

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

VITOR EVALDT BUARQUE

**PERFORMANCE DA VOLATILIDADE DE PORTFÓLIO ESG FRENTE AO
BENCHMARK DE MERCADO: UMA ANÁLISE EMPÍRICA**

Porto Alegre

2022

VITOR EVALDT BUARQUE

**PERFORMANCE DA VOLATILIDADE DE PORTFÓLIO ESG FRENTE AO
BENCHMARK DE MERCADO: UMA ANÁLISE EMPÍRICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Buarque, Vitor
Performance da volatilidade de portfólio ESG frente
ao benchmark de mercado: uma análise empírica / Vitor
Buarque. -- 2022.
47 f.
Orientador: Leonardo Xavier da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas,
Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. ESG. 2. Volatilidade. 3. Modelos GARCH. I.
Xavier da Silva, Leonardo, orient. II. Título.

VITOR EVALDT BUARQUE

**PERFORMANCE DA VOLATILIDADE DE PORTFÓLIO ESG FRENTE AO
BENCHMARK DE MERCADO: UMA ANÁLISE EMPÍRICA**

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

Aprovada em: Porto Alegre, 06 de outubro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva - Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Cleiton Guollo Taufemback
UFRGS

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schonerwald da Silva
UFRGS

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, à minha mãe e ao meu irmão, por todo apoio e incentivo que me deram durante todos estes anos. Esta conquista é nossa.

RESUMO

Os investimentos ESG são um tópico novo e relativamente controverso. Este trabalho pretende verificar empiricamente se os retornos de um portfólio ESG são menos voláteis que os retornos do *benchmark* de mercado, no caso, o Ibovespa. Para verificar esta hipótese, será utilizado o modelo EGARCH(1,1) com distribuição Student para modelar o retorno diário das séries temporais tanto para o período completo, de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022, quanto para o período que exclui o início da crise do Covid-19 no Brasil, de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2020. Apesar de ter apresentado, em ambos períodos, uma volatilidade maior que a do Ibovespa, o portfólio ESG obteve uma melhor relação de risco e retorno.

Palavras-chave: ESG. Volatilidade. Modelos GARCH.

ABSTRACT

ESG investments are a new and relatively controversial topic. This work intends to empirically verify whether the returns of an ESG portfolio are less volatile than the returns of the market benchmark, in this case, the Ibovespa. To verify this hypothesis, the EGARCH(1,1) model with Student distribution will be used to model the daily return of the time series both for the full period, from January 24, 2014 to January 24, 2022, and for the period that excludes the beginning of the Covid-19 crisis in Brazil, from January 24, 2014 to January 24, 2020. Despite having, in both periods, greater volatility than the Ibovespa, the ESG portfolio had a better risk-return ratio.

Keywords: ESG. Volatility. GARCH Models.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Preços diários do IESG e do IBOV.....	29
Gráfico 2 – Retornos diários do IESG e do IBOV.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Correlação entre agências de rating ESG.....	20
Tabela 2 – Composição do IESG.....	23
Tabela 3 – Composição setorial do IESG.....	24
Tabela 4 – Teste de heteroscedasticidade de efeitos ARCH.....	28
Tabela 5 – Indicadores estatísticos do IESG e do IBOV.....	30
Tabela 6 – Teste de Dickey-Fuller Aumentado.....	30
Tabela 7 – Modelo GARCH(1,1) e EGARCH(1,1) para o IESG.....	33
Tabela 8 – Modelo GARCH(1,1) e EGARCH(1,1) para o IBOV.....	34
Tabela 9 – Correlograma de autocorrelação residual do IESG.....	32
Tabela 10 – Heterocedasticidade residual do IESG.....	35
Tabela 11 – Variância condicional do IESG e do IBOV.....	35
Tabela 12 – Risco X Retorno do IESG e do IBOV.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARCH	Heterocedasticidade Condicional Auto Regressiva
AIC	Critério de Informação de Akaike
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
BIC	Critério de Informação Bayesiano
CSR	Responsabilidade Social Corporativa
EGARCH	Heterocedasticidade Condicional Auto Regressiva Generalizada
Exponencial	
ESG	Environmental, Social and Governance
GARCH	Heterocedasticidade Condicional Auto Regressiva Generalizada
GED	Distribuição de Erro Generalizada
SRI	Investimento Socialmente Responsável
IBOV	Índice da Bolsa de Valores de São Paulo
ICO2	Índice de Carbono Eficiente
IESG	Índice Environmental, Social and Governance
IGC	Índice de Ações com Governança Corporativa Diferenciada
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	INVESTIMENTOS ESG	14
2.1	O QUE É ESG?	14
2.2	ABORDAGENS DE INVESTIMENTOS ESG	15
2.3	INVESTIMENTOS ESG DURANTE A CRISE DO COVID-19	18
2.4	O PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS INVESTIMENTOS ESG	19
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
3.1	CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE ESG	22
3.2	ESCOLHA DO MODELO ECONOMETRICO	25
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A – MODELO GARCH(1,1) E EGARCH(1,1) PARA O IESG EXCLUINDO O PERÍODO DA CRISE DO COVID-19	46
	APÊNDICE B – MODELO GARCH(1,1) E EGARCH(1,1) PARA O IBOV EXCLUINDO O PERÍODO DA CRISE DO COVID-19	47

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os agentes econômicos têm olhado, cada vez mais, para questões ambientais, sociais e de governança no processo de tomada de decisão. As empresas ESG, um conceito relativamente novo, englobam tais critérios para promover um mercado de capitais que possibilite o aumento de externalidades positivas para a sociedade. A incorporação desses aspectos qualitativos enfraquece a ideia de que as firmas e os investidores agem com o objetivo de apenas maximizar o lucro. Entender essa nova área de estudo é fundamental para suprir a crescente demanda por empresas ESG, principalmente após a crise do Covid-19, no âmbito global.

O presente trabalho vai analisar e responder se, dado as companhias brasileiras de capital aberto, um portfólio de empresas ESG apresenta menor volatilidade frente ao *benchmark* de mercado, no caso, o Ibovespa. Essa afirmação foi considerada, consensualmente, como verdadeira quando aplicada em outros países. (OUCHEN, Abdessamad, 2022; BROADSTOCK, David et al., 2020; HWANG, Juhee et al., 2021; TAKAHASHI, Hidenori; YAMADA, Kazuo, 2020). No Brasil, entretanto, esta questão se mantém em aberto. A resposta permite entender, em certa medida, como os investidores vêem as empresas ESG na composição de suas carteiras de investimentos.

Como não há, entretanto, um consenso no fato de que os portfólios ESG apresentam um alto retorno e um baixo risco quando comparados aos portfólios convencionais (BROADSTOCK, David et al., 2020), a contribuição deste trabalho está em identificar o modelo econométrico que melhor explica a volatilidade condicional da série de retornos diários do IESG e do IBOV. O IESG foi construído a partir de três outros indicadores conhecidos da B3: o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), o Índice de Ações com Governança Corporativa Diferenciada (IGC) e o Índice de Carbono Eficiente (ICO2). Desse modo, é possível direcionar a avaliação da volatilidade de empresas ESG para o cenário brasileiro. A construção da base de dados engloba um período de 8 anos, de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022. Além disso, foi feita a avaliação da volatilidade do portfólio ESG

excluindo o início da pandemia do Covid-19 no Brasil, indo de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2020. Dessa forma, o estudo permite avaliar o comportamento desses ativos tanto em períodos de baixa quanto em períodos de alta oscilação nos níveis de preços.

Para isso, os modelos não-lineares ao nível da variância serão estimados para encontrar aquele que melhor explica a variância condicional das séries IESG e IBOV. Apesar de existirem diversos modelos que trabalham com volatilidade em séries temporais, será considerado o modelo ARCH (Engle, 1982), e suas extensões: GARCH (Bollerslev, 1986) e EGARCH (Nelson, 1991), conforme o estudo de Ouchen (2022). A partir da construção do modelo, o resultado obtido será validado através de critérios de informações, distribuição de erros e testes residuais. Por fim, o modelo final irá nos ajudar a entender como os ativos ESG se comportam no Brasil, bem como a performance e a relação de risco e retorno deles durante o período de estudo.

Será feita uma revisão da literatura sobre a definição de ESG, as diferentes abordagens aos investimentos ESG, o comportamento desses ativos durante a pandemia do Covid-19 e, por fim, um debate acerca da dificuldade das agências de *rating* ESG convergirem para um mesmo resultado. A construção do Índice ESG, composto por trinta e uma ações, será conduzida no capítulo seguinte. Após, o procedimento metodológico para a escolha do modelo de variância condicional das séries IESG e IBOV. Por fim, haverá uma discussão sobre os resultados obtidos e as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido.

2 INVESTIMENTOS ESG

Neste capítulo, antes de adentrar nos procedimentos metodológicos da construção do modelo econométrico, será feito um debate acerca da literatura existente sobre o tema. Para isso, haverá, primeiramente, um debate sobre a definição do termo ESG. Em seguida, será apresentado as abordagens mais relevantes no que tange os investimentos ESG. Após, iremos verificar o impacto dessa classe de investimentos durante a crise da Covid-19, onde se observou uma grande volatilidade nos mercados globais. Por fim, haverá uma discussão sobre o problema referente às agências de *ratings* de ativos ESG.

2.1 O QUE É ESG?

Em 2004, a Iniciativa de Pacto Global da Organização das Nações Unidas publicou um relatório intitulado “Who Cares Wins”, cunhando, oficialmente, o termo ESG, com o objetivo de estabelecer três pilares éticos nas finanças: o aspecto ambiental, social e de governança. Apesar de cada pilar receber um tratamento específico, os três são complementares no sentido de construir empresas com propósitos benéficos para a sociedade.

O aspecto ambiental inclui problemas como mudança climática, poluição, consumo energético, preservação de recursos naturais, desmatamento, bem-estar animal e exploração de terras. Nesse sentido, avalia os esforços de empresas em diminuir o impacto negativo no meio ambiente ao adotar, por exemplo, energias renováveis, reduzir a emissão de gases de efeito estufa e otimizar o gerenciamento de recursos, água e resíduos. Mesmo após diversos controles metodológicos, empresas que adotaram mais práticas ecológicas apresentaram maior retorno no mercado acionário quando comparadas com empresas que adotaram poucas práticas ecológicas (DERWALL, Jeroen et al., 2004).

