



O impacto das emissões de carbono na rendibilidade das ações: Evidência europeia

Mestrado em Finanças Empresariais

Patrícia Menezes Santos Leal

Leiria, setembro de 2025



O impacto das emissões de carbono na rendibilidade das ações: Evidência europeia

Mestrado em Finanças Empresariais

Patrícia Menezes Santos Leal

Dissertação realizada sob a orientação da Professora Doutora Célia Patrício Valente de Oliveira.

Leiria, setembro de 2025

Originalidade e Direitos de Autor

A presente dissertação é original, elaborada unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para a elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionada a Autora e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual a mesma foi realizada, a saber, Curso de Mestrado em Finanças Empresariais, no ano letivo 2024/2025, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero expressar a minha gratidão para com a minha orientadora, Professora Doutora Célia Oliveira pela disponibilidade, paciência e por todo o conhecimento transmitido durante a realização desta dissertação.

Agradeço também ao Instituto Politécnico de Leiria, em particular à Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria que possibilitou a realização deste trabalho, e a todos os professores do Mestrado de Finanças Empresariais pelo trabalho excelente que desenvolveram durante todo o mestrado.

Um agradecimento especial à minha família, à qual fico eternamente grata por todo o apoio incondicional e força que me deram ao longo de todos os anos da minha vida académica, mas em especial a este último.

Resumo

Nos últimos 200 anos, as atividades humanas resultaram na emissão de grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera, contribuindo para o aumento da temperatura global e para a intensificação de fenómenos climáticos extremos. Assim, as preocupações com o ambiente têm ganho cada vez mais relevância nas decisões de investidores e empresas. Uma das grandes questões centrais consiste em saber se os mercados financeiros penalizam as empresas mais poluentes ou, pelo contrário, se estas oferecem rendibilidades superiores aos acionistas.

Esta dissertação analisa o impacto das emissões de carbono na rendibilidade das ações de empresas que integram o índice STOXX Europe 600, entre 2014 e 2024. Para isso, recorreu-se a uma abordagem quantitativa com modelos de regressão de dados em painel e efeitos fixos, que permite controlar características específicas das empresas e variações ao longo do tempo. São considerados tanto o nível absoluto das emissões como a sua intensidade.

Os resultados mostram que as empresas com maiores níveis de emissões tendem a apresentar rendibilidades inferiores, o que sugere a existência de um prémio verde nos mercados acionistas europeus. No entanto, este efeito está concentrado nas empresas menos poluentes, que beneficiam de um bónus de rendibilidade, e não numa penalização direta das mais poluentes. Já a intensidade de emissões não revelou um impacto estatisticamente significativo nas rendibilidades, embora se tenham identificado indícios de um prémio de carbono. A análise setorial confirma ainda que esta relação não é uniforme, mas depende da atividade económica em causa.

No geral, o estudo acrescenta uma perspetiva diferente em finanças sustentáveis, ao destacar a importância de considerar os extremos da distribuição e as especificidades setoriais. Os resultados obtidos são também relevantes, ao evidenciarem que as práticas ambientais já têm reflexo nos mercados financeiros europeus, embora ainda de forma limitada, e devem ser integradas nas estratégias de decisão num contexto de transição climática.

Palavras-chaves: emissões de carbono, sustentabilidade empresarial, rendibilidade das ações, impacto ambiental, ESG.

Abstract

Over the past 200 years, human activities have released large amounts of carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere, contributing to the rise in global temperatures and the intensification of extreme weather events. As a result, environmental concerns have gained increasing relevance in the decision-making of investors and companies. A key question is whether financial markets penalise more polluting companies or, conversely, whether these companies offer higher returns to shareholders.

This dissertation examines the impact of carbon emissions on the stock returns of companies included in the STOXX Europe 600 index between 2014 and 2024. A quantitative approach was employed, using fixed-effects panel regression models that control for firm-specific characteristics and time variations. Both the absolute level of emissions and their intensity are considered.

The results show that companies with higher levels of emissions tend to present lower returns, which suggests the existence of a green premium in European stock markets. However, this effect is concentrated in the less polluting companies, which benefit from a return bonus, rather than a direct penalty for the more polluting ones. Emission intensity did not reveal a statistically significant impact on returns, although some signs of a carbon premium were identified. The sectoral analysis further confirms that this relationship is not uniform but depends on the economic activity in question.

Overall, the study adds a differentiated perspective to sustainable finance by highlighting the importance of considering both the extremes of the distribution and sectoral specificities. The results are also relevant as they show that environmental practices are already reflected in European financial markets, albeit still in a limited way, and should be integrated into decision-making strategies in the context of the climate transition

Keywords: carbon emissions, corporate sustainability, stock returns, environmental impact, ESG.

