e ações de alta capitalização de mercado e baixa avaliação SOC, ponderados pela nota SOC.</p>	$SOC = \bar{R}_{HSOC} - \bar{R}_{LSOC} \quad (14)$ $\bar{R}_{HSOC} = \frac{SH_{SOC,t} + BH_{SOC,t}}{2} \quad (14.1)$ $\bar{R}_{LSOC} = \frac{SL_{SOC,t} + BL_{SOC,t}}{2} \quad (14.2)$

(continua)

<p><b>GOV (15): Fator <i>high minus low</i> GOV.</b> Diferença entre o retorno do portfólio com alta avaliação GOV (<math>\bar{R}_{HGOV}</math>) e o portfólio com baixa avaliação GOV (<math>\bar{R}_{LGOV}</math>).</p> <p><math>\bar{R}_{HGOV}</math> (15.1) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e alta avaliação GOV e ações de alta capitalização de mercado e alta avaliação GOV, ponderados pela nota GOV.</p> <p><math>\bar{R}_{LGOV}</math> (15.2) é a média entre os retornos dos portfólios compostos por ações de baixa capitalização de mercado e baixa avaliação GOV e ações de alta capitalização de mercado e baixa avaliação GOV, ponderados pela nota GOV.</p>	$GOV = \bar{R}_{HGOV} - \bar{R}_{LGOV} \quad (15)$ $\bar{R}_{HGOV} = \frac{SH_{GOV,t} + BH_{GOV,t}}{2} \quad (15.1)$ $\bar{R}_{LGOV} = \frac{SL_{GOV,t} + BL_{GOV,t}}{2} \quad (15.2)$
---	--

Fonte: Elaboração própria.

Lioui e Tarelli (2022) e Maiti (2021) adotam abordagem semelhante para a construção de seus fatores *green* para o mercado norte-americano e europeu. Contudo, no presente estudo, a ponderação dos retornos das ações foi realizada pela pontuação recebida pela empresa no atributo utilizado para a formação do portfólio, seguindo o critério adotado por Pástor, Stambaugh e Taylor (2021). Essa abordagem é especialmente útil em mercados com um número limitado de ações negociadas em bolsa, como o mercado brasileiro.

No mês de junho de cada ano entre 2010 e 2022, a amostra foi classificada em ordem crescente, de acordo com seu tamanho e pontuações ESG, ENV, SOC e GOV em 31 de dezembro do ano anterior. Em cada período de formação de portfólio, a amostra foi dividida com base na capitalização de mercado mediana, dando origem a dois grupos de ações, *small* (S) e *big* (B). Da mesma forma, as ações foram divididas em dois grupos, com base na mediana de cada uma das variáveis apresentadas na Tabela 3, produzindo, dessa forma, dois grupos de ações para cada variável. Os fatores de risco *green* foram construídos a partir das pontuações das empresas nas dimensões ambiental (ENV), social (SOC), governança (GOV) e agregada (ESG), seguindo os procedimentos descritos na tabela 4.

Em resumo, o fator de risco ESG busca replicar o desempenho de uma estratégia de investimento *long* (compra) em ações bem avaliadas na dimensão ESG e *short* (venda) em ações mal avaliadas nessa dimensão. De maneira similar, os fatores de risco ENV, SOC e GOV buscam replicar estratégias de investimento compradas em ações de alta avaliação nessas dimensões e vendidas em ações de baixa avaliação. É importante ressaltar que os fatores de risco ESG, ENV, SOC e GOV são parcialmente neutros em relação ao atributo tamanho da empresa.

### 3.5 Variáveis dependentes – portfólios de teste

Os portfólios de teste (*left hand side*) são um conjunto de carteiras que visam representar todo o espectro de ações disponíveis no mercado, a partir de dois atributos das empresas, sendo um deles obrigatoriamente a capitalização de mercado. A construção desses portfólios tem como objetivo permitir a interpretação do efeito de um fator para empresas com diferentes características por meio da formação de carteiras com base nesses atributos. Proposta inicialmente por Fama e French (1993), essa abordagem é usualmente empregada em estudos de precificação de ativos, como Maiti (2021) e Jarjir, Nasreddine e Desban (2022).

Para a formação dos portfólios de teste, as ações foram alocadas em três portfólios, com base em seu tamanho. Posteriormente, essas mesmas ações foram alocadas de forma independente em três portfólios, considerando o segundo atributo de classificação (relação B/M, lucratividade, investimento, ESG, ENV, SOC e GOV), produzindo assim nove portfólios (3 x 3) para cada par de variáveis. O procedimento de formação dos portfólios foi similar ao apresentado na seção 3.4, com a diferença de que os portfólios de teste seguem uma classificação 3 x 3, diferentemente dos fatores de risco, que são alocados em uma distribuição 2 x 2.

A opção pela classificação 3 x 3 adotada neste estudo decorreu da limitação do número de ações negociadas no mercado brasileiro. A utilização da classificação 5 x 5, comumente empregada em estudos realizados no mercado norte-americano, poderia acarretar problemas significativos de diversificação das carteiras, tornando inviáveis as conclusões alcançadas.

### 3.6 Modelos econométricos

O objetivo do estudo foi identificar se um modelo que contenha um fator de risco relacionado ao desempenho sustentável da empresa – denominado genericamente como fator *green* – é mais adequado para explicar os retornos esperados das ações, em comparação a outros modelos de precificação usualmente adotados, como o modelo de três e cinco fatores de Fama e French (1993, 2015). Em suma, no estudo, testou-se a hipótese de que informações sobre o desempenho

sustentável das empresas são consideradas no preço das ações no mercado brasileiro.

As variáveis independentes constituíram-se de fatores de risco, conforme exposto na seção 3.4. Por sua vez, as variáveis dependentes foram compostas pelos portfólios de teste apresentados na seção 3.5. O fator *green* é uma referência genérica a qualquer dos quatro fatores de risco estudados, ESG, ENV, SOC e GOV. Para avaliar a importância desses fatores e a eficácia do modelo de precificação, são estimados os seguintes modelos:

$$R_{pt} = a_p + b_pMKT_t + s_pSMB_t + h_pHML_t + \epsilon_{pt} \quad (16)$$

$$R_{pt} = a_p + b_pMKT_t + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + \epsilon_{pt} \quad (16.1)$$

$$R_{pt} = a_p + b_pMKT_t + s_pSMB_t + h_pHML_t + g_pGREEN + \epsilon_{pt} \quad (16.2)$$

$$R_{pt} = a_p + b_pMKT_t + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + g_pGREEN + \epsilon_{pt} \quad (16.3)$$

Nos modelos acima,  $a_p$  é o intercepto da regressão para o portfólio de teste  $p$ ;  $b_p$ ,  $s_p$ ,  $h_p$ ,  $r_p$ ,  $c_p$  e  $g_p$  são os coeficientes de exposição aos fatores de risco MKT, SMB, HML, RMW, CMA e GREEN, respectivamente, para o portfólio de teste  $p$  e  $\epsilon_{pt}$  é o termo de erro do modelo. As equações 16 e 16.1 referem-se os modelos de três e cinco fatores de Fama-French, enquanto as equações 16.2 e 16.3 representam as funções que incluem o fator *green* aos modelos de referência.

Assumindo os parâmetros das equações como valores verdadeiros em vez de estimativas, se os coeficientes dos fatores  $b_p$ ,  $s_p$ ,  $h_p$ ,  $r_p$ ,  $c_p$  e  $g_p$  capturarem toda a variação nos retornos esperados, o intercepto  $a_p$  será zero para todos os portfólios analisados (FAMA; FRENCH, 2015).

Seguindo a abordagem de Fama e French (2020), adotou-se o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) na estimação dos coeficientes, visto que, em regra, os modelos atendem bem aos pressupostos da referida técnica. Adotando uma abordagem conservadora para inferência, a presente pesquisa emprega testes  $t$  com erros padrões robustos de White (1980), que são robustos a modelos com presença de heterocedasticidade e autocorrelação nos resíduos. Detalhes adicionais

sobre esses e outros testes de diagnóstico são apresentados na Tabela 17, no apêndice A.

### 3.7 Teste de Gibbons, Ross e Shanken (GRS)

O teste proposto por Gibbons, Ross e Shanken (1989) verifica a adequação de um modelo de precificação de ativos financeiros, como o modelo de precificação de ativos de capital (CAPM) ou o modelo de fatores de risco de Fama-French. O teste é empregado para avaliar se os interceptos obtidos em um modelo são estatisticamente iguais a zero, o que indica que o modelo é uma boa representação dos retornos esperados dos ativos financeiros.

De acordo com Cochrane (2005), a estatística de teste do GRS é dada por

$$f_{GRS} = \left( \frac{\tau - n - k}{n} \right) \frac{\alpha' \Omega^{-1} \alpha}{1 + \mu_f' \Omega_f^{-1} \mu_f} \quad (17)$$

sendo  $\tau$  o número de períodos na amostra;  $\Omega_f$ , a matriz de covariância  $k \times k$  dos fatores de risco;  $\Omega$ , a matriz de covariância  $n \times n$  dos resíduos  $\epsilon_{pt}$ ;  $\alpha$ , o vetor de interceptos estimados e  $\mu_f$ , o vetor  $k \times 1$  de retornos médios dos fatores de risco. A estatística de teste  $f_{GRS}$  segue uma distribuição F:  $f_{GRS} \sim F(n, \tau - n - k)$ .

O teste é especialmente útil para avaliar modelos que incluem fatores de risco adicionais, além do fator de mercado. No presente estudo, o teste foi empregado com o objetivo de testar se a inclusão de um fator de risco *green* nos modelos de três ou cinco fatores de Fama-French é capaz de produzir um modelo de precificação mais adequado para o mercado brasileiro.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Estatísticas descritivas

As estatísticas descritivas dos fatores de risco e dos portfólios de teste são apresentadas nas subseções a seguir. Os fatores de risco foram nove portfólios diversificados que replicam o desempenho atrelado a uma estratégia de investimento de interesse. Visto que os portfólios HML, RMW, CMA, ESG, ENV, SOC e GOV são uma média entre portfólios diversificados de ações de pequeno e grande porte, tem-se que cada fator de risco é relativamente neutro em relação ao efeito de tamanho da empresa.

Por sua vez, os portfólios de teste foram compostos por portfólios obtidos por meio de classificações 3 x 3, com base em diferentes variáveis. Nove portfólios foram criados a partir da classificação das variáveis tamanho e B/M, outros nove portfólios foram criados a partir da classificação das variáveis tamanho e lucratividade, mais nove portfólios foram criados a partir da classificação das variáveis tamanho e investimento e nove portfólios foram criados a partir da classificação das variáveis tamanho e pontuação ESG.

#### 4.1.1 Estatísticas descritivas dos portfólios de risco

Cada fator de risco foi composto por 149 observações mensais em sua série histórica, com retornos discretos em excesso à taxa de retorno do ativo livre de risco, winsorizados a 1%. A ponderação dos retornos nos portfólios de mercado, SMB, HML, RMW e CMA foi realizada pela capitalização de mercado de cada empresa que os compõem. Por outro lado, nos fatores ESG, ENV, SOC e GOV os retornos dos ativos foram ponderados pela pontuação obtida pela empresa no critério subjacente à formação da carteira. Todos os portfólios apresentam retorno médio aritmético positivo, com exceção aos portfólios RMW e GOV. Os maiores índices de Sharpe foram obtidos nos portfólios CMA, HML e ESG (0,20; 0,11 e 0,10, respectivamente).

Um ponto que merece nota é a maior variabilidade encontrada no portfólio de mercado (MKT), em comparação aos demais fatores. Embora esse resultado possa parecer contraditório às suposições teóricas da Teoria Moderna do Portfólio, pode

ser explicado pelo grande número de ações de menor capitalização na bolsa brasileira, o que implica em um reflexo do efeito tamanho no seu desempenho.