O aspecto social foca em tópicos como direitos humanos, trabalho infantil e escravo, saúde e segurança, relação com acionistas e empregados, políticas de gêneros e distribuição de renda. Empresas com alto índice de funcionários

satisfeitos tendem a gerar um alto retorno no mercado acionário no longo prazo (EDMANS, Alex, 2011).

Por fim, a governança abrange o conflito de interesse, o direito dos acionistas, transparência, independência do conselho administrativo, qualidade da gestão e remuneração executiva. As práticas de boa governança geram impactos positivos na rentabilidade de empresas, conforme estudos feitos nos Estados Unidos (GOMPERS, Paul et al., 2003), na Alemanha (VELTE, Patrick, 2017) e na Malásia e Singapura (TARMUJI, Indarawati et al., 2016). Ou seja, empresas ESG podem proporcionar fortes externalidades positivas em questões ambientais, econômicas e sociais (LANDIER, Augustin; LOVO, Stefano, 2020), possibilitando formar um mercado de capitais mais robusto e democrático para a população.

2.2 ABORDAGENS DE INVESTIMENTOS ESG

Além do ESG, o Investimento Socialmente Responsável (SRI) contempla investidores que, baseado em princípios éticos, excluem – ou adicionam - determinadas firmas em seus portfólios. Por exemplo, um investidor SR tende a evitar empresas que comercializam certos produtos (álcool, tabaco, armas), que destroem o meio ambiente e que apresentam um histórico de violação de direitos humanos e trabalhistas. Por outro lado, o investidor pode optar por alocar parte do seu capital em uma empresa que dedica parte do lucro em projetos sociais (GRIM, Douglas; BERKOWITZ, Daniel, 2020).

A diferença, portanto, entre ESG e SRI está no fato de que o investidor SR não irá considerar certas empresas na montagem de seu portfólio, enquanto que o investidor ESG irá alocar uma maior parte de recursos em empresas com alto grau ESG e uma menor parte em firmas com baixo grau ESG (STARKS, Laura, 2021). Segundo Chen e Mussalli (2020), o investidor SR geralmente terá um portfólio com Alpha, ou seja, retorno acima do *benchmark*, menor que os demais portfólios que não adotam o método que exclui totalmente empresas de áreas controversas. A maioria dos gerentes de fundos utilizam estratégias não excludentes (OUCHEN, Abdessamad, 2022).

A responsabilidade social corporativa (CSR), por outro lado, remete ao processo que as empresas adotam para se tornarem mais atrativas aos

consumidores e aos acionistas. Através do aspecto social e ambiental do CSR é possível reduzir as restrições de capital ao aumentar o engajamento com os acionistas – diminuindo, assim, os custos de agência – e ao aumentar a transparência – reduzindo a assimetria de informação (CHENG, Beiting et al., 2014). Apesar da dificuldade das organizações em identificar pontos de atuação de CSR essa preocupação se tornou algo necessário, pois, ao considerar aspectos ESG dentro da empresa, o conselho provavelmente terá análises de investimentos mais completas e decisões mais bem informadas (LINDGREEN, Adam; SWAEN, Valérie, 2010).

A abordagem de investimento integrado, isto é, adotar fatores ESG para contribuir na performance financeira de longo prazo, se provou vencedora ao permitir que investidores institucionais tivessem maior transparência no perfil de risco e retorno dos investimentos e também ao melhorar a rentabilidade dos investimentos (HARPER, Hershel, 2020). Outra abordagem ESG é a de investimento por impacto, na qual o investidor aloca capital apenas em empresas que promovem soluções para problemas sociais e ambientais. Um dos problemas dessa abordagem reside na dificuldade de mensuração dos resultados (OUCHEN, Abdessamad, 2022).

Cao et al. (2020) fazem uma análise de que a preferência por ativos ESG também pode alterar o padrão de retorno das ações, pois as instituições socialmente responsáveis (SR) tendem a reagir menos a sinais quantitativos de preços incorretos, de modo que o erro de preço gera retornos maiores para as ações detidas por instituições SR. Ou seja, quando um investidor decide escolher empresas com enfoque em critérios ESG, ele automaticamente, devido a atenção limitada, dá uma menor importância para fatores quantitativos de preço - evitando, assim, uma leitura equivocada de sinais de preço. Dessa forma, como as instituições SR tendem a reagir menos a esse fator, elas se tornam mais previsíveis e, conseqüentemente, menos voláteis. As ações detidas por instituições SR tendem a ter maiores níveis de ESG, são mais líquidas, têm mais analistas e, no geral, são maiores – essas ações, a partir disso, devem ser precificadas de forma mais eficiente do que as demais instituições. Durante o período de análise, de 2004 até 2014, se observou um retorno de 0.59% ao mês para ações seguradas por instituições SR, enquanto que, durante o mesmo período, se observou um retorno

de -0.21% ao mês para as ações daquelas instituições que não foram classificadas como SR – utilizando tanto o método *standardized unexpected earnings signal* (SUE) quanto o sinal SYY desenvolvido por Stambaugh, Yu e Yuan (2015). Além disso, os autores utilizaram diversas bases de dados, o modelo de fatores comuns de risco Fama-French, a taxa livre de risco de French, conversa com gestores de fundos e analisaram índices de mercados de várias partes do mundo, como FTSE 250, MSCI Europe, MSCI World Index, S&P 500 e Russell 1000. Ou seja, a preferência por ativos ESG tende a gerar menor volatilidade e maior previsibilidade no longo prazo, devido, principalmente, pela prioridade do investidor em se concentrar nos benefícios sociais e ambientais do ativo ao invés de dar mais atenção a variações do preço de curto prazo (CAO, Jie et al., 2020).

Por ser um tópico relativamente recente e pelo aumento da preocupação com questões socioambientais, o ESG tem sido, tanto em países industrializados quanto em países emergentes, um relevante objeto de estudo para analisar o desempenho financeiro de empresas – na qual, em sua maioria, foi possível observar um impacto positivo na rentabilidade (BILLIO, Monica et al., 2021). Existe uma percepção equivocada por parte dos agentes econômicos de que a preocupação da empresa com os critérios ESG tende a afetar negativamente o balanço e o desempenho financeiro. Historicamente, entretanto, as firmas com enfoque nos princípios ESG apresentaram uma performance melhor e com um menor risco do que aquelas que não priorizaram (CHEN, Mike; MUSSALLI, George, 2020; DIMSON, Elroy et al., 2015; KURTZ, Lloyd, 2020). Por outro lado, não há consenso sobre a integração de fatores ESG nos investimentos e o aumento de rentabilidade (ANSON, Mark et al., 2020; FRIEDE, Gunnar et al., 2015; GIESE, Guido et al., 2021).

Uma medida adicional possível sobre os investimentos ESG diz respeito ao risco e retorno de suas aplicações. Markowitz (1952) desenvolveu o conceito de portfólio eficiente, na qual o investidor consegue otimizar a relação de risco e retorno ao escolher uma carteira que entregue maior retorno para determinado nível de risco ou menor risco para determinado nível de retorno (MARKOWITZ, Harry, 1952). Desse modo, o investidor deve considerar não somente o retorno que determinada cesta de ativos vai proporcionar, mas também o quanto de risco que está sendo tomado. Como, neste trabalho, estamos assumindo que o risco pode ser explicado a partir da volatilidade, será possível desenvolver a relação de risco e retorno tanto

para o portfólio ESG quanto para o Ibovespa. Cornell (2021) analisa a relação entre investimentos ESG, risco e retorno esperado. O autor conclui que, do ponto de vista do investidor, empresas com alta classificação ESG tendem a entregar uma rentabilidade pouco atrativa; do ponto de vista das firmas, entretanto, os baixos retornos esperados implicam em menor taxa de desconto e, portanto, maior investimento em projetos verdes e maior valor de mercado para empresas verdes (CORNELL, Bradford, 2021).

2.3 INVESTIMENTOS ESG DURANTE A CRISE DO COVID-19

O tema também foi objeto de estudo durante a pandemia do Covid-19. Ao analisar o índice CSI300 da China durante o período de janeiro até março de 2020, Broadstock et al. (2020) observaram que empresas com alto grau de ESG foram mais resilientes – e, conseqüentemente, tiveram um prejuízo menor – do que empresas com um baixo grau de fatores ESG durante os primeiros meses da pandemia. Os autores concluíram que existe uma preferência por parte dos investidores nos ativos mais resilientes, podendo servir como *hedge* em tempos de crise financeira (BROADSTOCK, David et al., 2020).

Hwang et al. (2021) fizeram uma análise similar, mas com o índice KOSPI da Coreia do Sul. Os pesquisadores observaram a forte queda das empresas que compõem o índice no primeiro trimestre de 2020 e concluíram que a extensão da queda foi consideravelmente menor para empresas com alta performance de atividades ESG – principalmente no aspecto da responsabilidade social e da governança. Esses estudos são importantes para também deixar evidente que medidas ESG adotadas pelas empresas não são custos que diminuem a riqueza dos acionistas, mas formas de preservar o patrimônio em períodos de crise e eventualmente aumentar a lucratividade. É de se esperar, portanto, que se tenha um mercado mais estável quanto maior for o número de empresas que seguem práticas ESG. Além disso, os autores comentam, de forma sucinta, a importância do impacto das empresas ESG na tomada de decisão dos agentes econômicos, como os *accounting information users* e os reguladores, em períodos de incerteza no mercado e a importância de melhorar o ambiente de negócios das empresas no longo prazo a fim de minimizar os impactos da incerteza (HWANG, Juhee et al., 2021).