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Agradecimentos	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Lista de Figuras	ix
Lista de tabelas.....	x
Lista de siglas e acrónimos.....	xi
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura.....	4
2.1. Responsabilidade social corporativa.....	4
2.1.1. Práticas ESG	6
2.1.2. Emissões de Carbono.....	9
2.2. Relação entre emissões de carbono e rendibilidade das ações.....	11
3. Metodologia.....	17
3.1. Definição da amostra.....	17
3.2. Definição de Variáveis.....	18
3.2.1. Variável Dependente	18
3.2.2. Variável Independente	18
3.2.3. Variáveis de Controlo	20
3.2.4. Winsorização	22
3.3. Modelo	22
3.4. Caracterização da Amostra	23
4. Apresentação e discussão de resultados.....	26
4.1. Estatística Descritiva	26

4.2. Análise Multivariada.....	31
4.3. Análise de Robustez	33
4.4. Análise por setor.....	35
5. Conclusão	38
Referências Bibliográficas	42

Lista de Figuras

Figura 1 – Evolução das taxas de divulgação de relatórios de sustentabilidade (1993-2022).....	8
Figura 2 – Distribuição das empresas por país	24
Figura 3 - Nível de Emissões por Setor	25

Lista de tabelas

Tabela 1 - Resumo sobre a relação entre emissões de carbono e rentabilidade das ações.....	13
Tabela 2 – Distribuição das empresas por setor	23
Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis	26
Tabela 4 – Matriz de correlações.....	29
Tabela 5 – Análise de multicolinearidade: VIF	30
Tabela 6 – Resultados da estimação do modelo	31
Tabela 7 – Resultados da estimação do modelo com variáveis <i>dummy</i>	34
Tabela 8 – Resultados da estimação do modelo com o nível de emissões por setor.....	36
Tabela 9 – Resultados da estimação do modelo com a intensidade de emissões por setor.....	37

Lista de siglas e acrónimos

CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
ESG	<i>Environmental, Social and Governance</i>
EUA	Estados Unidos da América
EU ETS	<i>European Union Emissions Trading System</i>
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
G250	Grupo das 250 maiores empresas do mundo
RSC	Responsabilidade Social Corporativa
SASB	<i>Sustainability Accounting Standards Board</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>

1. Introdução

Os problemas ambientais como a poluição, o esgotamento dos recursos e o desequilíbrio ecológico estão a tornar-se cada vez mais graves e estão relacionados com a sobrevivência humana e o desenvolvimento social. As Nações Unidas definem o desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades, constituindo um requisito inevitável para estabelecer um sistema económico moderno e uma estratégia essencial para enfrentar os problemas de poluição (Commission of the European Communities, 2001). Este conceito ganha ainda mais relevância nos dias de hoje, em que as alterações climáticas apresentam-se como uma das maiores ameaças à humanidade.

O aumento descontrolado das emissões de carbono nas últimas décadas tem implicações para o aquecimento global e para as mudanças climáticas, que podem ser associadas a inúmeros desastres naturais, como os que temos assistido recentemente. As inundações no Rio Grande do Sul no Brasil (janeiro, 2024) e em Espanha (outubro, 2024), os incêndios florestais na Grécia (julho, 2024), o tufão Mangkhut nas Filipinas (agosto, 2024), o furacão Milton na Flórida (outubro, 2024), as ondas de calor na Europa, entre outros, são apenas alguns dos resultados do que a humanidade tem colhido devido ao desinteresse sobre o aumento das emissões de carbono.

Reconhecendo estes problemas, os governos têm pressionado os setores com maiores emissões de carbono através de políticas rigorosas no sentido de reduzir as emissões e incentivar uma economia de baixo carbono (Reshetnikova et al., 2023). A União Europeia está a lutar contra estas alterações climáticas e a promover a transição económica para investimentos mais sustentáveis, incluindo iniciativas, como o Plano de Ação da Comissão para uma economia mais verde e limpa, com diferentes regulamentações e objetivos, como a criação de um sistema unificado de classificação para atividades sustentáveis, a integração de critérios de sustentabilidade na gestão de riscos financeiros e a promoção de maior transparência por parte das empresas em relação aos seus impactos ambientais e sociais (Comissão Europeia, 2018).