**Tabela 5 – Estatísticas descritivas dos portfólios de risco**

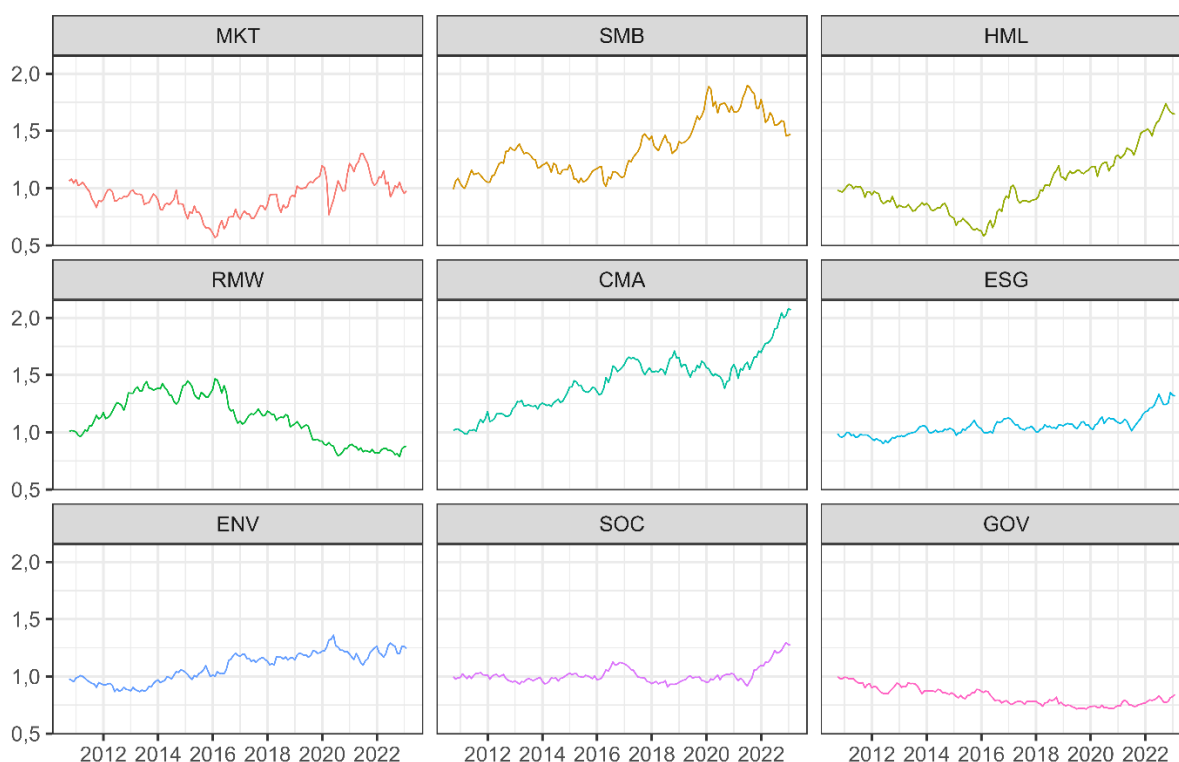
Fator	N	Média	Mínimo	Máximo	Mediana	IQR	SD	IS	t
<i>MKT</i>	149	0,16	-28,96	15,56	0,14	6,98	5,86	0,03	0,33
<i>SMB</i>	149	0,32	-12,11	8,48	0,50	4,15	3,52	0,09	1,12
<i>HML</i>	149	0,41	-9,29	13,72	0,55	4,60	3,91	0,11	1,28
<i>RMW</i>	149	-0,04	-9,97	8,43	-0,04	3,85	2,98	-0,01	-0,18
<i>CMA</i>	149	0,52	-7,35	7,27	0,35	3,09	2,57	0,20	2,48
<i>ESG</i>	149	0,21	-5,07	7,25	0,20	2,98	2,11	0,10	1,20
<i>ENV</i>	149	0,18	-6,72	7,32	-0,15	3,04	2,44	0,07	0,88
<i>SOC</i>	149	0,18	-5,84	7,14	0,21	2,68	2,03	0,09	1,10
<i>GOV</i>	149	-0,10	-7,14	4,90	-0,16	2,58	2,02	-0,05	-0,58

*Nota: IQR, SD, IS e t referem-se ao intervalo interquartilico, ao desvio padrão, ao Índice de Sharpe e à estatística t, respectivamente. Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses.*

Fonte: Elaboração própria.

O mesmo não ocorreu nas outras carteiras, uma vez que foram construídas de modo a serem parcialmente neutras ao efeito tamanho. Ressalta-se que a winsorização dos retornos de MKT teve impacto não relevante, de forma que o processo não foi aplicado a esse portfólio em específico.

**Figura 2 - Retorno acumulado dos portfólios de risco**



Fonte: Elaboração própria.

O coeficiente de correlação entre o portfólio de mercado utilizado neste estudo e o Índice Bovespa da B3 foi de 0,98. Uma análise visual do desempenho histórico dos fatores de risco pode ser realizada por meio das Figuras 2 e 3 (Apêndice A).

A matriz de correlação apresentada na Tabela 6 fornece uma visão geral de como os fatores de risco se relacionaram uns com os outros. Pode-se notar que o fator MKT apresentou correlação moderada com o fator HML (0,48), o que sugere que essas variáveis estão positivamente relacionadas. Por outro lado, o portfólio RMW apresentou correlação negativa com MKT (-0,39) e HML (-0,63), o que indica que essas carteiras estão inversamente relacionadas.

O portfólio SMB parece ter demonstrado correlação fraca com os outros fatores, com exceção da correlação negativa moderada entre SMB e ESG (-0,30). Esse é um indício de que o procedimento de construção das carteiras foi capaz de reduzir ou eliminar de maneira satisfatória o impacto do efeito tamanho em seu desempenho. Além disso, o fator CMA apresentou correlação fraca com as demais variáveis.

**Tabela 6 - Matriz de correlação dos portfólios de risco**

	<i>MKT</i>	<i>SMB</i>	<i>HML</i>	<i>RMW</i>	<i>CMA</i>	<i>ESG</i>	<i>ENV</i>	<i>SOC</i>	<i>GOV</i>
<i>MKT</i>	1,00	-0,03	0,48	-0,39	0,09	0,01	0,00	-0,01	-0,08
<i>SMB</i>		1,00	-0,16	-0,04	-0,04	-0,30	-0,12	-0,22	-0,01
<i>HML</i>			1,00	-0,63	0,26	0,21	0,24	0,14	0,05
<i>RMW</i>				1,00	-0,01	-0,21	-0,25	-0,01	0,05
<i>CMA</i>					1,00	0,01	-0,02	0,17	-0,12
<i>ESG</i>						1,00	0,64	0,55	0,22
<i>ENV</i>							1,00	0,32	0,17
<i>SOC</i>								1,00	0,09
<i>GOV</i>									1,00

Fonte: Elaboração própria.

O portfólio ESG apresentou correlação positiva moderada com os fatores ENV, SOC e GOV, com valores variando de 0,09 a 0,55. Esse resultado era esperado, dado que a pontuação ESG utilizada para a construção do fator resultou de uma ponderação entre as pontuações obtidas nas dimensões ENV, SOC e GOV. O fator GOV foi o que apresentou o menor coeficiente de correlação com o portfólio ESG, entre os fatores *green* (0,22).

Importante observar que a correlação não implica causalidade, ou seja, a mera existência de associação linear entre dois fatores não significa que um seja a



causa do outro. Por fim, procedeu-se ao cálculo do Fator de Inflação da Variância (VIF) para os modelos de seis fatores, com os resultados variando de 1,06 a 2,24. Nesse sentido, não há indícios de problemas de multicolinearidade nos modelos.

#### 4.1.2 Análise descritiva dos portfólios de teste

Na Tabela 7 apresentam-se o retorno médio e as respectivas estatísticas t de 36 portfólios, organizados em uma classificação 3 x 3 das variáveis tamanho e B/M (painel A), tamanho e lucratividade (painel B), tamanho e investimento (painel C) e tamanho e ESG (painel D). Cada painel mostra a combinação de tamanho (*small*, *mid* e *big*, representando empresas de baixa, média e grande capitalização de mercado) com uma segunda variável dividida em três categorias (por exemplo,  $B/M_1$  representa o grupo de ações com a menor relação B/M, enquanto  $B/M_2$  e  $B/M_3$  referem-se às companhias com relação B/M intermediária e alta, respectivamente). A quantidade de ações em cada portfólio é variada, visto que a alocação das empresas nos grupos é realizada de forma independente.

No painel A da tabela pode-se observar que os maiores retornos médios foram provenientes de empresas de baixa capitalização com relação B/M de média para alta ( $B/M_2$  e  $B/M_3$ ), com retornos de 0,88% e 0,74%, nessa ordem. Por outro lado, o retorno médio de empresas de grande porte com baixa relação B/M ( $B/M_1$ ) foi nulo no período. Além disso, entre as médias empresas, ações com maior relação B/M obtiveram retornos médios maiores para as três faixas consideradas. Esses resultados indicam que as variáveis tamanho e relação *book-to-market* podem impactar o desempenho dos portfólios.

No painel B, que apresenta os resultados de portfólios formados a partir da rentabilidade operacional das empresas, não é possível estabelecer uma relação tão direta. Observa-se que, em geral, o portfólio  $LUC_2$  obteve os maiores retornos em todas as categorias de tamanho, enquanto o portfólio  $LUC_1$  apresentou o pior desempenho na categoria *small* e *big*, com retornos médios de 0,18% e -0,14%, respectivamente.

Quanto ao painel C, é perceptível a influência do efeito tamanho no desempenho das carteiras, de forma que, para todas as classificações, os portfólios *small* obtiveram retornos médios superiores aos portfólios *big*. Há indícios também

de um efeito investimento, dado que empresas conservadoras ( $INV_1$ ) apresentaram melhor desempenho em relação a empresas de alto nível de investimento ( $INV_3$ ).

**Tabela 7 – Retornos médios e estatísticas t dos portfólios de teste**

<i>Painel A: Portfólios Tamanho-B/M</i>						
<i>B/M →</i>	<i>B/M<sub>1</sub></i>	<i>B/M<sub>2</sub></i>	<i>B/M<sub>3</sub></i>	<i>t(p)</i>		
<i>Small</i>	0,09	0,88	0,74	0,14	1,31	1,15
<i>Mid</i>	0,17	0,33	0,56	0,31	0,60	0,96
<i>Big</i>	0,00	0,15	0,76	-0,01	0,28	0,88
<i>Painel B: Portfólios Tamanho-LUC</i>						
<i>LUC →</i>	<i>LUC<sub>1</sub></i>	<i>LUC<sub>2</sub></i>	<i>LUC<sub>3</sub></i>	<i>t(p)</i>		
<i>Small</i>	0,18	1,39	0,25	0,26	2,16	0,41
<i>Mid</i>	0,42	0,68	-0,02	0,66	1,27	-0,04
<i>Big</i>	-0,14	0,20	0,15	-0,21	0,36	0,33
<i>Painel C: Portfólios Tamanho-INV</i>						
<i>INV →</i>	<i>INV<sub>1</sub></i>	<i>INV<sub>2</sub></i>	<i>INV<sub>3</sub></i>	<i>t(p)</i>		
<i>Small</i>	0,80	0,56	0,59	1,17	0,89	0,91
<i>Mid</i>	0,23	0,52	0,17	0,42	1,00	0,30
<i>Big</i>	0,77	-0,06	0,09	1,48	-0,10	0,17
<i>Painel D: Portfólios Tamanho-ESG</i>						
<i>ESG →</i>	<i>ESG<sub>1</sub></i>	<i>ESG<sub>2</sub></i>	<i>ESG<sub>3</sub></i>	<i>t(p)</i>		
<i>Small</i>	0,80	0,89	0,39	1,27	1,34	0,47
<i>Mid</i>	0,07	0,25	0,41	0,13	0,43	0,73
<i>Big</i>	-1,67	0,41	0,14	-2,45	0,73	0,28

*Nota: Taxa de retorno média e sua respectiva estatística t de 36 portfólios formados com base em: tamanho e B/M (painel A); tamanho e lucratividade (LUC) (painel B); tamanho e investimento (INV) (painel C) e tamanho e pontuação ESG (painel D). Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses.*

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, o painel D aponta que empresas com desempenho ESG mediano ( $ESG_2$ ) obtiveram retornos superiores aos de empresas com desempenho baixo ( $ESG_1$ ), no período considerado. Contudo, empresas com alta avaliação ESG ( $ESG_3$ ) apresentaram desempenho diverso, sendo que, entre as ações *small*, foram as que obtiveram o pior desempenho (0,39%); entre as ações *big* apresentaram desempenho intermediário (0,14%), enquanto no grupo de ações *mid* alcançaram o maior retorno médio (0,41%).