Seguindo a mesma linha, Ouchen (2022) verifica se um portfólio ESG (MSCI USA ESG Select) é menos volátil do que um portfólio de mercado, no caso o índice S&P 500 dos Estados Unidos. O intervalo temporal abrange desde junho de 2005 até dezembro de 2020. Além disso, o autor também fez uma análise da hipótese desconsiderando o período da crise do Covid-19, indo de junho de 2005 até outubro de 2019. Apesar de não haver comprovação empírica de uma relação positiva entre a integração de fatores ESG no investimento e no desempenho, empresas que historicamente priorizaram princípios ESG tendem a performar melhor e apresentar menor risco do que aquelas que não priorizam. Os resultados concluíram que as probabilidades de um portfólio ESG ir de um estado de estabilidade para um estado de crise são muito menores que um portfólio de mercado. Pegando uma amostra de retorno do portfólio ESG, apenas 1,31% das observações devem estar em estado de crise, enquanto que esse número sobe para 31,11% para o portfólio de mercado S&P500. É possível esperar um período de alta volatilidade de mais de dois meses no portfólio de mercado, enquanto que no portfólio de ESG essa volatilidade cai para dois dias. Em períodos de crise, os ativos ESG têm uma melhor performance; em períodos de baixa volatilidade, entretanto, se observa uma performance pior. Esse efeito foi apontado também por Broadstock et al. (2020), na qual os investidores, entendendo a importância e a resiliência desses ativos em períodos de crise, iriam, em períodos de baixa volatilidade, pagar um prêmio de segurança com a expectativa de maior resiliência em períodos de alta volatilidade (ENGLE, Robert et al., 2020).

2.4 O PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DOS INVESTIMENTOS ESG

Billio et al. (2021) dividem a área de estudo dos investimentos ESG em duas partes. A primeira se refere à literatura responsável por investigar a performance econômica e financeira de portfólios e ações ESG, como a rentabilidade de um portfólio ESG, o impacto de medidas ESG na performance financeira da firma e o efeito das pontuações ESG nas classificações de crédito. A segunda parte foca em avaliar as metodologias adotadas nos sistemas de pontuação de *ratings* ESG destacando suas discordâncias (BILLIO, Monica et al., 2021)

Pelo fato de existirem diversas ramificações e termos dentro da área de investimentos ESG, a própria classificação e avaliação de ESG é diferente entre os pesquisadores. As agências de *rating* ESG apresentam uma correlação muito baixa

em suas definições (CHATTERJI, Aaron et al., 2016), pois as agências, em muitos casos, utilizam metodologias e dados diferentes uma das outras. Berg et al. (2019), complementou este estudo ao explicar em que ponto ocorre a divergência entre as agências de *rating*. Para isso, os autores desmembraram as divergências entre os fatores de escopo, medição e peso de seis agências de *rating* ESG: Kinder, Lydenberg, and Domini (KLD), Sustainalytics, Moody's ESG, S&P Global, Refinitiv e MSCI. A tabela 1 mostra a correlação de Pearson em pares entre os *ratings* ESG e para os fatores ambientais (E), sociais (S) e de governança (G) de forma individual. No âmbito ESG, a correlação média ficou em torno de 0.54, enquanto que o fator ambiental apresentou a maior correlação (0.53) e o fator governança apresentou a menor correlação (0.30) entre as agências estudadas. SA, SP, MO, RE, KL, e MS são abreviações para Sustainalytics, S&P Global, Moody's ESG, Refinitiv, KLD, e MSCI, respectivamente.

O principal ponto, responsável por mais de 50% nas variações dos resultados, é a divergência de medição das agências. É natural que os agentes econômicos tenham opiniões diferentes sobre quais categorias são mais importantes em uma análise de investimento ESG, gerando um debate acerca das preferências de escopo e peso.

Tabela 1 - Correlação entre agências de *rating* ESG

		ESG	E	S	G
KL	SA	0.53	0.59	0.31	0.02
KL	MO	0.49	0.55	0.33	0.01
KL	SP	0.44	0.54	0.21	-0.01
KL	RE	0.42	0.54	0.22	-0.05
KL	MS	0.53	0.37	0.41	0.16
SA	MO	0.71	0.68	0.58	0.54
SA	SP	0.67	0.66	0.55	0.51
SA	RE	0.67	0.64	0.55	0.49
SA	MS	0.46	0.37	0.27	0.16
MO	SP	0.70	0.73	0.68	0.76
MO	RE	0.69	0.66	0.66	0.76
MO	MS	0.42	0.35	0.28	0.14
SP	RE	0.62	0.7	0.65	0.79
SP	MS	0.38	0.29	0.26	0.11
RE	MS	0.38	0.23	0.27	0.07
	Média	0.54	0.53	0.42	0.30

Fonte: Berg et al., 2019

Entretanto, a divergência de medição é problemática se aceitarmos a visão de que as classificações ESG devem, em última análise, ser baseadas em observações objetivas que podem ser verificadas (BERG, Florian et al., 2019).

Diferentemente dos trabalhos que buscam apenas explicar o porquê dos *ratings* de ESG discordarem, Gibson Brandon et al. (2021) examinaram se essa discordância entre as agências pode afetar o retorno das ações. Utilizando dados de sete agências de *ratings* durante os anos de 2010 a 2017, a correlação média de pares entre as agências é de 0,45, sendo a correlação média de pares menor para o fator governança (0,16) e maior para o fator ambiental (0,46). Além disso, a discordância entre as agências aumenta para empresas que não possuem *rating* de crédito e para empresas que detêm as maiores fatias de mercado. As empresas mais rentáveis foram as que apresentaram a menor discordância no *rating* ESG, sendo os setores de telecomunicações e de consumos duráveis aqueles que apresentaram maior discordância. Os autores concluem que os retornos das ações estão positivamente relacionados com as discordâncias dos classificadores ESG - na qual a parte ambiental apresentou maior peso na discordância (GIBSON BRANDON, Rajna et al., 2021).

Conforme observado, existem diversas nuances relativas ao tema de investimentos ESG. A ideia foi apresentar os pontos mais importantes que norteiam esta área de estudo a fim de melhor conduzir a construção do índice ESG no capítulo seguinte. Desenvolver a base teórica e conhecer os trabalhos sobre investimentos ESG torna a tarefa de escolher o modelo econométrico que melhor explique a volatilidade do IESG e do IBOV muito mais fácil e assertiva em função de todo embasamento teórico que está sendo fundamentado.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para verificar a hipótese de que um portfólio ESG é menos volátil que um *benchmark* de mercado, se faz necessário, primeiramente, construir esse portfólio ESG para, posteriormente, analisar qual modelo econométrico melhor explica a volatilidade dessas séries temporais.

3.1 CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE ESG

Antes de analisar a performance de empresas ESG frente ao *benchmark* do mercado, o Ibovespa, primeiramente será necessário cunhar um índice condizente com as premissas de ativos que sejam, de fato, responsáveis por questões ambientais, sociais e de governança. Para isso, foram utilizados três índices criados pela B3: o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), o Índice de Carbono Eficiente (ICO2) e o Índice de Ações com Governança Corporativa Diferenciada (IGC). Os índices são atualizados quadrimestralmente, sendo o período escolhido para análise indo de maio até agosto de 2022. O ISE é um dos índices mais utilizados pelo mercado para avaliar se uma empresa segue critérios ESG, pois avalia a eficiência econômica, equilíbrio ambiental, justiça social e governança. O ICO2 leva em consideração as emissões de gases de efeito estufa das empresas que compõem o IBrX 100, além de ser necessário aderir formalmente à iniciativa e prestar contas anualmente para a B3. Por fim, o IGC considera o fator governança das empresas – Nível 1, Nível 2 e Novo Mercado – ponderando pelo valor de mercado do “free float”.

Cada índice conta com um determinado número de ações e com uma porcentagem de participação, totalizando 100%. O novo índice, que será chamado de IESG, foi baseado nas ações que estão incluídas nos três índices, ponderando pela participação em cada um deles. Outros dois índices foram considerados para a composição: o Índice GPTW e o S&P/B3 Brazil ESG Index. O aspecto social do ESG normalmente é visto pelo impacto da empresa na sociedade como um todo, não apenas com seus colaboradores. Como o IGPTW capta apenas essa ramificação da questão social, se optou por omitir o índice na análise. O S&P/B3 Brazil ESG Index também foi descartado devido, principalmente, à dificuldade de acesso aos dados que compõem o índice.

A interseção dos três índices resultou em trinta e sete ações que formaram o IESG. Entretanto, por ter empresas relativamente novas listadas na bolsa, o histórico do comparativo entre o IESG e o Ibovespa era extremamente curto para desenvolver uma análise robusta. Por questões metodológicas, se optou por remover as seis empresas mais recentes que compõem o índice: BPAC11, MOVI3, PCAR3, SUZB3, VIIA3 e VBBR3. Dessa forma, apesar de remover aproximadamente 16% da composição do índice, é possível compararmos a rentabilidade e a volatilidade entre os índices desde 2014 até hoje.

Ao todo, trinta e uma empresas compõem o IESG (Tabela 2), sendo os setores bancário, de energia e de comércio os mais relevantes dentro da composição do índice, com participação de 23,85%, 14,90% e 13,44% respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2 - Composição do IESG

Ativo	Participação
ITAUUNIBANCO PN N1 - ITUB4	9,61%
BRADESCO PN N1 - BBDC4	8,23%
BRASIL ON NM - BBAS3	6,01%
WEG ON NM - WEGE3	5,51%
COSAN ON NM - CSAN3	4,24%
RAIADROGASIL ON NM - RADL3	3,83%
LOJAS RENNER ON NM - LREN3	3,71%
GRUPO NATURA ON NM - NTCO3	3,63%
CCR AS ON NM - CCRO3	3,26%
TIM ON NM - TIMS3	3,20%
KLABIN S/A UNT N2 - KLBN11	3,07%
MAGAZ LUIZA ON NM - MGLU3	3,04%
CEMIG PN N1 - CMIG4	3,02%
RUMO S.A. ON NM - RAIL3	2,93%
ITAUSA PN N1 - ITSA4	2,89%
AMERICANAS ON NM - AMER3	2,86%
BRF SA ON NM - BRFS3	2,86%
COPEL PNB N1 - CPLE6	2,79%
MARFRIG ON NM - MRFG3	2,55%
ELETROBRAS ON N1 - ELET3	2,54%
SUL AMERICA UNT N2 - SULA11	2,53%
ENGIE BRASIL ON NM - EGIE3	2,50%
CPFL ENERGIA ON NM - CPFE3	2,42%
BRASKEM PNA N1 - BRKM5	2,40%
FLEURY ON NM - FLRY3	1,89%
ENERGIAS BR ON NM - ENBR3	1,63%

MINERVA ON NM - BEEF3	1,53%
MRV ON NM - MRVE3	1,46%
DEXCO ON NM - DXCO3	1,42%
CIELO ON NM - CIEL3	1,23%
<u>ECORODOVIAS ON NM - ECOR3</u>	<u>1,21%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor

A predominância do setor bancário se deve em função, principalmente, das novas regras de agenda sustentável criadas pelo Banco Central a partir de 2021, com o objetivo de mitigar os impactos de questões sociais, ambientais e climáticas no âmbito do Sistema Financeiro Nacional (Banco Central do Brasil, 2021). Além disso, desde 1995 o Banco Central promove políticas e ações de caráter sustentável, estimulando, mesmo que indiretamente, os bancos públicos e privados do Brasil a adotarem posturas ESG.