Paralelamente, cresce a pressão dos investidores e consumidores no sentido da responsabilidade ambiental. Muitos investidores procuram empresas que demonstrem compromisso com práticas ambientais responsáveis, e os consumidores muitas das vezes estão dispostos a pagar mais por produtos ou serviços associados a causas ambientais (Sun et al., 2022; Salehi et al., 2022). Hoje em dia, as empresas já não são avaliadas apenas com base no seu desempenho financeiro, mas também no seu desempenho em termos de critérios ESG (o impacto ambiental, social e de *governance*). As empresas que atendem a esses critérios estão mais bem posicionadas para enfrentar os desafios futuros, atraindo o interesse de investidores e consumidores, sendo relevante para demonstrar a preferência por empresas menos expostas a riscos e empenhadas em reduzir efetivamente as suas emissões de carbono (Sun et al., 2022). Em contrapartida, aquelas que optem por ignorar esses critérios podem perder valor de mercado, o que realça a importância estratégica de as empresas alinharem as suas práticas aos critérios de sustentabilidade (Barberà-Mariné et al., 2023).

Além disso, as empresas com um nível elevado de emissões de carbono podem ser vistas como arriscadas pelos investidores devido a potenciais penalizações financeiras ou regulamentações ambientais, o que pode reduzir a sua atratividade e, conseqüentemente, impactar negativamente o desempenho das suas ações (Barberà-Mariné et al., 2023). Isto, portanto, levanta a seguinte questão: as empresas que adotam medidas para reduzir as suas emissões de carbono têm um desempenho superior no mercado de ações? Em outras palavras, as empresas que poluem menos oferecem rentabilidades superiores, ou aquelas que mais poluem oferecem rentabilidades mais elevadas como uma forma de compensar o risco ambiental associado?

A literatura prévia não apresenta consenso quanto à relação entre emissões de carbono e rentabilidade das ações. Alguns estudos identificam uma relação positiva, sugerindo que empresas mais poluentes podem gerar rentabilidades superiores (Oestreich & Tsiakas, 2015; Wen et al., 2020; Bolton & Kacperczyk, 2021; Reshetnikova et al., 2023). Porém, outros estudos apontam para uma relação negativa, constatando que empresas com menores emissões de carbono apresentam um melhor desempenho financeiro (Van Emous et al., 2021; Salehi et al., 2022; Desai & Raval, 2022; Barberà-Mariné et al., 2023; Benchora & Galanti, 2024). Por fim, há ainda evidência de uma relação não significativa entre estas variáveis (Chang et al., 2020; Miao & Li, 2023; Aswani et al., 2024).

Neste contexto, torna-se relevante testar se as empresas que conseguem reduzir as suas emissões podem apresentar um desempenho financeiro distinto no mercado acionista, ou se a sustentabilidade ambiental pode ter impacto na capacidade de criação de valor a longo prazo. Assim, o principal objetivo deste trabalho é compreender de que forma as emissões de carbono influenciam a rentabilidade das ações e avaliar se existe uma relação positiva, negativa ou neutra entre estas variáveis. Adicionalmente, a análise setorial permitirá enriquecer esta avaliação, permitindo uma análise mais completa dos resultados.

Após o capítulo de introdução, a presente dissertação está estruturada da seguinte forma: no capítulo 2 é apresentada a revisão de literatura e são definidas as hipóteses de investigação correspondentes aos objetivos da investigação. No capítulo 3 é apresentada a metodologia de investigação, explicando o processo de seleção da amostra considerada, a definição das variáveis e o modelo desenvolvido. O capítulo 4 dedica-se à apresentação e discussão dos resultados obtidos, comparando-os com as hipóteses de investigação formuladas e com a evidência prévia. Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões principais, destacando as limitações do trabalho e possíveis caminhos para investigação futura.

2. Revisão da Literatura

Neste capítulo vamos explorar os principais conceitos que fundamentam as preocupações ambientais no contexto empresarial, começando com o conceito de responsabilidade social corporativa (RSC), uma vez que esta integra a dimensão ambiental como uma das formas de demonstrar o compromisso das empresas com a sustentabilidade. De seguida, abordamos as práticas ESG (*Environmental, Social, Governance*), as emissões de carbono e, por fim, a relação entre as emissões de carbono, destacando a influência da responsabilidade ambiental no desempenho financeiro das empresas.