## 4.2 Regressões entre os fatores de risco

Com o objetivo de verificar a capacidade explicativa dos fatores de risco de Fama-French para os fatores *green*, procedeu-se à regressão destes contra

aqueles, ou seja, as séries de retornos de ESG, ENV, SOC e GOV foram utilizadas como variáveis dependentes e os fatores MKT, SMB, HML, RMW e CMA como variáveis independentes. Os resultados dessas regressões são apresentados na Tabela 8.

Observa-se que o valor de  $R^2$  ajustado para todas as regressões é baixo, variando entre 0,02 e 0,13, o que indica que os fatores de risco de Fama-French não explicam muito da variação dos fatores *green*. Para os portfólios ESG e SOC, o coeficiente do fator SMB foi negativo e estatisticamente significativo. Isso indica que, em geral, as empresas com melhores práticas ESG e sociais têm variabilidade dos retornos similar às empresas de grande porte.

Para a variável ENV, nenhum dos fatores de Fama-French se mostrou significativo. Para o portfólio GOV, o fator HML mostrou-se positivo e significativo a 5%, indicando que os retornos de ações com alto desempenho em práticas de governança se comportam de forma semelhante a ações de alta relação B/M.

**Tabela 8 - Regressão dos fatores *green* contra os fatores de Fama-French**

	<i>Int.</i>	<i>MKT</i>	<i>SMB</i>	<i>HML</i>	<i>RMW</i>	<i>CMA</i>	$R^2$ <i>adj.</i>
<i>ESG</i>							
Coef.	0,25	-0,05	-0,18	0,04	-0,16	-0,01	0,13
Estat. t	1,58	-1,52	-3,49 ***	0,65	-1,68	-0,14	
<i>ENV</i>							
Coef.	0,19	-0,07	-0,07	0,12	-0,16	-0,06	0,08
Estat. t	0,97	-1,65	-1,19	1,72	-1,71	-0,80	
<i>SOC</i>							
Coef.	0,14	-0,03	-0,11	0,06	0,02	0,11	0,05
Estat. t	0,85	-0,81	-2,49 *	1,16	0,28	1,67	
<i>GOV</i>							
Coef.	-0,07	-0,04	0,01	0,14	0,12	-0,14	0,02
Estat. t	-0,44	-1,38	0,29	2,24 *	1,34	-1,77	

Nota: \*\*\*, \*\*, \* indica significância estatística, a 0,1%; 1% e 5%, respectivamente. Utilizando os cinco fatores de Fama-French para explicar os retornos médios dos fatores *green*. Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses. Estatísticas t obtidas por meio de erros padrão robustos de Huber-White.

Fonte: Elaboração própria.

Embora a estatística  $R^2$  ajustado das regressões seja baixa, os interceptos de todas as regressões são estatisticamente iguais a zero. Esse é um indicativo de que os fatores de risco de Fama-French podem capturar adequadamente qualquer padrão linear observado nos fatores *green* propostos.

### 4.3 Teste GRS de eficiência dos modelos de precificação

Gibbons, Ross e Shanken (1989) propuseram um teste para verificar a adequação de um modelo de precificação de ativos financeiros, como o modelo de precificação de ativos de capital (CAPM) ou o modelo de fatores de risco de Fama-French. Na presente pesquisa o teste foi utilizado com dois objetivos: avaliar se os interceptos de um conjunto de regressões que incluem um fator *green* são estatisticamente iguais a zero e se a inclusão do fator *green* no modelo é capaz de reduzir o valor da estatística de teste, fornecendo indícios de que sua inclusão proporciona um modelo de precificação mais adequado.

Nas Tabelas 9, 10, 11 e 12 apresentam-se os resultados do teste GRS e outras estatísticas de interesse para modelos que incluem os fatores ESG, ENV, SOC e GOV, respectivamente, aos modelos de três fatores e cinco fatores de Fama e French (1993, 2015). Cada painel apresenta os resultados dos testes para o conjunto de nove portfólios de teste. Nas tabelas, GRS representa a estatística do teste de mesmo nome, sendo  $p$  seu p-valor associado. A média do valor absoluto dos interceptos é dada por  $A|a_i|$ , enquanto  $\sigma_{a_i}$  representa o desvio padrão dos interceptos estimados e  $R^2 adj.$  é a média dos  $R^2 adj.$  das regressões individuais.

Defina  $\bar{R}_i$  como o retorno médio em excesso da série temporal do portfólio  $i$ ,  $\bar{R}$  como uma média em corte transversal de  $\bar{R}_i$  e  $\bar{r}_i$  como o desvio do portfólio  $i$  em relação à média de corte transversal ( $\bar{r}_i = \bar{R}_i - \bar{R}$ ). Dessa forma, a estimativa  $A|a_i|/A|\bar{r}_i|$  é a média do intercepto absoluto sobre a média do valor absoluto de  $\bar{r}_i$ , uma representação do quanto da dispersão dos retornos médios em excesso não é explicado pelo modelo (em percentual). De forma semelhante, a razão de médias  $A(\hat{a}_i^2)/(\hat{\mu}_i^2)$  estima a proporção da variância dos retornos dos portfólios de teste não explicada pelo modelo, ajustada para erros de mensuração (FAMA; FRENCH, 2015).

#### 4.3.1 Teste GRS com a inclusão do fator ESG

Para cada grupo de portfólios de teste, testou-se o impacto da inclusão do fator ESG nos modelos de três e cinco fatores de Fama-French. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

A incorporação do fator ESG aos modelos de três fatores de Fama-French proporcionou uma redução de 7,45% a 12,50% na estatística GRS dos painéis A, C e D. Quando se compara ao modelo de cinco fatores, a inclusão de ESG contribuiu para uma redução de 7,25% a 13,22% nos referidos painéis. Isso sugere que a inclusão do fator ESG pode fornecer uma representação mais precisa dos retornos esperados desses portfólios. Em contrapartida, nas regressões do painel B a inclusão desse fator não foi capaz de propiciar uma representação mais adequada dos retornos esperados.

**Tabela 9 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco ESG**

	<i>GRS</i>	<i>p</i>	$A a_i $	$\sigma_{a_i}$	$\frac{A a_i }{A \bar{r}_i }$	$\frac{A(\hat{a}_i^2)}{A(\hat{\mu}_i^2)}$	<i>R</i> <sup>2</sup> <i>adj.</i>
<b>Painel A: 9 portfólios tamanho x B/M</b>							
<i>3F</i>	0,94	0,49	0,13	0,18	0,46	0,21	0,87
<i>3F ESG</i>	0,87	0,55	0,13	0,19	0,45	0,21	0,87
<i>3F RMW CMA</i>	0,69	0,72	0,12	0,18	0,42	0,18	0,87
<i>3F RMW CMA ESG</i>	0,64	0,76	0,12	0,18	0,40	0,16	0,87
<b>Painel B: 9 portfólios tamanho x lucratividade</b>							
<i>3F</i>	1,88	0,06	0,31	0,41	0,97	0,94	0,85
<i>3F ESG</i>	2,06	0,04	0,33	0,42	1,02	1,04	0,85
<i>3F RMW CMA</i>	1,80	0,07	0,29	0,38	0,91	0,82	0,88
<i>3F RMW CMA ESG</i>	1,94	0,05	0,28	0,38	0,88	0,78	0,88
<b>Painel C: 9 portfólios tamanho x investimento</b>							
<i>3F</i>	1,60	0,12	0,20	0,27	0,76	0,57	0,85
<i>3F ESG</i>	1,40	0,19	0,20	0,25	0,74	0,54	0,86
<i>3F RMW CMA</i>	1,21	0,30	0,21	0,24	0,78	0,60	0,88
<i>3F RMW CMA ESG</i>	1,05	0,40	0,20	0,23	0,76	0,57	0,88
<b>Painel D: 9 portfólios tamanho x ESG</b>							
<i>3F</i>	2,23	0,02	0,38	0,66	0,84	0,71	0,83
<i>3F ESG</i>	2,02	0,04	0,38	0,61	0,85	0,72	0,83
<i>3F RMW CMA</i>	2,22	0,02	0,41	0,64	0,91	0,82	0,83
<i>3F RMW CMA ESG</i>	2,05	0,04	0,40	0,57	0,90	0,81	0,84

*Nota: “3F” refere-se ao modelo de três fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16). “3F ESG” representa o modelo que considera o fator ESG e os três fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.2). “3F RMW CMA” refere-se ao modelo de cinco fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16.1). “3F RMW CMA ESG” representa o modelo que considera o fator ESG e os cinco fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.3). Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses.*

Fonte: Elaboração própria.

Com base nas análises estatísticas realizadas, pode-se observar que as estatísticas GRS de todos os modelos apresentados nos painéis A e C, bem como no modelo de cinco fatores do painel B, não apresentaram significância estatística (p-valor superior a 0,05). Essa é uma indicação de que esses modelos conseguem

capturar adequadamente os padrões existentes nos retornos esperados. Já para os modelos apresentados no painel D e nos modelos de três, quatro e seis fatores do painel B, os testes indicam que a estatística foi estatisticamente diferente de zero (p-valor inferior a 0,05).

Ao analisar o percentual da variância não explicada pelo modelo  $A(\hat{a}_i^2)/(\hat{\mu}_i^2)$ , foi possível identificar que o modelo de cinco fatores de Fama-French deixou de explicar de 18% a 82% da variância, enquanto o modelo de seis fatores (que inclui o fator ESG) deixou de explicar de 16% a 81%. Há, portanto, uma tendência de redução da variabilidade não capturada com a inclusão desse fator. O  $R^2 adj.$  de todos os modelos foi alto, variando entre 83% e 88%.

#### 4.3.2 Teste GRS com a inclusão do fator ENV

Na Tabela 10 apresentam-se os resultados do teste GRS de modelos que incluem o fator ENV para quatro grupos de portfólios de teste.

**Tabela 10 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco ENV**

	<i>GRS</i>	<i>p</i>	$A a_i $	$\sigma_{a_i}$	$\frac{A a_i }{A \bar{r}_i }$	$\frac{A(\hat{a}_i^2)}{A(\hat{\mu}_i^2)}$	$R^2 adj.$
Painel A: 9 portfólios tamanho x B/M							
<i>3F</i>	0,94	0,49	0,13	0,18	0,46	0,21	0,87
<i>3F ENV</i>	0,91	0,52	0,13	0,18	0,45	0,20	0,87
<i>3F RMW CMA</i>	0,69	0,72	0,12	0,18	0,42	0,18	0,87
<i>3F RMW CMA ENV</i>	0,68	0,72	0,12	0,18	0,40	0,16	0,87
Painel B: 9 portfólios tamanho x lucratividade							
<i>3F</i>	1,88	0,06	0,31	0,41	0,97	0,94	0,85
<i>3F ENV</i>	1,94	0,05	0,31	0,41	0,97	0,94	0,85
<i>3F RMW CMA</i>	1,80	0,07	0,29	0,38	0,91	0,82	0,88
<i>3F RMW CMA ENV</i>	1,89	0,06	0,28	0,38	0,87	0,76	0,88
Painel C: 9 portfólios tamanho x investimento							
<i>3F</i>	1,60	0,12	0,20	0,27	0,76	0,57	0,85
<i>3F ENV</i>	1,54	0,14	0,20	0,26	0,74	0,55	0,85
<i>3F RMW CMA</i>	1,21	0,30	0,21	0,24	0,78	0,60	0,88
<i>3F RMW CMA ENV</i>	1,16	0,33	0,20	0,23	0,76	0,58	0,88
Painel D: 9 portfólios tamanho x ENV							
<i>3F</i>	1,20	0,30	0,22	0,26	0,68	0,47	0,84
<i>3F ENV</i>	1,15	0,33	0,21	0,25	0,67	0,45	0,85
<i>3F RMW CMA</i>	2,00	0,04	0,27	0,34	0,87	0,76	0,84
<i>3F RMW CMA ENV</i>	1,99	0,04	0,25	0,32	0,80	0,64	0,85

(continua)

---

*Nota: “3F” refere-se ao modelo de três fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16). “3F ENV” representa o modelo que considera o fator ENV e os três fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.2). “3F RMW CMA” refere-se ao modelo de cinco fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16.1). “3F RMW CMA ENV” representa o modelo que considera o fator ENV e os cinco fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.3).*

---

Fonte: Elaboração própria.