Tabela 3 - Composição setorial do IESG

Setores	Participação
Banco	23,85%
Energia	14,90%
Comércio	13,44%
Outros	8,41%
Transporte	7,40%
Alimentos	6,94%
Indústria Mecânica	5,51%
Não Classificado	4,24%
Telecomunicações	3,20%
Papel e Celulose	3,07%
Construtoras	2,88%
Seguradoras	2,53%
Petroquímica	2,40%
<u>Investimentos</u>	<u>1,23%</u>

Fonte: Elaborado pelo autor

O setor energético, há um bom tempo, vê a necessidade de aumentar a produção energética ao mesmo tempo que precisa reduzir a emissão de gás carbono. Como a questão ambiental é uma preocupação global, as agências de rating estão, cada vez mais, adotando fatores ESG na análise de crédito, de modo que, tanto do ponto de vista de dívida da empresa quanto de *equity*, a preocupação com questões ambientais, sociais e de governança impacta diretamente a captação de recursos (YILMAZ, Ilker, 2022). Por fim, o setor de comércio, principalmente o

varejista, foi afetado pelos critérios ESG em função da crescente demanda por produtos de caráter sustentável e pela curiosidade do consumidor em saber, de fato, a origem dos produtos que estão comprando.

3.2 ESCOLHA DO MODELO ECONOMETRICO

A conclusão sobre a volatilidade dos indicadores durante o período de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022 deve ser feita através de modelos econométricos. Assumir homocedasticidade, isto é, variância constante, é extremamente limitante na análise. Desse modo, a abordagem correta deve examinar padrões que permitam explicar a variância através do seu histórico. O modelo de heterocedasticidade condicional auto regressiva (ARCH), desenvolvido principalmente por Robert Engle (1982), tem como objetivo verificar se a variância de uma série temporal possui uma variação no tempo que depende de efeitos defasados. Ou seja, a variância é baseada em erros passados com heteroscedasticidade de diferentes períodos autocorrelacionados. O modelo ARCH(q) pode lidar com estacionariedade (média invariável) e com não-estacionariedade (média variável), sendo otimizado em dados de alta frequência, como dias, semanas ou meses (ASTERIOU, Dimitrios; HALL, Stephen, 2007). A equação do modelo ARCH(1) é escrita como:

$$h_t = b_o + b_1 u_{t-1}^2$$

Onde:

h_t é a variância condicional;

b_o é o termo constante;

$b_1 u_{t-1}^2$ é o erro quadrado do termo anterior com um período de defasagem;

$u_t \sim iid N(0, \sigma_t^2)$;

$b_o > 0$; $0 \leq b_1 < 1$.

A equação do modelo ARCH(1) demonstra que quando um grande choque ocorre no período $t-1$, há maior probabilidade de que o valor de u_t também seja maior. Ou seja, quando u_{t-1}^2 é pequeno (grande), a variância de u_t também é pequena (grande). Se $b_1 = 0$, a série é homocedástica. O termo de erro possui distribuição normal com média zero e variância igual a σ_t^2 .

A quantidade de períodos defasados que a variância condicional depende denotam a estrutura do modelo ARCH(q), de modo que:

$$h_t = b_0 + \sum_{i=1}^q b_i u_{t-i}^2$$

Apesar da importância e da relevância, os modelos ARCH(q) são difíceis de estimar em função de, frequentemente, gerarem uma estimativa negativa dos b_i . Além disso, como o modelo precisa estimar $q+1$ parâmetros, se q for grande pode gerar um modelo sobre parametrizado e levar a uma significativa perda de acurácia. O modelo ARCH é capaz apenas de providenciar uma descrição mecânica do comportamento da variância condicional, mas não consegue explicar sua causa (TSAY, Ruey, 2002).

Para resolver esses problemas, Tim Bollerslev (1986) desenvolveu o modelo de heterocedasticidade condicional auto regressiva generalizada (GARCH). Esse novo modelo contém diversas similaridades com o ARCH, como lidar com estacionariedade e não estacionariedade, modelar a volatilidade da variância, capturar cluster de volatilidade temporal e estimar o risco do ativo através do comportamento da variância condicional. Para otimizar o processo, o modelo GARCH inclui a variação condicional defasada como termos autoregressivos, aumentando a eficiência da estimativa ao tornar o modelo parcimonioso, isto é, com poucos parâmetros. Ademais, o modelo GARCH apresenta diversas extensões que conseguem capturar efeitos assimétricos e de alavancagem de notícias boas e ruins.

O modelo GARCH(1,1) pode ser escrito como:

$$h_t = \varphi + \theta_1 h_{t-1} + b_1 u_{t-1}^2$$

Quando expandimos a quantidade de períodos defasados, temos o GARCH(p,q), na qual o p se refere aos termos defasados da variância condicional e o q aos termos defasados do erro quadrado (ASTERIOU, Dimitrios; HALL, Stephen, 2007). Como apenas três parâmetros são desconhecidos, a estimativa do modelo GARCH(p,q) se torna mais fácil e parcimoniosa do que o ARCH(p+q), mesmo que ambos modelos sejam equivalentes (DAVIDSON, Russell; MACKINNON, James, 2003). O modelo GARCH(p,q) pode ser escrito como:

$$h_t = \varphi + \sum_{k=1}^p \theta_k h_{t-k} + \sum_{i=1}^q b_i u_{t-i}^2$$

Se $p = 0$, o modelo se reduz para o ARCH(q). Para garantir que a variância condicional seja sempre positiva, θ_k e b_i devem ser positivos e a soma de ambos não pode ultrapassar 1, caso contrário um processo de GARCH Integrado (IGARCH) ocorreu. O modelo GARCH(1,1) é extremamente popular pois, além de se ajustar a diversas bases de dados, é possível capturar, com apenas três parâmetros, efeitos similares a um modelo ARCH(q) que exige a estimativa de $q+1$ parâmetros quando q é grande (HANSEN, Peter et al., 2003).

O modelo GARCH, apesar de todos benefícios para mensurar a variância condicional, trata todas as notícias de forma simétrica, isto é, notícias ruins ($u_{t-i} < 0$) e boas ($u_{t-i} > 0$) impactam a volatilidade do ativo da mesma forma. Na prática, entretanto, as notícias boas e ruins afetam a volatilidade do mercado financeiro de forma diferente. Para capturar a assimetria da série temporal, Nelson (1991) desenvolveu o modelo GARCH exponencial (EGARCH). O modelo, que considera o logaritmo da variância condicional e desconsidera a simetria dos coeficientes, tem sido utilizado constantemente para analisar o retorno de ativos financeiros (OUCHEN, Abdessamad, 2022). O EGARCH(1,1) pode ser escrito como:

$$\log(h_t) = \varphi + b_1 \left| \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| + \lambda_1 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \theta_1 \log(h_{t-1})$$

A variável λ_1 será responsável por captar os efeitos de assimetria, sendo o modelo simétrico quando $\lambda_1 = 0$. Se $\lambda_1 < 0$, isso significa que notícias ruins geram maior volatilidade do que notícias boas. Ou seja, o EGARCH(1,1), com apenas um

parâmetro a mais, consegue mensurar o impacto assimétrico de notícias, eventos e incidentes no mercado financeiro para dentro do modelo.

O primeiro passo, portanto, para comparar a volatilidade do IESG e do IBOV é verificar se existem efeitos ARCH nessas séries - caso contrário, não faria sentido utilizar ARCH, mas sim Mínimos Quadrados Ordinários. Para isso, se utilizou o teste de heteroscedasticidade de efeitos ARCH e rejeitou-se a hipótese nula, ao nível de 1% de significância, conforme a tabela 4, de que não há efeitos ARCH nas séries IESG e IBOV.

Tabela 4: Teste de heteroscedasticidade de efeitos ARCH

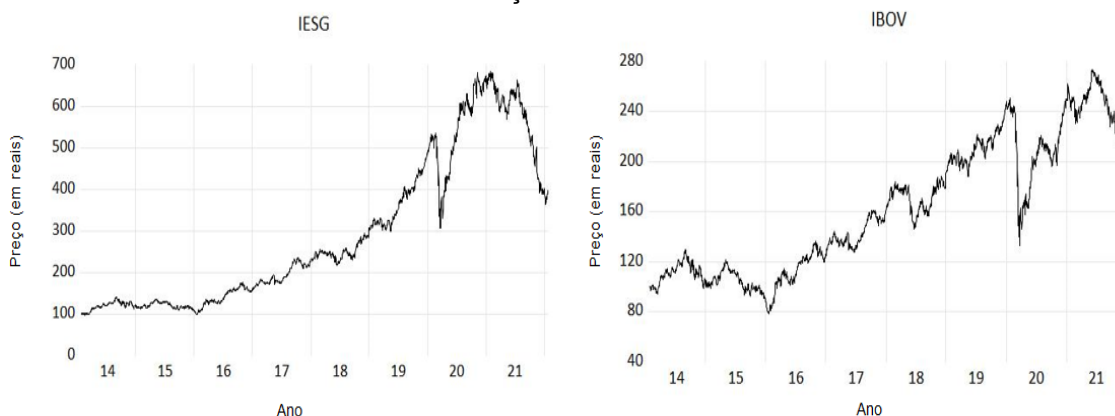
	IESG	IBOV
Obs*R-Squared	455,6704*	459,0205*
Prob. Chi-Square	0,0000	0,0000
F-Statistic	591,3758*	597,0366*
Prob. F	0,0000	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor

(*) Significante a 1%.