2.1. Responsabilidade social corporativa

A responsabilidade social corporativa é uma temática que começou a ser estudada nos Estados Unidos na década de 1950. Posteriormente, na década de 1970, começaram a surgir associações de profissionais interessadas em estudar o tema levando à criação de um novo campo de estudo (Gomes, 2016). O conceito de RSC é marcado pela publicação de Bowen (1953), o primeiro livro sobre o assunto. Após esta publicação, o conceito tem vindo a ser desenvolvido e evoluindo ao longo dos anos. A RSC vai além da redução das emissões de carbono, englobando ações que promovem o bem-estar da população e o equilíbrio entre o crescimento económico e o desenvolvimento sustentável, reforçando o papel das empresas como agentes de mudança para um futuro mais justo e consciente.

Davis (1960) foi um dos pioneiros no desenvolvimento do conceito de responsabilidade social, definindo-a como um conjunto de decisões e ações dos empresários que devem ir além dos interesses económicos ou operacionais da empresa (Commission of the European Communities, 2001). Afirma ainda que, caso as empresas se recusem a assumir a responsabilidade, outras empresas vão assumir e passar à frente. Para as empresas continuarem a ser relevantes na sociedade, devem adaptar-se às necessidades de uma sociedade em constante mudança, e isso implica que estas estejam dispostas a evoluir e a integrar responsabilidades viradas para o bem-estar social e humano, ultrapassando o foco unicamente económico.

A teoria dos *shareholders*, proposta por Friedman (1970), baseia-se na ideia de que a única responsabilidade social das empresas é maximizar o lucro dos acionistas, dentro das componentes legais e éticas, deixando as responsabilidades sociais para o governo e a

sociedade. No entanto, Freeman (1984) desafiou esta visão restrita, afirmando que o sucesso a longo prazo de uma empresa consiste na capacidade de equilibrar os interesses de todos os *stakeholders*, reconhecendo que as decisões empresariais têm impactos sociais, económicos e ambientais, que vão além do lucro dos acionistas.

Carroll (1979) introduz um modelo de RSC que integra quatro dimensões principais – económica, legal, ética e socialmente favorável – enquanto explora as questões sociais e as possíveis abordagens que as empresas podem adotar em resposta às procuras sociais. Este modelo destaca a flexibilidade das empresas em escolher diferentes estratégias para lidar com as expectativas sociais.

Wood (1991) avança nesta perspetiva ao reformular o modelo de *Corporate Social Performance*, definido como a configuração dos princípios de responsabilidade social, processos de resposta social e resultados observáveis ligados às relações da empresa com a sociedade. Este modelo avalia se as empresas realmente assumem as suas responsabilidades e se adaptam ao ambiente em que atuam. O modelo de Wood (1991) baseia-se em três princípios: a legitimidade (que reflete a posição da empresa na sociedade ao nível institucional, organizacional e individual), os processos (que incluem a avaliação ambiental, a gestão da relação com os *stakeholders* e a gestão de questões sociais) e os resultados (que incluem os impactos sociais, os programas sociais e as políticas sociais).

Mesmo depois de várias tentativas ao longo das últimas décadas, a definição de RSC pode significar diferentes coisas em lugares diferentes, para pessoas diferentes, e em momentos diferentes. Por isso, devemos ser cautelosos na forma como utilizamos e definimos este conceito (Campbell, 2007). Ou seja, para algumas pessoas, um comportamento responsável define-se como o que não prejudica o meio ambiente e a comunidade e, para outras, um comportamento socialmente responsável atende às expectativas das partes interessadas (*stakeholders*).

Mais recentemente, Shapsugova (2023) definiu RSC como o compromisso das empresas em agir de forma ética e contribuir para o bem-estar dos *stakeholders*, promovendo o desenvolvimento económico. A RSC implica a integração de preocupações sociais e ambientais nas suas operações, onde não interessa ser lucrativa sem garantir a segurança e a qualidade dos seus produtos e serviços, e considerar os custos do ciclo de vida completo das suas atividades, incluindo os custos ambientais e sociais. Esta visão está alinhada com a definição de Mohr et al. (2001), que descreve a RSC como o compromisso de uma empresa

em minimizar ou eliminar quaisquer efeitos prejudiciais e maximizar o seu impacto benéfico a longo prazo na sociedade.

Porter e Van Der Linde (1995) defendem que a adoção de um maior número de práticas de RSC pode, de facto, reduzir custos internos, ao transformar a poluição em eficiência e destacando a importância da componente ambiental. Para estes autores, as empresas que se opõem a práticas de RSC têm uma ideia irrealista, em que ignoram os custos ocultos que têm pela falta de implementação dessas práticas, e subestimam os ganhos de eficiência e qualidade que podem ser alcançados. Da mesma forma que, em 1980, não acreditavam que a inovação no processo produtivo resultava num aumento de qualidade e diminuição de custos, agora têm dificuldade em acreditar que as práticas RSC são uma melhoria constante dos produtos sem afetar a lucratividade. Nesse sentido, Porter e Van Der Linde (1995) explicam que a competitividade empresarial já não se limita apenas à redução máxima de custos, mas sim usar recursos de forma eficiente para criar produtos mais valiosos. Empresas verdadeiramente competitivas são aquelas que vêm os desafios, ambientais ou não, como oportunidades para inovar e melhorar continuamente, transformando a sustentabilidade em uma vantagem estratégica e diferenciadora no mercado.