De forma semelhante aos resultados obtidos para o fator ESG, a inclusão do fator ENV promoveu uma redução da estatística GRS para todos os modelos dos painéis A, C e D, em comparação à especificação com três fatores: a redução máxima foi de 4,17%, referente ao painel D, e a redução média dos quatro painéis foi de 1,98%. Contudo, a contribuição de ENV ao modelo de cinco fatores foi baixa, propiciando uma redução de 0,50% a 4,13% na estatística GRS, nos painéis mencionados, com redução média de 0,27%. Todos os modelos considerados podem ser considerados uma representação adequada dos retornos esperados ( $p$ -valor superior a 0,05), com exceção dos modelos de cinco e seis fatores do painel D.

A adição do fator ENV não proporcionou uma melhor especificação para os portfólios de teste criados com base nas dimensões tamanho e lucratividade, resultado similar ao obtido para o fator ESG, embora o percentual da variância não explicada pelo modelo  $A(\hat{\alpha}_i^2)/(\hat{\mu}_i^2)$  que inclui ENV nesse painel seja menor do que daquele que inclui ESG (76% e 81%, respectivamente).

#### 4.3.3 Teste GRS com a inclusão do fator SOC

Os resultados dos testes GRS para os modelos que incluem o fator SOC são apresentados na Tabela 11. A adição do referido fator ao modelo de três fatores contribuiu para a redução da estatística GRS em todos os painéis considerados (redução entre 4,97% e 8,51%). Por outro lado, não pareceu acrescentar significativamente ao modelo de cinco fatores, uma vez que a redução máxima obtida na estatística foi de somente 1,45%, para as regressões do painel A.

As estatísticas GRS dos modelos apresentados nos painéis A, B e C não apresentaram significância estatística ( $p$ -valor superior a 0,05), sugerindo que esses modelos são uma representação adequada dos retornos esperados dos portfólios de teste, diferentemente do observado para o painel D.

Enquanto o modelo três fatores de Fama-French deixou de explicar de 21% a 94% da variância, o modelo de quatro fatores que inclui SOC não explicou de 22% a 88% da variância. Por sua vez, o modelo de cinco fatores de Fama-French deixou de explicar de 18% a 82% da variância, enquanto o modelo de seis fatores (que inclui o fator SOC) deixou de explicar de 19% a 78%.

**Tabela 11 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco SOC**

	$GRS$	$p$	$A a_i $	$\sigma_{a_i}$	$\frac{A a_i }{A \bar{r}_i }$	$\frac{A(\hat{a}_i^2)}{A(\hat{\mu}_i^2)}$	$R^2 adj.$
<b>Painel A: 9 portfólios tamanho x B/M</b>							
<i>3F</i>	0,94	0,49	0,13	0,18	0,46	0,21	0,87
<i>3F SOC</i>	0,86	0,56	0,14	0,18	0,47	0,22	0,87
<i>3F RMW CMA</i>	0,69	0,72	0,12	0,18	0,42	0,18	0,87
<i>3F RMW CMA SOC</i>	0,68	0,73	0,13	0,18	0,44	0,19	0,87
<b>Painel B: 9 portfólios tamanho x lucratividade</b>							
<i>3F</i>	1,88	0,06	0,31	0,41	0,97	0,94	0,85
<i>3F SOC</i>	1,78	0,08	0,30	0,39	0,94	0,88	0,85
<i>3F RMW CMA</i>	1,80	0,07	0,29	0,38	0,91	0,82	0,88
<i>3F RMW CMA SOC</i>	1,81	0,07	0,28	0,37	0,89	0,78	0,88
<b>Painel C: 9 portfólios tamanho x investimento</b>							
<i>3F</i>	1,60	0,12	0,20	0,27	0,76	0,57	0,85
<i>3F SOC</i>	1,47	0,17	0,21	0,26	0,77	0,59	0,86
<i>3F RMW CMA</i>	1,21	0,30	0,21	0,24	0,78	0,60	0,88
<i>3F RMW CMA SOC</i>	1,20	0,30	0,21	0,24	0,78	0,61	0,88
<b>Painel D: 9 portfólios tamanho x SOC</b>							
<i>3F</i>	3,02	0,00	0,43	0,68	0,89	0,79	0,82
<i>3F SOC</i>	2,87	0,00	0,40	0,63	0,83	0,69	0,83
<i>3F RMW CMA</i>	3,02	0,00	0,44	0,66	0,90	0,81	0,82
<i>3F RMW CMA SOC</i>	3,05	0,00	0,42	0,62	0,85	0,73	0,83

*Nota: “3F” refere-se ao modelo de três fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16). “3F SOC” representa o modelo que considera o fator SOC e os três fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.2). “3F RMW CMA” refere-se ao modelo de cinco fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16.1). “3F RMW CMA SOC” representa o modelo que considera o fator SOC e os cinco fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.3). Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses.*

Fonte: Elaboração própria.

Em síntese, há evidências de que um modelo de quatro fatores com o fator SOC pode ser mais adequado que o modelo de três fatores de Fama-French. Contudo, a contribuição desse fator ao modelo de cinco fatores é insignificante. Além disso, não há, para os modelos que incluem SOC, uma tendência clara de redução da variabilidade não capturada  $A(\hat{a}_i^2)/(\hat{\mu}_i^2)$ , em comparação aos modelos de Fama-French.



## 4.3.4 Teste GRS com a inclusão do fator GOV

As estatísticas dos testes GRS para os modelos que incluem o fator GOV são apresentadas na Tabela 12.

**Tabela 12 – Teste GRS com a inclusão do fator de risco GOV**

	<i>GRS</i>	<i>p</i>	$A a_i $	$\sigma_{a_i}$	$\frac{A a_i }{A \bar{r}_i }$	$\frac{A(\hat{a}_i^2)}{A(\hat{\mu}_i^2)}$	$R^2 \text{ adj.}$
<b>Painel A: 9 portfólios tamanho x B/M</b>							
<i>3F</i>	0,94	0,49	0,13	0,18	0,46	0,21	0,87
<i>3F GOV</i>	0,91	0,52	0,13	0,19	0,46	0,21	0,87
<i>3F RMW CMA</i>	0,69	0,72	0,12	0,18	0,42	0,18	0,87
<i>3F RMW CMA GOV</i>	0,70	0,71	0,12	0,18	0,42	0,18	0,87
<b>Painel B: 9 portfólios tamanho x lucratividade</b>							
<i>3F</i>	1,88	0,06	0,31	0,41	0,97	0,94	0,85
<i>3F GOV</i>	1,86	0,06	0,32	0,41	0,99	0,98	0,85
<i>3F RMW CMA</i>	1,80	0,07	0,29	0,38	0,91	0,82	0,88
<i>3F RMW CMA GOV</i>	1,85	0,06	0,29	0,38	0,92	0,84	0,88
<b>Painel C: 9 portfólios tamanho x investimento</b>							
<i>3F</i>	1,60	0,12	0,20	0,27	0,76	0,57	0,85
<i>3F GOV</i>	1,54	0,14	0,20	0,27	0,73	0,53	0,85
<i>3F RMW CMA</i>	1,21	0,30	0,21	0,24	0,78	0,60	0,88
<i>3F RMW CMA GOV</i>	1,24	0,28	0,20	0,24	0,76	0,58	0,87
<b>Painel D: 9 portfólios tamanho x GOV</b>							
<i>3F</i>	0,62	0,78	0,16	0,21	0,65	0,42	0,83
<i>3F GOV</i>	0,60	0,80	0,15	0,19	0,59	0,35	0,83
<i>3F RMW CMA</i>	0,63	0,77	0,14	0,20	0,57	0,33	0,83
<i>3F RMW CMA GOV</i>	0,71	0,70	0,13	0,19	0,54	0,29	0,83

*Nota: "3F" refere-se ao modelo de três fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16). "3F GOV" representa o modelo que considera o fator GOV e os três fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.2). "3F RMW CMA" refere-se ao modelo de cinco fatores de Fama-French, estimado conforme equação (16.1). "3F RMW CMA GOV" representa o modelo que considera o fator GOV e os cinco fatores de Fama-French como regressores, estimado conforme equação (16.3). Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses.*

Fonte: Elaboração própria.

A inclusão do fator mencionado ao modelo de três fatores resultou em uma pequena diminuição da estatística GRS em todos os painéis analisados (com reduções entre 1,06% e 3,75%). No entanto, observa-se que esse fator não pareceu oferecer um acréscimo significativo ao modelo de cinco fatores, já que não houve redução da estatística para nenhum dos painéis analisados.

A estatísticas GRS dos modelos exibidos em todos os painéis não apresentaram significância estatística (p-valor superior a 0,05), o que sugere que esses modelos são uma representação adequada dos retornos esperados dos

portfólios testados. O percentual da variância não explicada pelo modelo de seis fatores que inclui o fator GOV variou de 18% a 84%.

Há indícios de que um modelo de quatro fatores, como o fator GOV, proporciona contribuição marginal ao modelo de três fatores de Fama-French. Entretanto, sua inclusão ao modelo de cinco fatores não foi capaz de propiciar um modelo mais eficiente. Ademais, não se observou uma tendência clara de redução na variabilidade não capturada nos modelos que incluem GOV, em comparação com os modelos de Fama-French.

Em resumo, foi possível observar que o modelo que inclui um fator de risco *green* é uma representação mais eficiente dos retornos esperados dos ativos em comparação com o modelo de três fatores de Fama-French, para a grande maioria dos painéis testados. Em comparação ao modelo de três fatores, os quatro fatores *green* parecem contribuir para um melhor ajuste do modelo, proporcionando uma redução média e máxima na estatística GRS de 4,12% e 12,50%, respectivamente. Contudo, a inclusão desses fatores ao modelo de cinco fatores não oferece contribuição tão evidente, com redução média e máxima na estatística GRS de 0,17% e 13,22%, respectivamente.

Quando analisados de forma segregada, observa-se que o fator ESG (dimensão agregada) é o que mais contribui para o ganho de eficiência dos modelos. Os fatores ENV, SOC e GOV, individualmente, oferecem contribuições mais relevantes ao modelo de três fatores, porém parecem contribuir pouco em comparação ao modelo de cinco fatores.

Esses resultados estão alinhados às evidências obtidas por Maiti (2021) para o mercado europeu, sugerindo que o desempenho ESG, de forma agregada ou em suas dimensões individuais, pode ser considerado um fator de risco precificado no mercado de ações brasileiro. Conforme dispõe Cornell (2021), a consideração de informações ESG nas decisões de investimento tende a ser um reflexo das preferências dos investidores por empresas com altas pontuações ESG, bem como uma forma de *hedge* contra choques climáticos ou mudanças inesperadas no ambiente regulatório.

#### **4.4 Regressões dos modelos de cinco e seis fatores**

Na presente seção apresentam-se os resultados das regressões do modelo de cinco fatores de risco de Fama-French e dos modelos de seis fatores que incluem um fator *green* para quatro categorias de portfólios de teste 3 x 3: tamanho x B/M, tamanho x lucratividade, tamanho x investimento e tamanho x pontuação ESG.

A análise concentra-se nos interceptos estimados, bem como nos coeficientes do fator *green* considerado em cada modelo. Conforme abordado por Fama e French (2015), um modelo de precificação de que captura adequadamente os retornos esperados dos portfólios de teste deve apresentar intercepto estatisticamente igual a zero.

#### 4.4.1 Regressões para nove portfólios Tamanho x B/M

Os resultados das regressões do modelo de cinco fatores de Fama-French e dos modelos de seis fatores com os diferentes fatores *green* para os nove portfólios de teste construídos com base nas variáveis tamanho e relação B/M são apresentados na Tabela 13.

Observa-se que o modelo de cinco fatores de Fama-French apresentou intercepto igual a zero para todas as nove regressões, com  $R^2$  ajustado variando entre 71% e 89%. Os interceptos mais relevantes foram encontrados no portfólio de ações *small* com relação B/M intermediária ( $t = 1,45$ ) e de ações *big* com alta relação B/M ( $t = 1,24$ ).