A tabela 5 apresenta os indicadores estatísticos dos retornos diários do IESG e do IBOV. É possível concluir que existe uma grande probabilidade de ocorrência de pontos extremos, pois ambas séries apresentam um retorno diário menos achatado que a distribuição normal. Como a curtose do IESG e do IBOV apresentaram altos valores, as séries seguem uma distribuição leptocúrtica. O teste de Jarque Bera aponta que os retornos diários não seguem a distribuição normal. Por fim, o coeficiente de assimetria indica uma assimetria negativa (menor que zero). Essa assimetria indica que a volatilidade é menor após um aumento nos retornos, ou seja, os ativos reagem mais a um choque negativo do que a um positivo (OUCHEN, Abdessamad, 2022, p.12).

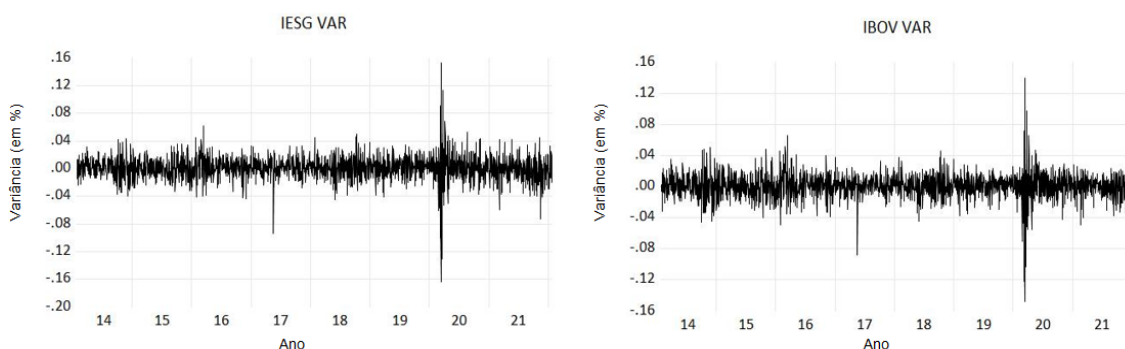
Gráfico 1 - Preços diários do IESG e do IBOV



Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 1 mostra a evolução dos preços diários do IESG e do IBOV de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022, enquanto que o gráfico 2 mostra a evolução dos retornos diários desses ativos. Como o IBOV é o *benchmark* de mercado mais utilizado no Brasil, é notória a informação de que os preços diários são não estacionários $I(1)$ e os retornos diários são estacionários $I(0)$. Considerando a semelhança gráfica com o IESG, a presunção se estende para essa série também.

Gráfico 2 - Retornos diários do IESG e do IBOV



Fonte: Elaborado pelo autor

Entretanto, para confirmar a hipótese e tomar a decisão correta acerca da estacionariedade das séries, se faz necessário realizar o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (Tabela 6). O teste ADF verifica a hipótese nula de que uma raiz unitária está presente na série temporal, enquanto que a hipótese alternativa sugere estacionariedade na série. Quanto menor for o teste estatístico ADF, em valores negativos, maior é a rejeição da hipótese nula de que existe uma raiz unitária em determinado nível de confiança.

Tabela 5 - Indicadores estatísticos do IESG e do IBOV

Indicador	IESG	IBOV
Média	0,000843	0,000549
Mediana	0,000788	0,000624
Máximo	0,152179	0,139048
Mínimo	-0,164155	-0,147787
Desvio Padrão	0,017708	0,016501
Assimetria	-0,650542	-0,652288
Curtose	16,10846	14,95790
Soma Média	1,669140	1,087020
Soma DP	0,620875	0,539120
Jarque-Bera	14315,78	11937,20
Probabilidade	0.000000	0.000000
Observações	1980	1980

Fonte: Elaborado pelo autor

O teste converge para o mesmo resultado, ou seja, os preços diários do IESG e do IBOV não apresentam estacionariedade, enquanto que os retornos diários são estacionários. Essa informação é fundamental para entender a dinâmica da série IESG e para possibilitar a escolha mais acurada do modelo para verificar a variância condicional. Como a série de retornos diários do IESG tem características muito semelhantes observadas em séries financeiras temporais, como o IBOV, o modelo GARCH e EGARCH de regime único são recomendados para estimar a variância condicional.

Tabela 6 - Teste de Dickey-Fuller Aumentado

Variáveis		ADF t-stat	P-valor
IESG	Preço Diário	0,460259	0,8139
	Retorno Diário	-50,14435*	0,0001
IBOV	Preço Diário	0,831107	0,8906
	Retorno Diário	-50,23136*	0,0001

Fonte: Elaborado pelo autor

(*) Significante a 1%.

Para escolher o modelo que melhor explique a volatilidade do IESG e do IBOV, a distribuição do erro precisa ser levada em consideração. Sendo assim, será analisado o modelo GARCH(1,1) e o EGARCH(1,1) com distribuição normal, Student e generalizada (GED). Somado ao resultado dos testes individuais de significância

dos coeficientes, os critérios de informações e os testes residuais serão fundamentais para direcionar a escolha do modelo mais assertivo.

Primeiramente, o modelo preferido deve apresentar coeficientes ARCH e GARCH significativos com o menor número de parâmetros, ou seja, mais parcimonioso. Então, é necessário avaliar alguns critérios de informação do modelo. O R-quadrado ajustado, extensão do R-quadrado, melhora a qualidade do modelo ao penalizar, através do ajustamento dos graus de liberdade na estimativa da variância dos erros, variáveis explicativas adicionais (WOOLDRIDGE, Jeffrey, 2016, p. 756). Logo, quanto maior for o R-Quadrado ajustado, melhor será o modelo. A função log-verossimilhança, ou Log(L), é vista como função dos parâmetros a serem estimados, na qual cada observação é o log da densidade da variável dependente, dadas as variáveis independentes (WOOLDRIDGE, Jeffrey, 2016, p. 763). Quanto maior for a Log(L), melhor o modelo.

O critério de informação Akaike (AIC) foi desenvolvido pelo estatístico japonês Hirotugu Akaike como uma extensão do método de máxima verossimilhança (AKAIKE, 1987). O AIC, apesar de não poder garantir a qualidade do modelo por não utilizar teste de hipótese, traz um equilíbrio entre a qualidade do ajuste e da complexidade, uma vez que fornece estimativa das informações perdidas quando um modelo é utilizado (KOLIDAKIS, Stylianos et al., 2019). O critério de informação Bayesiano (BIC), ou critério de Schwarz, foi desenvolvido pelo estatístico Gideon Schwarz (SCHWARZ, 1978). Apesar da forte semelhança com o AIC, a diferença se manifesta quando é adicionado um número k de parâmetros para melhorar a performance do modelo. O BIC penaliza muito mais, quando comparado com o AIC, um incremento de parâmetros no modelo. Assim como o AIC, o modelo que apresenta um BIC menor tende a ser preferido.

A tabela 7 apresenta o resultado consolidado dos coeficientes do modelo GARCH(1,1) e EGARCH(1,1) para o IESG e também dos testes de critérios de informação. A partir dela, o EGARCH(1,1) com distribuição Student é o modelo mais adequado para modelar a variância condicional do IESG. Ao observar os indicadores dos critérios de informação, o EGARCH(1,1) com distribuição Student apresentou melhor Log(L), AIC e BIC. O mesmo resultado foi obtido ao realizar a análise do

IBOV (Tabela 8). A equação que explica a variância condicional do IESG pode ser escrita como o modelo EGARCH(1,1) abaixo:

$$\log(\hat{h}_t) = -0,433 + 0,16 \left| \frac{\hat{u}_{t-1}}{\sqrt{\hat{h}_{t-1}}} \right| - 0,066 \frac{\hat{u}_{t-1}}{\sqrt{\hat{h}_{t-1}}} + 0,963 \log(\hat{h}_{t-1})$$

Por fim, para reforçar a credibilidade do modelo de variância condicional do IESG, foi feito o diagnóstico residual para verificar a inexistência de autocorrelação e de heteroscedasticidade nos resíduos do EGARCH(1,1) com distribuição Student. A tabela 9 apresenta o correlograma de autocorrelação e correlação parcial dos resíduos da amostra utilizando trinta e seis defasagens - em função de se tratar de uma série temporal diária. Como não se observa nenhum resultado estatisticamente significativo, podemos concluir que não há autocorrelação residual em nenhum período defasado.