O conceito de RSC e ESG (*Environmental, Social, Governance*) surgem na sequência da teoria dos *stakeholders*, fazendo com que as empresas alinhem o seu modelo de negócio com as necessidades da sociedade, promovendo um impacto social e ambiental positivo. A grande diferença entre RSC e ESG consiste em que ESG inclui explicitamente a componente *governance*, enquanto RSC inclui-a de forma indireta, nas suas considerações sociais e ambientais (Gillan et al., 2021).

2.1.1. Práticas ESG

ESG é definido como as ações das empresas que integram o ambiente, as preocupações sociais e de *governance* nos seus modelos de negócio (Gillan et al., 2021). As práticas ESG baseiam-se em três pilares fundamentais, ambiental, social e *governance* (*Environmental, Social and Governance*). O indicador ambiental inclui ações que promovem uma gestão eficiente dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente, como a redução das emissões de carbono, o uso sustentável de recursos naturais e a gestão eficiente dos resíduos. O indicador social foca-se na responsabilidade da empresa em relação aos direitos dos trabalhadores, fornecedores, clientes e comunidades. E por último, o indicador *governance* refere-se à transparência de práticas éticas e conformes às leis, incluindo diversidade na

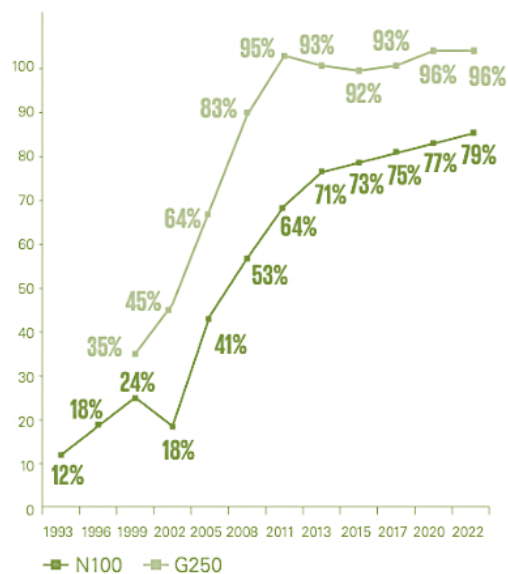
liderança e gestão responsável dos interesses dos *stakeholders*. Estes indicadores medem e refletem o nível de compromisso com a sustentabilidade e a adoção de uma atitude responsável perante as obrigações empresariais (Minutolo et al., 2019).

As práticas ESG têm vindo a ganhar destaque globalmente, especialmente desde o Acordo de Paris (2015). Este acordo, aprovado pelas Nações Unidas, reuniu pela primeira vez todos os países na luta contra as mudanças climáticas, com o objetivo de limitar o aquecimento global a menos de 2°C em relação aos níveis pré-industriais (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2015). Além disso, incentiva países e empresas a adotarem medidas para acelerar a transição para uma economia de baixo carbono, um dos principais pilares ambientais do ESG (Barberà-Mariné et al., 2023).

O relato ESG é uma medida de desempenho utilizada pelos *stakeholders* das empresas, para avaliar o impacto no meio ambiente e na sociedade, e permite comparações entre empresas por meio de uma classificação, recorrendo a dados não financeiros. Para ajudar a organizar a diversidade de informações não financeiras, foram desenvolvidas orientações, como o *Global Reporting Initiative (GRI)* e o *Sustainability Accounting Standards Board (SASB)*, que têm vindo a evoluir, para oferecer padrões de divulgação das práticas ESG mais conscientes e interpretáveis. Estas orientações promovem transparência e orientam os investimentos para estratégias mais sustentáveis e de baixo carbono, contribuindo para decisões de investimento mais informadas e de maior qualidade (Bose, 2020).