A inclusão do fator ESG ao modelo proporcionou uma pequena redução do intercepto em seis das nove regressões. Para todas as estimações o intercepto foi estatisticamente igual a zero. Quanto ao coeficiente do fator ESG, tem-se que esse foi positivo e estatisticamente significativo somente para o portfólio composto por ações *big* de alta relação B/M ( $t = 2,14$ ).

A inclusão do fator SOC ao modelo de cinco fatores não contribuiu significativamente para a redução dos valores dos interceptos na amostra analisada (há redução somente em quatro das nove regressões). Em relação ao coeficiente do fator, observa-se que esse foi estatisticamente significativo para o portfólio de empresas de média capitalização e alta relação B/M ( $t = 3,67$ ).

Por fim, a adição do fator GOV ao modelo de cinco fatores proporcionou uma pequena redução nos interceptos estimados em seis das nove regressões. O coeficiente do fator GOV foi significativo para o portfólio de empresas *small* e baixa

Tabela 13 – Regressões para nove portfólios tamanho x B/M

$B/M \rightarrow$	$B/M_1$	$B/M_2$	$B/M_3$	$B/M_1$	$B/M_2$	$B/M_3$	$B/M_1$	$B/M_2$	$B/M_3$
<b>Painel A:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,10	0,39	0,10	-0,28	1,45	0,40	0,71	0,84	0,87
<i>Mid</i>	-0,07	-0,07	0,01	-0,30	-0,35	0,03	0,81	0,89	0,80
<i>Big</i>	-0,02	-0,01	0,34	-0,14	-0,07	1,24	0,81	0,88	0,89
<b>Painel B:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + esg_pESG + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,08	0,45	0,09	-0,24	1,67	0,37	0,71	0,84	0,87
<i>Mid</i>	-0,06	-0,07	-0,03	-0,26	-0,38	-0,10	0,81	0,88	0,80
<i>Big</i>	-0,01	0,01	0,25	-0,05	0,05	0,95	0,81	0,88	0,90
	$esg$			$t(esg)$					
<i>Small</i>	-0,07	-0,25	0,03	-0,32	-1,93	0,25			
<i>Mid</i>	-0,04	0,02	0,13	-0,28	0,26	1,01			
<i>Big</i>	-0,06	-0,08	0,35	-0,60	-0,62	2,14 *			
<b>Painel C:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + env_pENV + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,08	0,42	0,09	-0,24	1,60	0,39	0,71	0,84	0,87
<i>Mid</i>	-0,02	-0,06	0,00	-0,07	-0,32	0,01	0,82	0,88	0,80
<i>Big</i>	-0,02	-0,02	0,33	-0,09	-0,12	1,19	0,81	0,88	0,89
	$env$			$t(env)$					
<i>Small</i>	-0,08	-0,19	0,01	-0,43	-1,62	0,13			
<i>Mid</i>	-0,27	-0,04	0,02	-2,69 *	-0,44	0,18			
<i>Big</i>	-0,04	0,05	0,05	-0,52	0,47	0,35			
<b>Painel D:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + soc_pSOC + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,08	0,40	0,12	-0,22	1,49	0,51	0,71	0,83	0,87
<i>Mid</i>	-0,09	-0,07	-0,06	-0,41	-0,37	-0,23	0,82	0,88	0,82
<i>Big</i>	-0,02	-0,01	0,31	-0,09	-0,04	1,12	0,81	0,88	0,90
	$soc$			$t(soc)$					
<i>Small</i>	-0,16	-0,09	-0,19	-0,28	1,45	0,40			
<i>Mid</i>	0,18	0,02	0,49	-0,30	-0,35	0,03			
<i>Big</i>	-0,06	-0,04	0,25	-0,14	-0,07	1,24			
<b>Painel E:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + gov_pGOV + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,14	0,39	0,08	-0,41	1,46	0,35	0,72	0,83	0,87
<i>Mid</i>	-0,06	-0,06	-0,01	-0,27	-0,33	-0,04	0,81	0,88	0,81
<i>Big</i>	-0,02	-0,01	0,33	-0,10	-0,06	1,20	0,81	0,88	0,89
	$gov$			$t(gov)$					
<i>Small</i>	-0,53	-0,01	-0,19	-3,25 ***	-0,06	-1,21			
<i>Mid</i>	0,08	0,05	-0,25	0,74	0,52	-2,01 *			
<i>Big</i>	0,09	0,01	-0,13	0,89	0,08	-0,79			

Nota: \*\*\*, \*\*, \* indica significância estatística, a 0,1%; 1% e 5%, respectivamente. Usando os modelos 16.1 e 16.3 para explicar os retornos de nove portfólios de teste formados com base nas variáveis tamanho e relação B/M. Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses. Estatísticas t obtidas por meio de erros padrões robustos de Huber-White.

Fonte: Elaboração própria.

baixa relação B/M ( $t = -3,25$ ) e empresas de média capitalização e alta relação B/M ( $t = -2,01$ ).

#### 4.4.2 Regressões para nove portfólios tamanho x lucratividade

Na Tabela 14 apresentam-se os resultados das regressões para o modelo de cinco fatores de Fama-French e para os modelos de seis fatores com diferentes fatores *green* para os nove portfólios de teste, construídos com base nas variáveis Tamanho e Lucratividade.

Os resultados mostram que o modelo de cinco fatores de Fama-French apresentou intercepto igual a zero para sete das nove regressões, com  $R^2$  ajustado variando de 72% a 94%. Os interceptos das regressões dos portfólios *small* e *mid* de empresas com lucratividade intermediária ( $LUC_2$ ) foram estatisticamente diferentes de zero ( $t = 2,86$  e  $t = 2,03$ , respectivamente).

Não há indicação de que a inclusão do fator ESG no modelo contribua significativamente para a redução dos interceptos que se apresentaram como diferentes de zero para o modelo de cinco fatores. O coeficiente do fator ESG foi positivo e estatisticamente significativo somente para o portfólio composto por ações *big* de lucratividade intermediária ( $t = 2,11$ ).

Em comparação com o modelo de cinco fatores, a adição do fator ENV foi capaz de reduzir os interceptos em seis das nove regressões, com interceptos estimados iguais a zero em sete das nove regressões. O coeficiente do fator foi estatisticamente significativo para o portfólio de ações de baixa capitalização e alta lucratividade ( $t = -2,85$ ) e ações de média capitalização e média lucratividade ( $t = -2,18$ ).

Além disso, não há evidência de que a inclusão dos fatores SOC ou GOV contribuam para um modelo mais eficiente, uma vez que não há redução significativa dos interceptos, em comparação ao modelo de cinco fatores, embora esses portfólios mostrem significância estatística para seus coeficientes em diferentes portfólios de teste. Esses resultados são convergentes com as análises dos testes GRS realizadas na seção anterior.

Tabela 14 – Regressões para nove portfólios tamanho x lucratividade

$LUC \rightarrow$	$LUC_1$	$LUC_2$	$LUC_3$	$LUC_1$	$LUC_2$	$LUC_3$	$LUC_1$	$LUC_2$	$LUC_3$
<b>Painel A:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,33	0,78	-0,15	-1,13	2,86 ***	-0,49	0,83	0,83	0,72
<i>Mid</i>	-0,13	0,35	-0,34	-0,51	2,03 *	-1,91	0,84	0,89	0,85
<i>Big</i>	-0,32	0,21	0,02	-1,00	0,91	0,15	0,77	0,82	0,94
<b>Painel B:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + esg_pESG + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,32	0,81	-0,10	-1,12	2,96 ***	-0,32	0,82	0,83	0,72
<i>Mid</i>	-0,14	0,36	-0,37	-0,54	2,12 *	-2,00 *	0,84	0,88	0,85
<i>Big</i>	-0,28	0,15	0,03	-0,86	0,62	0,24	0,77	0,82	0,94
	$esg$			$t(esg)$					
<i>Small</i>	-0,02	-0,12	-0,20	-0,11	-0,97	-1,15			
<i>Mid</i>	0,03	-0,04	0,12	0,27	-0,35	1,18			
<i>Big</i>	-0,18	0,26	-0,04	-1,00	2,11 *	-0,62			
<b>Painel C:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + env_pENV + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,34	0,79	-0,07	-1,18	2,92 ***	-0,25	0,82	0,83	0,74
<i>Mid</i>	-0,11	0,38	-0,35	-0,41	2,28 *	-1,88	0,84	0,89	0,84
<i>Big</i>	-0,29	0,19	0,00	-0,90	0,80	0,02	0,77	0,82	0,94
	$env$			$t(env)$					
<i>Small</i>	0,09	-0,08	-0,40	0,72	-0,70	-2,85 ***			
<i>Mid</i>	-0,15	-0,17	0,02	-1,41	-2,18 *	0,22			
<i>Big</i>	-0,17	0,11	0,08	-0,99	1,03	1,62			
<b>Painel D:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + soc_pSOC + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,28	0,78	-0,15	-1,00	2,90 ***	-0,50	0,83	0,83	0,72
<i>Mid</i>	-0,16	0,32	-0,37	-0,60	1,89	-2,04 *	0,84	0,89	0,85
<i>Big</i>	-0,28	0,21	0,01	-0,87	0,89	0,11	0,78	0,82	0,94
	$soc$			$t(soc)$					
<i>Small</i>	-0,31	-0,05	0,03	-2,39 *	-0,39	0,20			
<i>Mid</i>	0,16	0,21	0,19	1,31	2,57 **	2,09 *			
<i>Big</i>	-0,31	0,04	0,03	-2,00 *	0,38	0,57			
<b>Painel E:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + gov_pGOV + \epsilon_{pt}$									
	$a$			$t(a)$			$R^2adj.$		
<i>Small</i>	-0,34	0,77	-0,17	-1,18	2,84 **	-0,58	0,83	0,83	0,73
<i>Mid</i>	-0,14	0,34	-0,32	-0,51	1,95 *	-1,86	0,84	0,89	0,85
<i>Big</i>	-0,33	0,21	0,02	-1,03	0,90	0,23	0,77	0,82	0,94
	$gov$			$t(gov)$					
<i>Small</i>	-0,20	-0,07	-0,33	-1,35	-0,50	-2,26 *			
<i>Mid</i>	-0,03	-0,15	0,24	-0,23	-1,42	2,72 **			
<i>Big</i>	-0,16	-0,05	0,12	-0,92	-0,50	1,89			

Nota: \*\*\*, \*\*, \* indica significância estatística, a 0,1%; 1% e 5%, respectivamente. Usando os modelos 16.1 e 16.3 para explicar os retornos de nove portfólios de teste formados com base nas variáveis tamanho e lucratividade. Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses. Estatísticas t obtidas por meio de erros padrão robustos de Huber-White.