Tabela 9 - Correlograma de autocorrelação residual do IESG

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*		
		1	0.004	0.004	0.0399	0.842			1	0.009	0.009	0.1573	0.692
		2	0.006	0.006	0.1054	0.949			2	0.041	0.041	3.5398	0.170
		3	-0.013	-0.013	0.4294	0.934			3	0.007	0.007	3.6505	0.302
		4	-0.027	-0.027	1.9232	0.750			4	-0.008	-0.010	3.7842	0.436
		5	0.043	0.044	5.6536	0.341			5	-0.012	-0.012	4.0614	0.541
		6	-0.008	-0.008	5.7663	0.450			6	0.013	0.014	4.3790	0.626
		7	0.016	0.014	6.2467	0.511			7	0.002	0.003	4.3866	0.734
		8	-0.003	-0.003	6.2662	0.617			8	0.013	0.012	4.7490	0.784
		9	-0.020	-0.018	7.0344	0.634			9	0.010	0.009	4.9501	0.839
		10	0.022	0.021	8.0383	0.625			10	0.028	0.027	6.4953	0.772
		11	0.013	0.014	8.3561	0.681			11	0.020	0.019	7.2827	0.776
		12	-0.012	-0.015	8.6648	0.731			12	0.029	0.027	8.9922	0.704
		13	-0.026	-0.026	9.9767	0.696			13	-0.006	-0.008	9.0705	0.768
		14	0.025	0.029	11.236	0.667			14	-0.016	-0.018	9.5928	0.791
		15	0.031	0.030	13.157	0.590			15	-0.017	-0.016	10.186	0.808
		16	0.023	0.020	14.174	0.586			16	0.006	0.008	10.256	0.853
		17	0.046	0.045	18.364	0.366			17	-0.007	-0.005	10.345	0.889
		18	-0.007	-0.004	18.452	0.426			18	-0.006	-0.008	10.416	0.917
		19	0.002	0.002	18.460	0.492			19	-0.022	-0.023	11.398	0.910
		20	-0.014	-0.013	18.826	0.533			20	0.023	0.023	12.474	0.899
		21	0.031	0.030	20.730	0.476			21	0.028	0.029	14.069	0.867
		22	0.031	0.026	22.656	0.421			22	0.059	0.056	21.127	0.513
		23	-0.022	-0.020	23.608	0.426			23	-0.025	-0.029	22.363	0.498
		24	0.015	0.014	24.033	0.460			24	-0.026	-0.031	23.711	0.478
		25	-0.039	-0.037	27.055	0.353			25	-0.019	-0.014	24.445	0.494
		26	0.007	0.006	27.155	0.401			26	-0.024	-0.018	25.590	0.486
		27	0.068	0.066	36.436	0.106			27	-0.012	-0.009	25.899	0.524
		28	0.014	0.015	36.828	0.123			28	0.008	0.006	26.015	0.572
		29	0.022	0.017	37.788	0.127			29	0.006	0.007	26.093	0.621
		30	-0.005	0.003	37.831	0.154			30	0.009	0.007	26.273	0.661
		31	0.008	0.006	37.955	0.182			31	0.008	0.006	26.401	0.702
		32	0.007	-0.002	38.064	0.213			32	0.000	-0.005	26.401	0.746
		33	0.003	0.002	38.077	0.249			33	-0.016	-0.018	26.896	0.764
		34	-0.005	-0.009	38.127	0.287			34	-0.032	-0.032	29.008	0.711
		35	-0.007	-0.005	38.216	0.325			35	-0.041	-0.033	32.416	0.593
		36	-0.041	-0.043	41.581	0.241			36	0.011	0.019	32.648	0.629

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 7 - Modelo GARCH(1,1) e EGARCH(1,1) para o IESG

	GARCH $h_t = \varphi + \theta_1 h_{t-1} + b_1 u_{t-1}^2$ onde $\varphi > 0, \theta_1 \geq 0$ e $b_1 \geq 0$			EGARCH $\log(h_t) = \varphi + b_1 \left \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right + \lambda_1 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \theta_1 \log(h_{t-1})$		
	nGARCH Distribuição Normal	sGARCH Distribuição Student	gedGARCH Distribuição GED	nEGARCH Distribuição Normal	sEGARCH Distribuição Student	gedEGARCH Distribuição GED
φ	1,16e-05** (2,73e-06)	1,08e-05** (3,25e-06)	1,14e-05** (3,53e-06)	-0,491432** (0,070144)	-0,433354** (0,089359)	-0,468103** (0,097258)
b_1	0,091236** (0,011871)	0,085218** (0,014592)	0,087144** (0,015016)	0,177811** (0,019427)	0,160350** (0,024010)	0,168522** (0,025345)
λ_1	-	-	-	-0,067468** (0,014596)	-0,065798** (0,016493)	-0,066650** (0,017583)
θ_1	0,864466** (0,019246)	0,872577** (0,022462)	0,868870** (0,024126)	0,957610** (0,007535)	0,963087** (0,009635)	0,959592** (0,010469)
ν	-	10,67214** (1,771968)	1,541403** (0,048979)	-	10,59819** (1,719786)	1,542748** (0,049385)
Log(L)	5460,400	5482,506	5478,642	5466,036	5489,454	5484,397
Adj. R ²	0,007702	0,008577	0,009338	0,005934	0,008457	0,008940
AIC	-5,510505	-5,531824	-5,527921	-5,515188	-5,537832	-5,532724
BIC	-5,496387	-5,514882	-5,510979	-5,498246	-5,518066	-5,512959

Fonte: Elaborado pelo autor

(**) Significativo a 5%.

Entre parênteses, erro padrão (ajustado).

Tabela 8 - Modelo GARCH(1,1) e EGARCH(1,1) para o IBOV

GARCH				EGARCH		
$h_t = \varphi + \theta_1 h_{t-1} + b_1 u_{t-1}^2$ onde $\varphi > 0, \theta_1 \geq 0$ e $b_1 \geq 0$				$\log(h_t) = \varphi + b_1 \left \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right + \lambda_1 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \theta_1 \log(h_{t-1})$		
	nGARCH	sGARCH	gedGARCH	nEGARCH	sEGARCH	gedEGARCH
	Distribuição Normal	Distribuição Student	Distribuição GED	Distribuição Normal	Distribuição Student	Distribuição GED
φ	9,57e-06** (2,05e-06)	7,64e-06** (2,30e-06)	8,39e-06** (2,57e-06)	-0,447631** (0,065466)	-0,379602** (0,075270)	-0,403720** (0,081031)
b_1	0,082952** (0,009598)	0,075756** (0,013622)	0,078280** (0,013414)	0,154027** (0,018571)	0,137165** (0,023638)	0,142913** (0,024034)
λ_1	-	-	-	-0,080617** (0,011669)	-0,082173** (0,015175)	-0,081698** (0,015081)
θ_1	0,874971** (0,016456)	0,890017** (0,019587)	0,884423** (0,021075)	0,961271** (0,006769)	0,967928** (0,007798)	0,965540** (0,008398)
ν	-	8,740107** (1,265456)	1,483952** (0,046624)	-	8,622332** (1,299794)	1,497874** (0,048460)
Log(L)	5594,322	5628,584	5620,729	5606,723	5639,406	5631,313
Adj. R ²	0,009570	0,010545	0,011476	0,008948	0,010533	0,011373
AIC	-5,645780	-5,679378	-5,671444	-5,657296	-5,689299	-5,681124
BIC	-5,631661	-5,662436	-5,654502	-5,640354	-5,669533	-5,661359

Fonte: Elaborado pelo autor

(**) Significativo a 5%.

Entre parênteses, erro padrão (ajustado).

O teste para verificar a existência de heterocedasticidade residual não apresentou, também, um resultado estatisticamente significativo, de modo que é possível concluir que não há efeitos de heterocedasticidade nos resíduos da amostra (Tabela 10). Portanto, o EGARCH(1,1) com distribuição Student, tanto para o IESG quanto para o IBOV, é o melhor modelo para analisar a variância condicional do período de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022.

Tabela 10 - Heterocedasticidade residual do IESG

F-statistic	0.156817	Prob. F(1,1977)	0.6921
Obs*R-squared	0.156963	Prob. Chi-Square(1)	0.6920

Fonte: Elaborado pelo autor

A tabela 11 é o resultado obtido após estimar o EGARCH do modelo. Além de analisar o período de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022, se considerou, também, o período da amostra que exclui a pandemia do Covid-19, de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2020. Dessa forma, é possível observar e comparar como a volatilidade do IESG e do IBOV se comportaram durante esses períodos. Para estimar a variância condicional da amostra que exclui a pandemia do Covid-19, se utilizou do mesmo modelo, o EGARCH(1,1) com distribuição Student, pois se mostrou, conforme os Apêndices A e B, o mais eficaz.

Tabela 11 - Variância condicional do IESG e do IBOV

EGARCH(1,1)	Vol. IESG	Vol. IBOV	Vol. IESG	Vol. IBOV
Média	0,000278	0,000245	0,000202	0,000203
Mediana	0,000227	0,000195	0,000188	0,000182
Máximo	0,005380	0,004518	0,000536	0,000621
Mínimo	0,000076	0,000059	0,000088	0,000066
Desvio Padrão	0,000323	0,000293	0,000068	0,000087
Observações	1980	1980	1485	1485

Fonte: Elaborado pelo autor

O resultado obtido a partir da Tabela 11, considerando, ainda, os indicadores estatísticos da Tabela 5 e o histórico de retornos e preços diários dos gráficos 1 e 2, são as evidências empíricas necessárias para avaliarmos a hipótese central deste trabalho, ou seja, se a volatilidade de um portfólio ESG é menos volátil que o *benchmark* de mercado do Brasil.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao analisar os resultados obtidos na Tabela 10, a volatilidade média, mediana e o desvio padrão do IESG durante o período completo foram maiores que os indicadores do IBOV. Além disso, se observou que a volatilidade máxima do IESG, ocorrido em meio à crise do Covid-19, foi maior que o do IBOV, de modo que os investidores, durante período de alta turbulência e incerteza, se desfizeram de suas posições em um grau maior do que o *benchmark* de mercado. O resultado vai em contramão com Broadstock et al. (2020), na qual os autores chegaram à conclusão de que as empresas chinesas com alto grau de ESG, durante o período da pandemia do Covid-19, apresentaram menor volatilidade de preço em comparação com empresas de baixo grau de ESG (BROADSTOCK, David et al., 2020). Do mesmo modo, o trabalho de Hwang et al. (2021) verificou que as firmas sul-coreanas, após a crise do Covid-19, tiveram uma queda significativa nos lucros. Entretanto, houve uma queda menor entre as empresas com alta performance de atividades ESG, ou seja, em um cenário de incerteza, o resultado financeiro está atrelado, em certa medida, ao grau de dedicação da firma com os princípios ESG (HWANG, Juhee et al., 2021). Takahashi e Yamada (2020), ao estudarem a performance do mercado financeiro no Japão durante a crise do Covid-19, trouxeram evidências de que, apesar dos *ratings* de ESG não influenciarem o retorno das ações, existe uma relação não-linear entre o desempenho dos ativos e o nível de investimentos em firmas por fundos atrelados a práticas ESG (TAKAHASHI, Hidenori; YAMADA, Kazuo, 2020). Ouchen (2022) verificou que empresas ESG norte-americanas apresentaram menor volatilidade quando comparadas com o índice de referência do mercado, tanto no período amostral completo, que abrange desde 01 de junho de 2005 até 31 de dezembro de 2020, quanto no período que exclui a crise do Covid-19, de 01 de junho de 2005 até 29 de outubro de 2019 (OUCHEN, Abdessamad, 2022).