O estudo de KPMG International (2022) analisou os relatórios de sustentabilidade de 5800 empresas em 58 países. Entre as 100 maiores empresas do mundo, apenas 12% incluíam informações sobre práticas ESG nos seus relatórios em 1993. Estas percentagens aumentaram significativamente ao longo dos anos, atingindo 64% em 2011 e 79% em 2022. Como se pode observar na Figura 1, verificou-se um aumento da percentagem das maiores 250 empresas do mundo (G250) que divulgam relatórios de sustentabilidade de 35% em 1999 para 96% em 2022, evidenciando a crescente preocupação com a sustentabilidade. Isto mostra que as empresas se têm esforçado cada vez mais a incorporar práticas de sustentabilidade e questões ESG nas suas estratégias ao longo do tempo, evidenciando uma maior consciencialização sobre a importância de alinhar o desempenho financeiro com o compromisso ambiental, social e de *governance*. Esse progresso reflete o reconhecimento que estas práticas ESG são fundamentais para garantir a competitividade e relevância no mercado global contemporâneo, assim como a pressão dos *stakeholders*.

Figura 1 – Evolução das taxas de divulgação de relatórios de sustentabilidade (1993-2022)



Fonte: KPMG International (2022), Figure 1

A implementação de práticas ESG tem mostrado impactos significativos no desempenho financeiro e reputacional das empresas. As empresas que integram a sustentabilidade como parte essencial da sua estratégia conseguem reduzir custos operacionais e aumentar a eficiência, assim como fortalecer a confiança dos investidores.

De acordo com Zheng (2023), um exemplo relevante é o caso da Tesla, uma empresa reconhecida pela inovação no setor de mobilidade elétrica, que serve de inspiração para uma liderança na redução das emissões de carbono. Em 2022, a empresa evitou que mais de 13 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) fossem emitidas, o que faz da Tesla um líder na transição para uma economia de baixo carbono. No entanto, a Tesla tem enormes desafios em termos de *governance* e, sobretudo, de questões sociais, o que enfraquece os aspetos positivos obtidos com a sustentabilidade ambiental. Em 2022, após alcançar o maior pico no valor das ações, foi excluída do S&P 500 Global ESG Index devido às denúncias relacionadas com as condições de trabalho e o racismo nas fábricas, e isso resultou numa queda do preço das suas ações e nas dúvidas do seu compromisso com as práticas ESG. De facto, as práticas ESG só são eficazes e só trazem benefícios quando a empresa cumpre os três critérios – ambiental, social e *governance* – e no caso de falha num desses pilares, a reputação e a confiança dos consumidores e investidores compromete-se. Contudo, a Tesla continua a ser vista como um líder na inovação ambiental, e a sua proposta de valor

sustentável continua a atrair os consumidores com vista para a transição energética (Zheng, 2023).

De acordo com Lawrence et al. (2019), a Unilever é um exemplo de como a integração das práticas ESG pode criar valor financeiro e reputacional a longo prazo. Desde 2010, a empresa implementa o *Sustainable Living Plan*, que serviu para a empresa adotar uma abordagem abrangente, reduzindo a sua pegada ambiental ao mesmo tempo que se esforçava por melhorar a vida de mais de mil milhões de pessoas. Além disso, o seu compromisso com práticas sustentáveis responsáveis proporcionou a integração da Unilever em índices de responsabilidade social, como o *Dow Jones Sustainability Index*, o que sublinha a sua atratividade tanto para os investidores como para os consumidores. As iniciativas da Unilever mostram como a integração de questões de sustentabilidade pode traduzir-se em vantagens competitivas e num bom desempenho financeiro, refletido no crescimento do valor das suas ações ao longo do tempo (Lawrence et al., 2019; Elnour, 2020).

2.1.2. Emissões de Carbono

Dentro dos aspetos críticos do pilar ambiental das práticas ESG está a gestão das emissões de carbono, elemento essencial para a sustentabilidade. As emissões de carbono referem-se à libertação de dióxido de carbono na atmosfera por via de atividade humana, como a queima de combustíveis fósseis e as mudanças do armazenamento do carbono no solo. Isto leva à concentração de CO₂ na atmosfera, resultando no aquecimento global e na principal causa das alterações climáticas (Le Quéré et al., 2018). As atividades industriais humanas têm causado impactos globais significativos, destacando-se as emissões de triliões de toneladas de carbono que contribuem para o aquecimento global, intensificam eventos climáticos extremos, e aumentam a ocorrência de doenças, representando uma ameaça à saúde e segurança das populações (Miao & Li, 2023).