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 15 – Regressões para nove portfólios tamanho x investimento**

INV →	INV <sub>1</sub>	INV <sub>2</sub>	INV <sub>3</sub>	INV <sub>1</sub>	INV <sub>2</sub>	INV <sub>3</sub>	INV <sub>1</sub>	INV <sub>2</sub>	INV <sub>3</sub>
<b>Painel A:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
<i>Small</i>	0,15	-0,11	0,29	0,55	-0,43	0,93	0,85	0,85	0,78
<i>Mid</i>	-0,31	0,16	-0,01	-1,40	0,83	-0,07	0,84	0,87	0,85
<i>Big</i>	0,40	-0,21	0,22	2,21 *	-1,60	1,17	0,88	0,93	0,85
<b>Painel B:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + esg_pESG + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
<i>Small</i>	0,19	-0,12	0,33	0,70	-0,47	1,06	0,85	0,85	0,78
<i>Mid</i>	-0,32	0,14	-0,01	-1,43	0,74	-0,04	0,84	0,87	0,85
<i>Big</i>	0,31	-0,20	0,21	1,78	-1,45	1,14	0,89	0,93	0,85
	<i>esg</i>			<i>t(esg)</i>					
<i>Small</i>	-0,17	0,03	-0,15	-1,19	0,29	-0,93			
<i>Mid</i>	0,02	0,07	-0,02	0,21	0,70	-0,17			
<i>Big</i>	0,37	-0,07	0,03	4,46 ***	-1,05	0,35			
<b>Painel C:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + env_pENV + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
<i>Small</i>	0,19	-0,11	0,30	0,69	-0,45	0,95	0,85	0,85	0,78
<i>Mid</i>	-0,27	0,16	0,00	-1,22	0,82	0,01	0,85	0,87	0,85
<i>Big</i>	0,36	-0,21	0,24	2,08 *	-1,56	1,27	0,88	0,93	0,85
	<i>env</i>			<i>t(env)</i>					
<i>Small</i>	-0,21	0,03	-0,03	-1,74	0,25	-0,27			
<i>Mid</i>	-0,25	0,01	-0,08	-2,91 ***	0,08	-0,90			
<i>Big</i>	0,24	-0,03	-0,09	3,48 ***	-0,47	-1,15			
<b>Painel D:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + soc_pSOC + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
<i>Small</i>	0,19	-0,10	0,31	0,72	-0,40	0,97	0,85	0,85	0,78
<i>Mid</i>	-0,34	0,13	-0,03	-1,56	0,68	-0,16	0,84	0,87	0,85
<i>Big</i>	0,37	-0,21	0,21	2,09 *	-1,56	1,14	0,88	0,93	0,85
	<i>soc</i>			<i>t(soc)</i>					
<i>Small</i>	-0,30	-0,05	-0,12	-2,52 **	-0,43	-0,74			
<i>Mid</i>	0,21	0,24	0,13	1,84	2,83 **	0,90			
<i>Big</i>	0,24	-0,04	0,07	2,85 **	-0,68	0,85			
<b>Painel E:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + gov_pGOV + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
<i>Small</i>	0,12	-0,10	0,28	0,45	-0,39	0,90	0,85	0,85	0,78
<i>Mid</i>	-0,32	0,15	-0,01	-1,41	0,81	-0,04	0,84	0,87	0,85
<i>Big</i>	0,41	-0,22	0,22	2,26 *	-1,61	1,16	0,88	0,93	0,85
	<i>gov</i>			<i>t(gov)</i>					
<i>Small</i>	-0,37	0,10	-0,10	-2,87 ***	0,84	-0,64			
<i>Mid</i>	-0,04	-0,05	0,06	-0,38	-0,49	0,62			
<i>Big</i>	0,06	-0,03	-0,00	0,64	-0,41	-0,03			

Nota: \*\*\*, \*\*, \* indica significância estatística, a 0,1%; 1% e 5%, respectivamente. Usando os modelos 16.1 e 16.3 para explicar os retornos de nove portfólios de teste formados com base nas variáveis tamanho e investimento. Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses. Estatísticas t obtidas por meio de erros padrão robustos de Huber-White.

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.4.3 Regressões para nove portfólios tamanho x investimento

As regressões também foram aplicadas para nove portfólios de teste criados com base nas variáveis tamanho e investimento, sendo os resultados apresentados na Tabela 15. Inicialmente, observou-se que o modelo de cinco fatores de Fama-French foi capaz de explicar adequadamente os retornos dos portfólios de teste em oito dos nove casos analisados, sendo a única exceção o portfólio composto por ações *big* de baixo nível de investimento ( $t = 2,21$ ). A estatística  $R^2$  ajustado variou entre 78% e 93%.

A inclusão do fator ESG ao modelo parece capturar o padrão existente nesse portfólio específico, dado que o intercepto passou a não apresentar significância estatística ( $t = 1,78$ ). O efeito da adição de ESG nos interceptos é mais perceptível para os portfólios de empresas de grande capitalização. Além disso, o coeficiente do fator no portfólio de empresas de grande capitalização e de baixo nível de investimento ( $INV_1$ ) foi relevante ( $t = 4,46$ ).

Em contrapartida, a adição dos fatores ENV, SOC ou GOV não foi capaz de capturar o padrão existente no portfólio mencionado. Em relação aos coeficientes desses fatores, não há um padrão claro estabelecido, de forma que não é possível determinar se tais portfólios são capazes de gerar algum prêmio de retorno no período temporal analisado. Destaca-se a significância estatística obtida para os fatores ENV e SOC no portfólio de empresas de grande capitalização e baixo nível de investimento ( $t = 3,48$  e  $t = 2,85$ , respectivamente).

#### 4.4.4 Regressões para nove portfólios tamanho x ESG

Por fim, foram realizadas as regressões dos modelos de Fama-French de cinco fatores e dos modelos de seis fatores que incorporam fatores *green* para os nove portfólios de teste construídos com base nas variáveis tamanho e pontuação ESG.

Os resultados da Tabela 16 indicam que o modelo de Fama-French de cinco fatores apresentou intercepto igual a zero para oito das nove regressões, com  $R^2$  ajustado variando entre 57% e 94%. O único intercepto estatisticamente diferente de zero observado situou-se no grupo de empresas de grande porte e baixa pontuação



**Tabela 16 – Regressões para nove portfólios tamanho x ESG**

ESG →	ESG <sub>1</sub>	ESG <sub>2</sub>	ESG <sub>3</sub>	ESG <sub>1</sub>	ESG <sub>2</sub>	ESG <sub>3</sub>	ESG <sub>1</sub>	ESG <sub>2</sub>	ESG <sub>3</sub>
<b>Painel A:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
Small	0,18	0,47	-0,25	0,89	1,72	-0,50	0,89	0,83	0,65
Mid	-0,28	-0,22	0,22	-1,21	-0,90	0,89	0,82	0,81	0,82
Big	-1,70	0,28	-0,07	-3,70 ***	1,00	-0,54	0,57	0,74	0,94
<b>Painel B:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + esg_pESG + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
Small	0,29	0,41	-0,51	1,46	1,54	-1,08	0,91	0,83	0,68
Mid	-0,21	-0,21	0,12	-0,88	-0,83	0,51	0,83	0,81	0,83
Big	-1,46	0,30	-0,13	-3,33 ***	1,07	-1,07	0,62	0,74	0,94
	<i>esg</i>			<i>t(esg)</i>					
Small	-0,44	0,23	1,01	-4,48 ***	1,59	4,05 ***			
Mid	-0,30	-0,07	0,38	-2,71 **	-0,56	3,74 ***			
Big	-0,94	-0,10	0,25	-4,18 ***	-0,67	3,38 ***			
<b>Painel C:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + env_pENV + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
Small	0,27	0,43	-0,42	1,42	1,56	-0,89	0,91	0,83	0,69
Mid	-0,24	-0,21	0,20	-1,03	-0,84	0,80	0,83	0,81	0,82
Big	-1,59	0,29	-0,10	-3,61 ***	1,03	-0,78	0,60	0,74	0,94
	<i>env</i>			<i>t(env)</i>					
Small	-0,45	0,25	0,90	-5,62 ***	2,37 *	4,21 ***			
Mid	-0,24	-0,10	0,11	-2,52 *	-0,79	1,16			
Big	-0,59	-0,07	0,15	-3,01 ***	-0,61	2,28 *			
<b>Painel D:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + soc_pSOC + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
Small	0,23	0,48	-0,35	1,18	1,78	-0,72	0,90	0,83	0,66
Mid	-0,28	-0,25	0,16	-1,21	-1,03	0,67	0,82	0,81	0,84
Big	-1,64	0,29	-0,10	-3,68 ***	1,05	-0,82	0,58	0,74	0,94
	<i>soc</i>			<i>t(soc)</i>					
Small	-0,38	-0,06	0,71	-4,07 ***	-0,50	3,06 ***			
Mid	-0,01	0,20	0,45	-0,09	1,74	4,38 ***			
Big	-0,43	-0,07	0,22	-1,86	-0,55	3,48 ***			
<b>Painel E:</b> $R_{pt} = a_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + gov_pGOV + \epsilon_{pt}$									
	<i>a</i>			<i>t(a)</i>			<i>R<sup>2</sup>adj.</i>		
Small	0,18	0,45	-0,19	0,90	1,70	-0,39	0,89	0,83	0,67
Mid	-0,30	-0,22	0,22	-1,28	-0,90	0,91	0,83	0,81	0,82
Big	-1,71	0,28	-0,06	-3,71 ***	1,03	-0,49	0,57	0,74	0,94
	<i>gov</i>			<i>t(gov)</i>					
Small	0,00	-0,35	0,86	0,03	-2,46 *	3,17 ***			
Mid	-0,21	-0,00	0,03	-1,86	-0,02	0,27			
Big	-0,25	0,11	0,10	-1,09	0,72	1,39			

Nota: \*\*\*, \*\*, \* indica significância estatística, a 0,1%; 1% e 5%, respectivamente. Usando os modelos 16.1 e 16.3 para explicar os retornos de nove portfólios de teste formados com base nas variáveis tamanho e pontuação ESG. Setembro de 2010 a fevereiro de 2023, 149 meses. Estatísticas *t* obtidas por meio de erros padrão robustos de Huber-White.

Fonte: Elaboração própria.

ESG ( $t = -3,70$ ). Possivelmente, esse resultado é explicado pelo seu baixo nível de diversificação, dado que é a carteira com o menor número de ações entre todas consideradas no estudo.

A inclusão do fator ESG ao modelo de cinco fatores foi capaz de reduzir apenas parcialmente a significância do intercepto desse portfólio ( $t = -3,33$ ). Os coeficientes do fator mostraram-se significativos e negativos para portfólios compostos por ações com baixa pontuação ESG ( $ESG_1$ ) e significativos e positivos para portfólios compostos por ações com alta pontuação ESG ( $ESG_3$ ). Esse resultado era esperado, haja vista que ESG é um fator *high minus low*, ou seja, dado pela diferença de retornos entre ações com alta pontuação ESG e baixa pontuação ESG.

De forma semelhante, os modelos que consideram os fatores ENV, SOC e GOV não são capazes de mudar o panorama dos interceptos previsto pelo modelo de cinco fatores de Fama-French. Quanto aos coeficientes dos fatores, o padrão observado para o fator ESG também foi encontrado nos fatores ENV e SOC: portfólios de ações com alta (baixa) pontuação tendem a obter coeficientes positivos (negativos).

Contudo, esse padrão foi menos evidente para o modelo que inclui o fator GOV. Uma possível explicação reside no peso dado pelo avaliador para cada constructo que compõe a pontuação agregada ESG, sendo as dimensões *ambiental* e *social* mais relevantes que a dimensão *governança* para a formação da avaliação final.

Em síntese, as regressões para os quatro grupos de portfólios de teste evidenciam que a inclusão de um fator *green* pode colaborar para a redução dos interceptos do modelo, em comparação ao modelo de cinco fatores de Fama-French, proporcionando um ajuste mais adequado aos dados. Essa redução foi mais evidente no modelo que incluiu o fator de risco ESG. Quanto aos coeficientes dos fatores *green*, nenhum padrão evidente foi observado entre os portfólios de teste. Conforme pontuam Cornell (2021) e Pástor, Stambaugh e Taylor (2021), a maior atenção recebida pela temática nos últimos anos tende a propiciar uma alteração nas preferências ESG dos investidores, o que justificaria os resultados ambíguos obtidos nas regressões deste e de outros estudos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da presente pesquisa objetivou-se identificar se o desempenho ESG das empresas negociadas na bolsa de valores brasileira é uma informação precificada pelos investidores e se a inclusão de um fator *green* aos modelos de Fama-French propicia um modelo de precificação mais eficiente na explicação dos retornos esperados dessas ações. Para isso adotou-se um tratamento metodológico rigoroso para a formação dos portfólios de teste e dos fatores de risco. Alguns critérios específicos ao caso brasileiro foram aplicados, com vistas à correta análise dos fatores, entre os quais, filtro de liquidez da ação, winsorização dos retornos esperados, formação de portfólios de teste com maior nível de diversificação, construção de fatores *green* neutros ao efeito tamanho e maior universo amostral, apresentando, dessa forma, avanços em comparação com estudos prévios.

Em resumo, foi possível identificar que os modelos que incorporam um fator de risco *green* são capazes de fornecer uma melhor representação dos retornos esperados das ações negociadas no mercado brasileiro, entre os anos de 2010 e 2023, em comparação aos modelos de três e cinco fatores de Fama-French. Esses resultados indicam que o desempenho ESG é uma informação precificada pelo investidor do mercado brasileiro. Contudo, deve-se observar que os modelos de três e cinco fatores de Fama e French (1993, 2015) já se mostram como representações adequadas dos retornos esperados, por apresentarem interceptos estatisticamente iguais a zero para grande parte das regressões realizadas.