Curiosamente, o resultado obtido no cenário brasileiro não é similar aos demais estudos acima elencados. Na amostra que desconsidera a pandemia do Covid-19, o IESG apresenta uma volatilidade média praticamente igual ao IBOV durante o período. Entretanto, o IESG apresenta uma mediana maior e o *range max-min* da variância condicional maior que o IBOV, indicando uma maior volatilidade no período. Ou seja, mesmo em períodos com certa estabilidade, os

investidores que possuem ações de empresas ESG tendem a se desfazer da posição com maior frequência do que os investidores do IBOV. Engle et al. (2020) concluíram que os investidores pagam um prêmio de seguro em ativos ESG durante períodos de baixa volatilidade para que, quando ocorrer uma crise, seus portfólios não sejam tão afetados pela alta volatilidade (ENGLE, Robert et al., 2020). No Brasil, entretanto, o investidor que seguir essa lógica terá uma maior oscilação no seu portfólio ESG quando comparado com o IBOV.

Analisando o gráfico de risco e retorno dos dois índices durante o período de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022, o IESG obteve um retorno médio de 283,95% com 27,77% de volatilidade, enquanto que o IBOV obteve um retorno médio de 123,38% com 26,02% de volatilidade (Tabela 12). Ou seja, o IESG, com um Índice de Sharpe de 0,46, apresenta uma melhor relação de risco e retorno quando comparado com o IBOV, com Índice de Sharpe de apenas 0,21. Segundo a teoria moderna do portfólio de Markowitz (1952), um portfólio posicionado mais acima e à direita do gráfico é preferível, em termos de diversificação para otimizar a relação de risco e retorno, a demais portfólios posicionados abaixo dessa posição (MARKOWITZ, Harry, 1952). Desse modo, o risco adicional que o investidor toma ao escolher o IESG é justificado em função do maior retorno que o portfólio apresentou durante o período analisado.

Tabela 12 - Risco X Retorno do IESG e do IBOV

Portfólio	Retorno	Volatilidade (Anualizada)	Índice de Sharpe
IESG	283,95%	27,77%	0,46
IBOV	123,38%	26,02%	0,21

Fonte: Elaborado pelo autor

Os ativos que melhor performaram durante o período de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022 foram Magazine Luiza, WEG S.A. e RaiaDrogasil, com retorno acumulado de 2.507,98%, 742,96% e 728,02%, respectivamente. As ações que pior performaram foram Cielo, BRF e Rumo SA, com retorno acumulado de -84,40%, -42,68% e -27,27%, respectivamente. Não há evidências, entretanto, de que o desempenho dessas companhias se deu exclusivamente em função de práticas e medidas ESG. Diversos outros fatores devem ser levados em consideração ao analisar a performance dos ativos para concluir sobre o porquê de apresentarem esse resultado. Além disso, há um certo consenso de que as agências de *ratings* de ESG apresentam inconsistências entre si, como divergência na

metodologia, na base de dados e até na definição do ESG (BERG, Florian et al., 2019; DIMSON, Elroy et al., 2020; BILLIO, Monica et al., 2021). Por ser um tópico relativamente recente no ambiente acadêmico, é importante levar em consideração que a composição do IESG, formado pela interseção dos ativos que compõem o ISE, o ICO2 e o IGC, pode alterar conforme o debate sobre a definição de ESG pelas agências de *ratings* se aproxime de um consenso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os investimentos ESG estão crescendo consideravelmente nos últimos anos em todo o mundo. Os motivos para o crescimento são diversos, desde a preferência do investidor por ativos que respeitem o meio ambiente e sejam sustentáveis até pela ótica da empresa em adotar medidas ESG para diminuir fatores de risco ou para melhorar relações comerciais.

O presente trabalho se concentrou em verificar se um portfólio composto de ativos ESG seria menos volátil que o *benchmark* de mercado brasileiro, no caso, o Ibovespa. Essa hipótese, principalmente após a crise do Covid-19, foi testada em mercados de outros países, como Estados Unidos, China, Coreia do Sul e Japão. Em todos os casos, o portfólio ESG se mostrou mais resiliente e menos turbulento que os *benchmarks* de mercado.

Para verificarmos essa condição no mercado brasileiro, foi necessário, primeiramente, entender o que são os ativos ESG e como essa sigla é aplicada ao mundo dos investimentos. De fato, existem diversas formas de avaliar o grau de ESG de uma empresa, seja através do que o investidor atribui maior peso até diferentes formas de medição de dados. Essa diversidade de possibilidades resulta em uma grande dificuldade para convergir os resultados das agências de *ratings* ESG. Este trabalho não tem, nesse sentido, o intuito de solucionar esse problema, mas sim de reconhecer a limitação do trabalho na hora de montar o Índice ESG (IESG) que será comparado com o Ibovespa (IBOV).

Os dados que serviram como base para a confecção do IESG foram retirados de três outros indicadores existentes da B3: o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), o Índice de Ações com Governança Corporativa Diferenciada (IGC) e o Índice de Carbono Eficiente (ICO2). Foi feita uma seleção de apenas as ações que estão presentes nos três índices, atribuindo o mesmo peso para cada uma de suas participações, culminando em uma seleção de trinta e oito ativos. Para expandir o horizonte de análise, as sete ações mais recentes do índice foram descartadas, de modo que a série temporal enquadra o período de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022.

Com o índice ESG consolidado, para verificar a volatilidade seria necessário adotar algum modelo econométrico que capturasse a não-linearidade da série temporal dos retornos diários do IESG e do IBOV. Seguindo a metodologia de

Ouchen (2022), foi utilizado o modelo ARCH e suas extensões GARCH e EGARCH. Para realizar a escolha correta e também para dar credibilidade ao trabalho, foram feitos alguns testes para verificar a significância do modelo, como o teste de heteroscedasticidade para efeitos ARCH na série, teste de raiz unitária ADF, análise de indicadores estatísticos e de critérios de informações e testes residuais. Após fazer o comparativo entre os modelos, aquele que melhor explica a variância condicional da série de retornos diários do IESG e do IBOV foi o EGARCH(1,1) com distribuição Student, tanto no período completo da análise, de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2022, quanto para o período que exclui o início da crise do Covid-19 no Brasil, de 24 de janeiro de 2014 até 24 de janeiro de 2020.

A conclusão obtida foi de que o portfólio ESG não é menos volátil que o índice de mercado brasileiro, indo na contramão de demais estudos similares aplicados em outros países. Em linhas gerais, é possível afirmar que os investidores ESG tendem a vender seus ativos com maior frequência do que os investidores que utilizam o Ibovespa, tornando o portfólio mais volátil e propenso a oscilações - principalmente em cenários de crise. A conclusão é a mesma quando analisamos o período que exclui o início da crise do Covid-19 no Brasil, embora a variância entre os dois índices fique bem mais próxima. Se observou, ainda, que, apesar de apresentar maior risco, o IESG apresentou, durante o período de análise, um índice de Sharpe superior ao IBOV, indicando que o investidor que deseja otimizar a relação de risco e retorno de uma cesta de ativos deveria preferir o IESG ao IBOV.

Por fim, é importante ressaltar as limitações deste trabalho, principalmente em relação às definições de empresas ESG e as agências de *ratings*, que podem alterar com o passar do tempo. Além disso, como a amostra analisada começa no ano de 2014 e vai até 2022, muitas definições e metodologias foram aplicadas e desenvolvidas, de modo que dificulta o ato de mensurar exatamente em que ponto no tempo uma empresa passou a incorporar os fatores ESG ao ponto de se tornar, de fato, uma empresa ESG. A construção do Índice ESG, desenvolvida no capítulo 3.1, pode ser passível de alterações, pois, segundo Berg et al. (2019), qualquer pesquisa que utilize classificações ou métricas ESG precisa prestar atenção especial à validade dos dados usados, considerando que as agências de *ratings* ESG, naturalmente, vão divergir nos resultados. Além disso, existem outras formas de explicar a volatilidade das séries temporais, seja a partir de outras extensões do modelo GARCH ou seja, conforme Hwang et al. (2021), pelo desenvolvimento de um

modelo regressivo que explique o comportamento das empresas IESG considerando o retorno sobre ativos (ROA) como variável dependente.

No entanto, o presente trabalho, considerando suas limitações, deixa como contribuição aos pesquisadores entender o porquê de um portfólio ESG no Brasil apresentar volatilidade maior que o *benchmark* de mercado, visto que, nos demais países, se observou exatamente o resultado contrário.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. Factor analysis and AIC. **Psychometrika**, v. 52, n. 3, p. 317–332, set. 1987.

ANSON, M. et al. The Sustainability Conundrum. **The Journal of Portfolio Management**, v. 46, n. 4, p. 124–138, 29 fev. 2020.

ASTERIOU, Dimitrios; HALL, Stephen. **Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews and Microfit Revised Edition**. 1. ed. rev. New York: Palgrave Macmillan, 2007. 397 p. ISBN 9780230506404.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. RESOLUÇÃO BCB Nº 139, de 15 de setembro de 2021. Dispõe sobre a divulgação do Relatório de Riscos e Oportunidades Sociais, Ambientais e Climáticas (Relatório GRSAC). **Diário Oficial da União**: edição 176, seção 1, página 43, Brasília, DF, 15 set. 2021.

BERG, F.; KÖLBEL, J.; RIGOBON, R. Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Ratings. **SSRN Electronic Journal**, p. 1–48, 2019.

BILLIO, M. et al. Inside the ESG ratings: (Dis)agreement and performance. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 28, n. 5, p. 1426–1445, set. 2021.

BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. **Journal of Econometrics**, v. 31, n. 3, p. 307–327, abr. 1986.

BROADSTOCK, D. et al. The Role of ESG Performance During Times of Financial Crisis: Evidence from COVID-19 in China. **SSRN Electronic Journal**, p.1–11, 2020.

CAO, J. et al. ESG Preference, Institutional Trading, and Stock Return Patterns. **SSRN Electronic Journal**, p. 1–42, 2020.

CHATTERJI, A. K. et al. Do ratings of firms converge? Implications for managers, investors and strategy researchers. **Strategic Management Journal**, v. 37, n. 8, p. 1597–1614, ago. 2016.

CHEN, M.; MUSSALLI, G. An Integrated Approach to Quantitative ESG Investing. **The Journal of Portfolio Management**, v. 46, n. 3, p. 65–74, 31 jan. 2020.