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos EUA, só em 2018 foram emitidas cerca de 7000 milhões de toneladas de CO₂, sendo o dióxido de carbono responsável por mais de 80% do total das emissões (United States Environmental Protection Agency (EPA), 2020). Esses gases intensificam o efeito de estufa, provocando mudanças climáticas com efeitos que podem ser irreversíveis, como o aumento das temperaturas globais, o derretimento de glaciares e calotas polares, a elevação do nível do mar e a perda acelerada de biodiversidade. A desflorestação, por exemplo, agrava ainda mais esse cenário ao reduzir a capacidade dos ecossistemas de absorver CO₂, aumentando a concentração de gases na

atmosfera e acelerando o aquecimento global. Assim, práticas empresariais sustentáveis e estratégias de gestão de emissões de carbono são essenciais para reduzir riscos e garantir um futuro mais seguro e equilibrado para o planeta (Kumar et al., 2021).

Além disso, o aumento contínuo das emissões de CO₂ altera o ciclo do carbono, estabelecido ao longo de séculos, contribuindo para desastres naturais cada vez mais frequentes, como inundações, furacões, ondas de calor, etc. Essas mudanças não só afetam diretamente as condições climáticas globais, mas também interrompem as atividades de produção, resultando em perdas económicas significativas para países, empresas e indivíduos, além de impactar negativamente a economia mundial e a sua posição no cenário global (Zaytsev et al., 2020).

Investir de forma que as empresas emitam menos carbono será um dos maiores desafios no mundo financeiro nas próximas décadas, e é agora reconhecido como um elemento crucial para o sucesso das políticas climáticas, pelo pressuposto de que os investidores preferem ativos verdes, e pode influenciar o custo de capital das empresas, incentivando a adotar práticas mais ecológicas e a reduzir as suas emissões (Pástor et al., 2021). Os economistas Marshall (1890) e Pigou (1920) identificaram o conceito de externalidades negativas, como as emissões de CO₂ que intensificam o efeito de estufa, em que aumentam a temperatura global e criam custos sociais, como prejuízos agrícolas e desastres climáticos (Olmedo et al., 2016), que se aplica quando a atividade de uma empresa implica grandes emissões de CO₂, contribuindo para as alterações climáticas. Pigou propôs uma solução para estas externalidades negativas com o princípio “poluidor-pagador”, que consiste em forçar as empresas a incorporar os custos de poluição nos seus custos de produção, encorajando-as a reduzir as suas emissões e a reduzir os impactos (Benchora & Galanti, 2024).

As Nações Unidas e a União Europeia procuram reduzir as emissões de carbono, incentivando as empresas a adotar práticas mais sustentáveis. No caso das Nações Unidas, essa meta insere-se no Acordo de Paris e nos objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que apelam a reduções globais de 45% até 2030 através de compromissos nacionais, regulamentos e incentivos à transição energética (United Nations, 2019). Já a União Europeia estabeleceu uma meta de 55% de redução até 2030, no âmbito do *European Green Deal*, recorrendo a instrumentos concretos como o Sistema de Comércio de Emissões (EU ETS), o pacote legislativo *Fit for 55* e o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (European Commission, 2019).

Porém, o debate permanece em aberto sobre se vale a pena ser verde ou ecológico. De acordo com Busch et al. (2020), por um lado, as empresas com maiores emissões de carbono podem apresentar um melhor desempenho financeiro de curto prazo porque, ao não investirem em tecnologias limpas ou processos de descarbonização, evitam custos adicionais imediatos. Tornar-se verde exige elevados investimentos em inovação, eficiência energética ou energias renováveis, cujos benefícios só se materializam a médio e longo prazo. Assim, as empresas poluentes poupam custos no presente, conseguem manter margens de lucro mais elevadas e, conseqüentemente, apresentar melhor desempenho financeiro de curto prazo, embora este posicionamento possa comprometer a sua competitividade futura. Por outro lado, tornarem-se verdes pode reduzir a rentabilidade a curto prazo, mas pode também trazer benefícios a longo prazo, quer através da melhoria da reputação, quer pela redução do risco regulatório e do acesso facilitado a financiamento sustentável. Contudo, isto pode afetar as decisões pois grande parte dos gestores querem completar metas de curto prazo. Acrescenta-se ainda que existem empresas com menores emissões de carbono com rentabilidades superiores às empresas com altas emissões, mas esta relação pode variar consoante o contexto e as estratégias de sustentabilidade adotadas pelas empresas (Busch et al., 2020).