A análise do teste GRS indica que a inclusão de um fator *green* (ESG, ENV, SOC ou GOV) possibilita ganho de eficiência aos modelos para grande parte dos painéis analisados. No entanto, os resultados sugerem que a melhora na eficiência dos modelos de precificação é modesta, principalmente em relação ao modelo de cinco fatores de Fama-French. Os modelos que incluem o fator de risco ESG são os que obtêm o maior ganho de eficiência, enquanto a inclusão dos fatores ENV, SOC e GOV geram contribuições menos expressivas em comparação aos modelos de referência. As regressões dos fatores *green* contra os fatores de Fama-French corroboram essa conclusão, já que os fatores de Fama-French parecem capturar qualquer padrão linear nos retornos dos fatores *green*.

Uma ponderação a ser feita em relação a esta constatação é a de que o mercado brasileiro ainda se encontra em estágios iniciais no que se refere à adoção e à valorização de empresas que priorizam questões ligadas à perspectiva ESG. A mentalidade do investidor brasileiro está aquém daquela apresentada por investidores de países desenvolvidos (FARIAS; BARREIROS, 2021).

No que se refere aos coeficientes dos fatores *green*, nenhum padrão evidente foi observado. Algumas regressões sugerem um prêmio positivo para esses fatores, enquanto outras apontam um retorno médio negativo para a série histórica analisada. Uma possível explicação para esse fenômeno reside no argumento de Pástor, Stambaugh e Taylor (2021) de que a direção do prêmio de sustentabilidade é condicional ao período analisado e às preferências dos investidores. Entretanto, recomenda-se que investigações adicionais sejam realizadas. As análises propostas nesta pesquisa são especialmente úteis para a avaliação de desempenho de gestores de carteiras de investimento, mas também podem fornecer informações relevantes para gestores que estão planejando a política ESG de sua empresa.

Conforme ressalta Cornell (2021), os estudos sobre ESG estão sujeitos às controvérsias em relação ao método de avaliação, assim como à limitação de dados. Essas limitações são especialmente relevantes no caso brasileiro, devido ao baixo número de avaliadores de empresas brasileiras. Nesse sentido, sugere-se que pesquisas futuras considerem outros provedores de avaliação ESG para a formação dos fatores de risco, bem como um recorte temporal mais amplo, de forma a ampliar as análises realizadas.

Destaca-se, por fim, que, apesar de ainda não apresentar a robustez esperada, os resultados encontrados neste estudo constituem um passo importante para o entendimento de como o mercado visualiza uma questão complexa, que está no radar de empresas, legisladores e entidades regulatórias. Trata-se de um tema que certamente ganhará mais relevância, considerando o contexto social, de mercado e, principalmente, ambiental, diante das inúmeras discussões e consequências das alterações climáticas em escala global. Nesse cenário, é esperado que o mundo corporativo seja cada vez mais solicitado a rever seus padrões de governança e apresentar resultados social e ambientalmente responsáveis.

## 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, nov. 2013.
- ALVAREZ, S. A. et al. Developing a Theory of the Firm for the 21st Century. **Academy of Management Review**, v. 45, n. 4, p. 711–716, out. 2020.
- ARONNE, A.; GROSSI, L.; BRESSAN, A. A. Identifying outliers in asset pricing data with a new weighted forward search estimator. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 31, n. 84, p. 458–472, dez. 2020.
- ATZ, U.; VAN HOLT, T.; LIU, Z. Z. Do Corporate Sustainability and Sustainable Finance Generate Better Financial Performance? A Review and Meta-analysis. **SSRN Electronic Journal**, 2020.
- AVRAMOV, D. et al. Sustainable investing with ESG rating uncertainty. **Journal of Financial Economics**, p. S0304405X21003974, set. 2021.
- BANZ, R. W. The relationship between return and market value of common stocks. **Journal of Financial Economics**, v. 9, n. 1, p. 3–18, mar. 1981.
- BASU, S. Investment performance of common stocks in relation to their price-earnings ratios: a test of the efficient market hypothesis. **The Journal of Finance**, v. 32, n. 3, p. 663–682, jun. 1977.
- BAUMOL, W. J. et al. **Stockholder interest and the corporation's role in social policy**. New York: Committee for Economic Development, 1970.
- BÉNABOU, R.; TIROLE, J. Individual and Corporate Social Responsibility. **Economica**, v. 77, n. 305, p. 1–19, jan. 2010.
- BOFINGER, Y.; HEYDEN, K. J.; ROCK, B. Corporate social responsibility and market efficiency: Evidence from ESG and misvaluation measures. **Journal of Banking & Finance**, v. 134, p. 106322, jan. 2022.
- BOWEN, H. R. **Social responsibilities of the businessman**. New York: Harper & Row, 1953.
- BROWN, S. J. The efficient markets hypothesis: The demise of the demon of chance? **Accounting & Finance**, v. 51, n. 1, p. 79–95, mar. 2011.
- BURKE, L.; LOGSDON, J. M. How corporate social responsibility pays off. **Long Range Planning**, v. 29, n. 4, p. 495–502, ago. 1996.
- CARHART, M. M. On Persistence in Mutual Fund Performance. **The Journal of Finance**, v. 52, n. 1, p. 57–82, mar. 1997.
- CARROLL, A. B. A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance. **Academy of Management Review**, v. 4, n. 4, p. 497–505, 1979.

CARROLL, A. B. Corporate Social Responsibility: Evolution of a Definitional Construct. **Business & Society**, v. 38, n. 3, p. 268–295, 1999.

CLARK, G. L.; VIEHS, M. The Implications of Corporate Social Responsibility for Investors: An Overview and Evaluation of the Existing CSR Literature. **SSRN Electronic Journal**, 2014.

COCHRANE, J. H. **Asset pricing**. Rev. ed ed. Princeton, N.J: Princeton University Press, 2005.

CORNELL, B. ESG preferences, risk and return. **European Financial Management**, v. 27, n. 1, p. 12–19, jan. 2021.

DAVIS, K. Can Business Afford to Ignore Social Responsibilities? **California Management Review**, v. 2, n. 3, p. 70–76, abr. 1960.

DAVIS, K. Understanding the social responsibility puzzle. **Business Horizons**, v. 10, n. 4, p. 45–50, 1967.

DEBONDT, W. F. M.; THALER, R. Does the Stock Market Overreact? **The Journal of Finance**, v. 40, n. 3, p. 793–805, 1985.

DURÁN-SANTOMIL, P. et al. Does Sustainability Score Impact Mutual Fund Performance? **Sustainability**, v. 11, n. 10, p. 2972, 24 maio 2019.

EELLS, R. F. **Corporate Giving in a Free Society**. New York: Harper & Bros, 1956.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383, maio 1970.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: II. **The Journal of Finance**, v. 46, n. 5, p. 1575–1617, dez. 1991.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The Cross-Section of Expected Stock Returns. **The Journal of Finance**, v. 47, n. 2, p. 427–465, jun. 1992.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. **Journal of Financial Economics**, v. 33, n. 1, p. 3–56, fev. 1993.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Multifactor Explanations of Asset Pricing Anomalies. **The Journal of Finance**, v. 51, n. 1, p. 55–84, 1996.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. **Journal of Economic Perspectives**, v. 18, n. 3, p. 25–46, 1 ago. 2004.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. A five-factor asset pricing model. **Journal of Financial Economics**, v. 116, n. 1, p. 1–22, abr. 2015.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. International tests of a five-factor asset pricing model. **Journal of Financial Economics**, v. 123, n. 3, p. 441–463, mar. 2017.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Comparing Cross-Section and Time-Series Factor Models. **The Review of Financial Studies**, v. 33, n. 5, p. 1891–1926, 1 maio 2020.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The Value Premium. **The Review of Asset Pricing Studies**, v. 11, n. 1, p. 105–121, 15 fev. 2021.

FARIAS, A. J.; BARREIROS, N. Análise da adoção da ASG (ambiente, social e governança) no mercado brasileiro e internacional. **Revista de Direito Internacional e Globalização Econômica**, v. 7, n. 7, p. 38–52, 16 jul. 2021.

FREEMAN, R. E. **Strategic Management: A stakeholder Approach**. Boston: Pitman, 1984.

FRIEDE, G.; BUSCH, T.; BASSEN, A. ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, v. 5, n. 4, p. 210–233, 2 out. 2015.

FRIEDMAN, M. **Capitalism and freedom**. Chicago: University of Chicago Press, 1962.

GIBBONS, M. R.; ROSS, S. A.; SHANKEN, J. A Test of the Efficiency of a Given Portfolio. **Econometrica**, v. 57, n. 5, p. 1121, set. 1989.

GILLAN, S. L.; KOCH, A.; STARKS, L. T. Firms and social responsibility: A review of ESG and CSR research in corporate finance. **Journal of Corporate Finance**, v. 66, p. 101889, fev. 2021.

GORDON, M. J.; SHAPIRO, E. Capital Equipment Analysis: The Required Rate of Profit. **Management Science**, v. 3, n. 1, p. 102–110, out. 1956.

GSIA. Global Sustainable Investment Review 2020. **Global Sustainable Investment Alliance**, 2020.

HALBRITTER, G.; DORFLEITNER, G. The wages of social responsibility — where are they? A critical review of ESG investing. **Review of Financial Economics**, v. 26, p. 25–35, set. 2015.

HART, O.; ZINGALES, L. Companies Should Maximize Shareholder Welfare Not Market Value. **Journal of Law, Finance, and Accounting**, v. 2, n. 2, p. 247–275, 6 nov. 2017.

HART, S. L. Beyond Greening: Strategies for a Sustainable World. **Harvard Business Review**, 1997.

HARTZMARK, S. M.; SUSSMAN, A. B. Do Investors Value Sustainability? A Natural Experiment Examining Ranking and Fund Flows. **The Journal of Finance**, v. 74, n. 6, p. 2789–2837, dez. 2019.

HEALD, M. **The social responsibilities of business: company and community, 1900-1960**. Cleveland, OH: Case Western Reserve University Press, 1970.

HENRIQUES, V.; YOSHINAGA, C. E.; EID JÚNIOR, W. **Does the ESG investment strategy generate alpha? Evidence from Brazilian stock market.** XXI Encontro Brasileiro de Finanças. **Anais...Evento Online: Sociedade Brasileira de Finanças**, 2021.

HOU, K.; XUE, C.; ZHANG, L. Replicating Anomalies. **The Review of Financial Studies**, v. 33, n. 5, p. 2019–2133, 1 maio 2020.

ILHAN, E.; SAUTNER, Z.; VILKOV, G. Carbon Tail Risk. **The Review of Financial Studies**, v. 34, n. 3, p. 1540–1571, 15 fev. 2021.

JARJIR, S. L.; NASREDDINE, A.; DESBAN, M. Corporate social responsibility as a common risk factor. **Global Finance Journal**, v. 52, p. 100577, maio 2022.

JEGADEESH, N.; TITMAN, S. Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. **The Journal of Finance**, v. 48, n. 1, p. 65–91, 1993.

JONES, T. M. Instrumental Stakeholder Theory: A Synthesis of Ethics and Economics. **The Academy of Management Review**, v. 20, n. 2, p. 404, abr. 1995.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. **Econometrica**, v. 47, n. 2, p. 263, 1979.

KEIM, D. B. Size-related anomalies and stock return seasonality. **Journal of Financial Economics**, v. 12, n. 1, p. 13–32, jun. 1983.

KING, R. G.; LEVINE, R. Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 717–737, 1993.

LINTNER, J. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. **The Review of Economics and Statistics**, v. 47, n. 1, p. 13–37, 1965.

LIOUI, A.; TARELLI, A. Chasing the ESG factor. **Journal of Banking & Finance**, v. 139, p. 106498, jun. 2022.

LOZANO, R.; CARPENTER, A.; HUISINGH, D. A review of ‘theories of the firm’ and their contributions to Corporate Sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 430–442, nov. 2015.

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, p. 145–161, 15 dez. 2021.