CHENG, B.; IOANNOU, I.; SERAFEIM, G. Corporate social responsibility and access to finance. **Strategic Management Journal**, v. 35, n. 1, p. 1–23, jan. 2014.

CORNELL, B. ESG Preferences, Risk and Return. **SSRN Electronic Journal**, p. 1–18, 2020.

DAVIDSON, Russell; MACKINNON, James. **Econometric Theory and Methods**. [S. l.]: Oxford University Press, USA, 2003. 688 p. ISBN 9780195123722.

DERWALL, J. et al. The Eco-Efficiency Premium Puzzle. **Financial Analysts Journal**, v. 61, n. 2, p. 51–63, 2 mar. 2005.

DIMSON, E.; KARAKAŞ, O.; LI, X. Active Ownership. **Review of Financial Studies**, v. 28, n. 12, p. 3225–3268, dez. 2015.

DIMSON, E.; MARSH, P.; STAUNTON, M. Divergent ESG Ratings. **The Journal of Portfolio Management**, v. 47, n. 1, p. 75–87, 31 out. 2020.

EDMANS, A. Does the stock market fully value intangibles? Employee satisfaction and equity prices. **Journal of Financial Economics**, v. 101, n. 3, p. 621–640, set. 2011.

ENGLE, R. F. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. **Econometrica**, v. 50, n. 4, p. 987–1007, jul. 1982.

ENGLE, R. F. et al. Hedging Climate Change News. **The Review of Financial Studies**, v. 33, n. 3, p. 1184–1216, 1 mar. 2020.

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.

GIBSON BRANDON, R.; KRUEGER, P.; SCHMIDT, P. S. ESG Rating Disagreement and Stock Returns. **Financial Analysts Journal**, v. 77, n. 4, p. 104–127, 15 out. 2021.

GIESE, G.; NAGY, Z.; LEE, L.-E. Deconstructing ESG Ratings Performance: Risk and Return for E, S, and G by Time Horizon, Sector, and Weighting. **The Journal of Portfolio Management**, v. 47, n. 3, p. 94–111, 31 jan. 2021.

GOMPERS, P.; ISHII, J.; METRICK, A. Corporate Governance and Equity Prices. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 118, n. 1, p. 107–156, 1 fev. 2003.

GRIM, D. M.; BERKOWITZ, D. B. ESG, SRI, and Impact Investing: A Primer for Decision-Making. **The Journal of Impact and ESG Investing**, v. 1, n. 1, p. 47–65, 31 ago. 2020.

HANSEN, P. R.; LUNDE, A.; NASON, J. M. Choosing the Best Volatility Models: The Model Confidence Set Approach*. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 65, n. s1, p. 839–861, dez. 2003.

HARPER, H. One Institutional Investor's Approach to Integrating ESG in the Investment Process. **The Journal of Portfolio Management**, v. 46, n. 4, p. 110–123, 29 fev. 2020.

HWANG, J.; KIM, H.; JUNG, D. The Effect of ESG Activities on Financial Performance during the COVID-19 Pandemic—Evidence from Korea. **Sustainability**, v. 13, n. 20, p. 1–17, 14 out. 2021.

KOLIDAKIS, S. et al. Road traffic forecasting — A hybrid approach combining Artificial Neural Network with Singular Spectrum Analysis. **Economic Analysis and Policy**, v. 64, p. 159–171, dez. 2019.

KURTZ, L. Three Pillars of Modern Responsible Investment. **The Journal of Investing**, v. 29, n. 2, p. 21–32, 31 jan. 2020.

LANDIER, A.; LOVO, S. ESG Investing: How to Optimize Impact? **SSRN Electronic Journal**, p. 1–60, 2020.

LINDGREEN, A.; SWAEN, V. Corporate Social Responsibility. **International Journal of Management Reviews**, v. 12, n. 1, p. 1–7, mar. 2010.

MARKOWITZ, H. PORTFOLIO SELECTION*. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77–91, mar. 1952.

NELSON, D. B. Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. **Econometrica**, v. 59, n. 2, p. 347–370, mar. 1991.

OUCHEN, A. Is the ESG portfolio less turbulent than a market benchmark portfolio? **Risk Management**, v. 24, n. 1, p. 1–33, 25 mar. 2022.

SCHWARZ, G. Estimating the Dimension of a Model. **The Annals of Statistics**, v. 6, n. 2, p. 461–464, 1 mar. 1978.

STAMBAUGH, R. F.; YU, J.; YUAN, Y. Arbitrage Asymmetry and the Idiosyncratic Volatility Puzzle. **The Journal of Finance**, v. 70, n. 5, p. 1903–1948, out. 2015.

STARCKS, L. T. Environmental, Social, and Governance Issues and the Financial Analysts Journal. **Financial Analysts Journal**, v. 77, n. 4, p. 5–21, 15 out. 2021.

TAKAHASHI, H.; YAMADA, K. When Japanese Stock Market Meets COVID-19: Impact of Ownership, Trading, ESG, and Liquidity Channels. **SSRN Electronic Journal**, p. 1–47, 16 abr. 2020.

TARMUJI, I.; MAELAH, R.; TARMUJI, N. H. The Impact of Environmental, Social and Governance Practices (ESG) on Economic Performance: Evidence from ESG Score. **International Journal of Trade, Economics and Finance**, v. 7, n. 3, p. 67–74, jun. 2016.

TSAY, RUEY. **Analysis of Financial Time Series**. 1. ed. [S. l.]: Wiley, 2002. 448 p. ISBN 9780471461616.

VELTE, P. Does ESG performance have an impact on financial performance? Evidence from Germany. **Journal of Global Responsibility**, v. 8, n. 2, p. 169–178, 29 ago. 2017.

YILMAZ, I. ESG-Based Sustainability Performance and its Impact on Cost of Capital: International Evidence from the Energy Sector. **International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting**, v. 12, n. 2, p. 21–30, 11 abr. 2022.

WOOLDRIDGE, Jeffrey. **Introductory Econometrics: A Modern Approach**. 6. ed. [S. l.]: Cengage Learning, 2016. 789 p. ISBN 9781305270107.

APÊNDICE A – MODELO GARCH(1,1) E EGARCH(1,1) PARA O IESG EXCLUINDO O PERÍODO DA CRISE DO COVID-19

GARCH				EGARCH		
$h_t = \varphi + \theta_1 h_{t-1} + b_1 u_{t-1}^2$ onde				$\log(h_t) = \varphi + b_1 \left \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right + \lambda_1 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \theta_1 \log(h_{t-1})$		
$\varphi > 0, \theta_1 \geq 0$ e $b_1 \geq 0$						
	nGARCH	sGARCH	gedGARCH	nEGARCH	sEGARCH	gedEGARCH
	Distribuição Normal	Distribuição Student	Distribuição GED	Distribuição Normal	Distribuição Student	Distribuição GED
φ	9,70e-06** (3,31e-06)	8,74e-06** (3,80e-06)	9,49e-06** (4,26e-06)	-0,533054** (0,126461)	-0,478193** (0,156567)	-0,532608** (0,177397)
b_1	0,063181** (0,015993)	0,062252** (0,017690)	0,062270** (0,019107)	0,125711** (0,027277)	0,118312** (0,031107)	0,123466** (0,034118)
λ_1	–	–	–	-0,045373** (0,018384)	-0,052507** (0,020286)	-0,050741** (0,021903)
θ_1	0,889703** (0,028304)	0,894482** (0,031204)	0,891276** (0,034668)	0,949101** (0,013384)	0,954987** (0,016809)	0,948982** (0,019014)
v	–	12,55541** (2,247424)	1,587774** (0,034668)	–	12,17311** (2,142168)	1,585190** (0,054057)
Log(L)	4237,958	4253,631	4249,134	4241,042	4258,110	4252,576
Adj. R ²	-0,000670	-0,000843	-0,000731	0,000588	-0,000546	-0,000487
AIC	-5,700953	-5,720716	-5,714659	-5,703760	-5,725401	-5,717948
BIC	-5,683097	-5,699289	-5,693232	-5,682333	-5,700403	-5,692950

Fonte: Elaborado pelo autor

(**) Significativo a 5%.

Entre parênteses, erro padrão (ajustado).

APÊNDICE B – MODELO GARCH(1,1) E EGARCH(1,1) PARA O IBOV EXCLUINDO O PERÍODO DA CRISE DO COVID-19

GARCH				EGARCH		
$h_t = \varphi + \theta_1 h_{t-1} + b_1 u_{t-1}^2$ onde				$\log(h_t) = \varphi + b_1 \left \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right + \lambda_1 \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \theta_1 \log(h_{t-1})$		
$\varphi > 0, \theta_1 \geq 0$ e $b_1 \geq 0$						
	nGARCH	sGARCH	gedGARCH	nEGARCH	sEGARCH	gedEGARCH
	Distribuição Normal	Distribuição Student	Distribuição GED	Distribuição Normal	Distribuição Student	Distribuição GED
φ	5,68e-06** (1,90e-06)	4,64e-06** (2,13e-06)	5,15e-06** (2,41e-06)	-0,289386** (0,075804)	-0,308528** (0,091519)	-0,302823** (0,096924)
b_1	0,052632** (0,012065)	0,053260** (0,014154)	0,052796** (0,015276)	0,098537** (0,021303)	0,101696** (0,026254)	0,100010** (0,027384)
λ_1	–	–	–	-0,042936** (0,013377)	-0,062921** (0,017552)	-0,055835** (0,017760)
θ_1	0,919397** (0,019022)	0,923970** (0,020985)	0,921883** (0,023507)	0,975089** (0,007531)	0,973219** (0,009340)	0,973677** (0,009780)
v	–	9,398649** (1,680195)	1,487811** (0,053652)	–	8,840046** (1,567285)	1,485212** (0,054568)
Log(L)	4257,326	4278,637	4275,712	4263,536	4286,131	4282,274
Adj. R ²	-0,000794	-0,001040	-0,001113	-0,000547	-0,000727	-0,000936
AIC	-5,727039	-5,754394	-5,750454	-5,734055	-5,763139	-5,757945
BIC	-5,709183	-5,732967	-5,729027	-5,712629	-5,738141	-5,732947

Fonte: Elaborado pelo autor

(**) Significativo a 5%.

Entre parênteses, erro padrão (ajustado).