MAITI, M. Is ESG the succeeding risk factor? **Journal of Sustainable Finance & Investment**, v. 11, n. 3, p. 199–213, 3 jul. 2021.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77–91, 1952.



MILLER, M. H.; MODIGLIANI, F. Dividend Policy, Growth, and the Valuation of Shares. **The Journal of Business**, v. 34, n. 4, p. 24, out. 1961.

MIRALLES-QUIRÓS, J. L.; MIRALLES-QUIRÓS, M. M.; NOGUEIRA, J. M. Diversification benefits of using exchange-traded funds in compliance to the sustainable development goals. **Business Strategy and the Environment**, v. 28, n. 1, p. 244–255, jan. 2019.

MOSSIN, J. Equilibrium in a Capital Asset Market. **Econometrica**, v. 34, n. 4, p. 768, out. 1966.

NOVY-MARX, R. The other side of value: The gross profitability premium. **Journal of Financial Economics**, v. 108, n. 1, p. 1–28, abr. 2013.

PÁSTOR, L.; STAMBAUGH, R. F. Liquidity Risk and Expected Stock Returns. **Journal of Political Economy**, v. 111, n. 3, p. 642–685, jun. 2003.

PÁSTOR, L.; STAMBAUGH, R. F.; TAYLOR, L. A. Sustainable investing in equilibrium. **Journal of Financial Economics**, v. 142, n. 2, p. 550–571, nov. 2021.

PELOZA, J. The Challenge of Measuring Financial Impacts From Investments in Corporate Social Performance. **Journal of Management**, v. 35, n. 6, p. 1518–1541, dez. 2009.

PEREIRA, P.; CORTEZ, M. C.; SILVA, F. Socially responsible investing and the performance of Eurozone corporate bond portfolios. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, p. csr.1756, 26 abr. 2019.

PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. Strategy & Society. **Harvard Business Review**, 2006.

REFINITIV. **Environmental, social and governance scores from Refinitiv**. London: London Stock Exchange Group, 2022. Disponível em: <[https://www.refinitiv.com/content/dam/marketing/en\\_us/documents/methodology/refinitiv-esg-scores-methodology.pdf](https://www.refinitiv.com/content/dam/marketing/en_us/documents/methodology/refinitiv-esg-scores-methodology.pdf)>. Acesso em: 5 jul. 2022.

REVERTE, C. The Impact of Better Corporate Social Responsibility Disclosure on the Cost of Equity Capital: Corporate Social Responsibility Disclosure and Cost of Capital. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 19, n. 5, p. 253–272, set. 2012.

ROLL, R. What Every CFO Should Know about Scientific Progress in Financial Economics: What Is Known and What Remains to Be Resolved. **Financial Management**, v. 23, n. 2, p. 69–75, 1994.

ROSS, S. A. The arbitrage theory of capital asset pricing. **Journal of Economic Theory**, v. 13, n. 3, p. 341–360, dez. 1976.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SCHLEICH, M. V. **Do ESG Metrics Impact Financial Performance in Brazil?** Dissertação de mestrado—São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2021.

SELEKMAN, B. M. **A moral philosophy for management**. New York: McGraw-Hill, 1959.

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, set. 1964.

TITMAN, S.; WEI, K. C. J.; XIE, F. Capital Investments and Stock Returns. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v. 39, n. 4, p. 677–700, dez. 2004.

TOBIN, J. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. **The Review of Economic Studies**, v. 25, n. 2, p. 65, fev. 1958.

TSAY, R. S. **Analysis of Financial Time Series**. 3. ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2010.

TUKEY, J. W. The Future of Data Analysis. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 33, n. 1, p. 1–67, mar. 1962.

WARTICK, S. L.; COCHRAN, P. L. The Evolution of the Corporate Social Performance Model. **The Academy of Management Review**, v. 10, n. 4, p. 758, out. 1985.

WHITE, H. A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity. **Econometrica**, v. 48, n. 4, p. 817, maio 1980.

WOOD, D. J. Corporate Social Performance Revisited. **The Academy of Management Review**, v. 16, n. 4, p. 691–718, 1991.

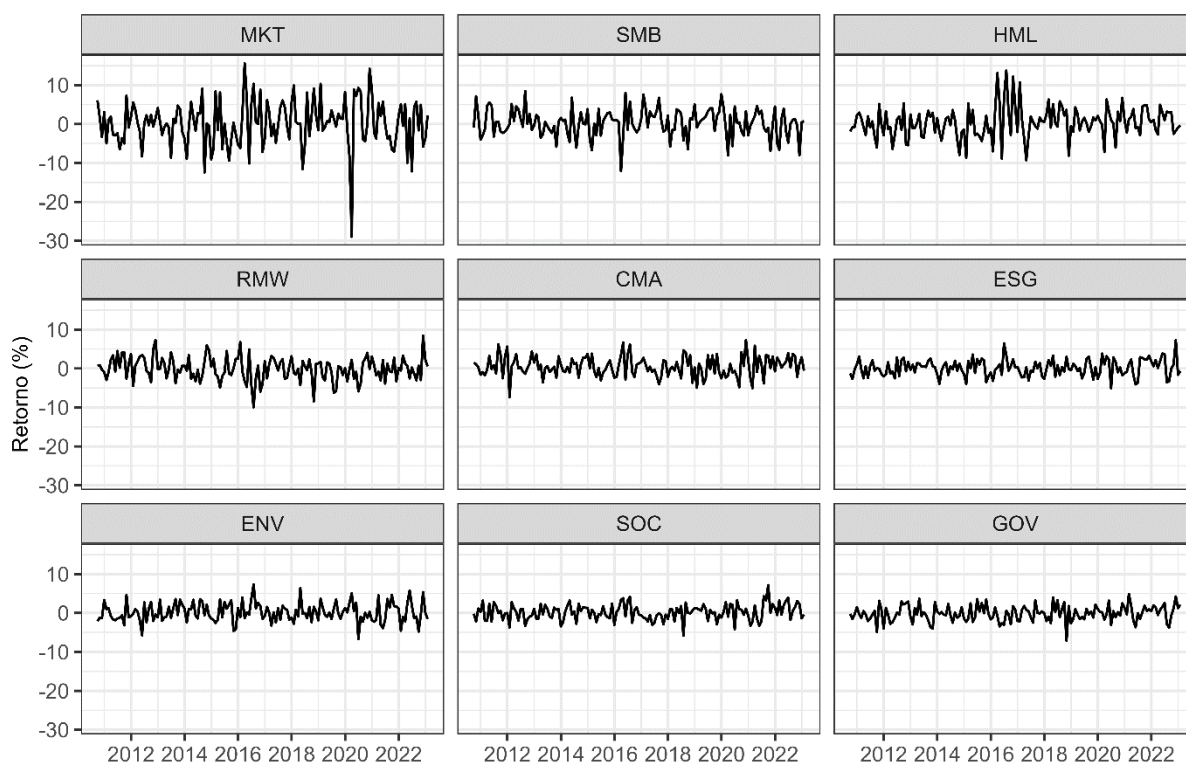
## APÊNDICE A

Tabela 17 - Testes de diagnóstico para os modelos de regressão

$p$	BP	SW	DW	DF
S1BM1	16,02 (0,01)	0,98 (0,07)	1,83 (0,14)	-4,63 (0,01)
S1BM2	6,04 (0,42)	0,99 (0,56)	1,65 (0,01)	-3,72 (0,02)
S1BM3	8,45 (0,21)	0,97 (0,01)	1,95 (0,38)	-3,42 (0,05)
S2BM1	8,46 (0,21)	0,97 (0,00)	1,94 (0,33)	-4,22 (0,01)
S2BM2	6,38 (0,38)	0,99 (0,23)	1,96 (0,38)	-4,80 (0,01)
S2BM3	14,35 (0,03)	0,99 (0,22)	2,20 (0,88)	-3,52 (0,04)
S3BM1	14,28 (0,03)	0,97 (0,00)	1,99 (0,46)	-4,57 (0,01)
S3BM2	19,23 (0,00)	0,99 (0,16)	2,15 (0,81)	-4,43 (0,01)
S3BM3	11,21 (0,08)	1,00 (0,92)	1,91 (0,28)	-5,29 (0,01)
S1PRO1	17,06 (0,01)	0,99 (0,37)	1,82 (0,13)	-4,32 (0,01)
S1PRO2	2,48 (0,87)	0,99 (0,77)	1,98 (0,42)	-3,46 (0,05)
S1PRO3	12,27 (0,06)	1,00 (0,98)	1,86 (0,18)	-4,11 (0,01)
S2PRO1	10,68 (0,10)	0,99 (0,48)	1,80 (0,10)	-3,48 (0,05)
S2PRO2	12,55 (0,05)	1,00 (0,98)	1,87 (0,21)	-4,51 (0,01)
S2PRO3	5,90 (0,43)	1,00 (0,98)	1,93 (0,31)	-4,50 (0,01)
S3PRO1	7,78 (0,25)	0,99 (0,23)	1,79 (0,10)	-4,76 (0,01)
S3PRO2	22,61 (0,00)	0,96 (0,00)	1,99 (0,47)	-5,36 (0,01)
S3PRO3	12,33 (0,05)	0,97 (0,00)	2,2 (0,88)	-5,12 (0,01)
S1INV1	1,91 (0,93)	0,98 (0,01)	1,89 (0,23)	-3,77 (0,02)
S1INV2	5,30 (0,51)	0,99 (0,11)	1,83 (0,14)	-3,91 (0,02)
S1INV3	13,74 (0,03)	0,97 (0,01)	1,87 (0,20)	-3,85 (0,02)
S2INV1	9,55 (0,14)	0,99 (0,53)	2,03 (0,55)	-4,14 (0,01)
S2INV2	12,00 (0,06)	0,99 (0,18)	1,75 (0,06)	-4,41 (0,01)
S2INV3	9,52 (0,15)	0,98 (0,04)	1,94 (0,35)	-4,13 (0,01)
S3INV1	1,08 (0,98)	0,98 (0,08)	2,30 (0,96)	-5,60 (0,01)
S3INV2	13,43 (0,04)	0,98 (0,09)	2,19 (0,87)	-5,00 (0,01)
S3INV3	9,73 (0,14)	0,98 (0,04)	1,98 (0,44)	-4,47 (0,01)
S1ESG1	11,34 (0,08)	1,00 (0,98)	1,76 (0,06)	-3,64 (0,03)
S1ESG2	13,25 (0,04)	0,99 (0,29)	2,08 (0,67)	-3,48 (0,05)
S1ESG3	3,82 (0,70)	0,99 (0,17)	2,07 (0,64)	-3,87 (0,02)
S2ESG1	8,54 (0,20)	0,99 (0,81)	1,72 (0,04)	-4,88 (0,01)
S2ESG2	8,33 (0,21)	0,99 (0,74)	2,03 (0,56)	-4,34 (0,01)
S2ESG3	4,25 (0,64)	0,99 (0,17)	1,79 (0,09)	-4,21 (0,01)
S3ESG1	4,78 (0,57)	0,99 (0,52)	1,48 (0,00)	-3,72 (0,03)
S3ESG2	16,21 (0,01)	0,97 (0,00)	1,46 (0,00)	-4,79 (0,01)
S3ESG3	6,47 (0,37)	0,99 (0,31)	2,19 (0,87)	-5,01 (0,01)

Nota: BP, SW, DW e DF referem-se às estatísticas dos testes de Breusch-Pagan, Shapiro-Wilk, Durbin-Watson e Dickey-Fuller, respectivamente, calculadas para o modelo  $R_{pt} = \alpha_p + b_p(R_{mt} - R_{ft}) + s_pSMB_t + h_pHML_t + r_pRMW_t + c_pCMA_t + esg_pESG + \epsilon_{pt}$ . Os  $p$ -valores associados às estatísticas de teste são apresentados entre parênteses. As hipóteses nulas dos testes de Breusch-Pagan, Shapiro-Wilk e Durbin-Watson são de resíduos homocedásticos, distribuídos normalmente e não autocorrelacionados, respectivamente. Por sua vez, o teste de Dickey-Fuller foi estimado com lag de ordem igual a 6 e tem como hipótese nula a não estacionariedade da série temporal.

Fonte: Elaboração própria.

**Figura 3 – Distribuição dos retornos dos portfólios de risco**

Fonte: Elaboração própria.