2.2. Relação entre emissões de carbono e rentabilidade das ações

Embora a relação entre o desempenho ambiental e financeiro das empresas tenha sido estudada, os resultados encontrados parecem inconclusivos. Alguns estudos concluem que práticas ambientais responsáveis podem criar valor, permitindo às empresas obter vantagens competitivas e atrair investidores atentos à sustentabilidade (Van Emous et al., 2021; Salehi et al., 2022; Barberà-Mariné et al., 2023). No entanto, outros estudos sugerem que os custos associados à implementação de estratégias ambientais podem comprometer a rentabilidade no curto prazo (Busch et al., 2020; Miao & Li, 2023).

Oestreich e Tsiakas (2015) foram os primeiros autores que se propuseram a investigar a relação entre emissões de carbono e a rentabilidade das ações. Ao examinarem uma amostra de empresas cotadas nos mercados acionistas europeus, entre 2005 e 2012, que correspondente às duas primeiras fases do *European Union Emissions Trading System* (EU ETS), os autores identificaram que empresas que receberam permissões gratuitas de emissões de carbono apresentaram rentabilidades anormais significativamente superiores às empresas que não as receberam. Este resultado evidenciou a existência de um prémio de carbono, entendido como a rentabilidade adicional exigida pelos investidores em empresas

com maiores emissões de carbono, como compensação pelo risco regulatório e reputacional associado às suas emissões. Em termos práticos, o prêmio de carbono sugere que o mercado tende a recompensar as empresas com maior liberdade para emitir carbono sob o esquema regulatório, mesmo perante o aumento das preocupações ambientais (Bolton & Kacperczyk, 2021).

Resultados similares são obtidos em diversos mercados como, por exemplo, nos Estados Unidos por Bolton e Kacperczyk (2021) e na China por Wen et al. (2020), que observaram que as empresas participantes do sistema de créditos de carbono têm a possibilidade de negociar os excedentes das suas permissões, e valorizar os ativos dentro de mercados regulados. Este sistema incentiva financeiramente as empresas a participarem nesses mercados intensivos em carbono, promovendo um aumento na sua valorização.

Reshetnikova et al. (2023) e Wen et al. (2020) encontraram uma relação positiva entre as emissões de carbono e a rentabilidade das ações, devido sobretudo ao prêmio de carbono. Este prêmio reflete a compensação extra que os investidores exigem para compensar os riscos regulatórios ou a percepção negativa associada às empresas intensivas em carbono (Bolton & Kacperczyk, 2021; Oestreich & Tsiakas, 2015). No caso particular das empresas russas, Reshetnikova et al. (2023) verificaram que as mais intensivas em carbono apresentam rentabilidades superiores, devido à necessidade de compensações acrescidas pelos riscos ambientais. Por outro lado, empresas livres de carbono (*carbon-free*) frequentemente não superam o desempenho das intensivas, sugerindo que o risco ambiental ainda não está refletido nos preços das ações.

Estes estudos sugerem que existe uma relação positiva entre as emissões de carbono e a rentabilidade das ações (Painel A da Tabela 1). Esta relação pode estar associada a falhas na regulação ou à ineficiência do sistema da precificação de carbono. Em muitos casos, as empresas com emissões de carbono elevadas ainda não enfrentam penalidades significativas, permitindo que beneficiem de rentabilidades mais altas.

Tabela 1 - Resumo sobre a relação entre emissões de carbono e rentabilidade das ações

Autor(es)	País	Anos	Variável Dependente	Variável Independente
Painel A: Relação positiva entre emissões de carbono e rentabilidade das ações				
Oestreich e Tsiakas (2015)	Europa (EU ETS)	2005-2012	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Wen et al. (2020)	China	2014-2019	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Bolton e Kacperczyk (2021)	EUA	2005-2017	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Reshetnikova et al. (2023)	Rússia	2014-2021	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Painel B: Relação negativa entre emissões de carbono e rentabilidade das ações				
Salehi et al. (2022)	Irão	2018-2019	Rentabilidade das ações; Preço das ações	Emissões de carbono
Desai e Raval (2022)	Índia	2010 - 2020	Rentabilidade ajustada ao risco	Emissões totais de CO ₂
Barberà-Mariné et al. (2023)	Europa	2015 - 2021	Rentabilidade das ações	Estratégias ambientais e pegada de carbono
Giansante et al. (2023)	Europa	2012 - 2021	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Benchora e Galanti (2024)	Europa	2011 - 2021	Rentabilidade das ações	Políticas de carbono e intensidade de emissões
Perdichizzi et al. (2024)	Europa	2008-2022	Rentabilidade das ações	Intensidade das emissões de CO ₂
Albanese et al. (2025)	48 países	2007 - 2023	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Chen et al. (2025)	EUA	2015 - 2020	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Painel C: Relação não significativa entre emissões de carbono e rentabilidade das ações				
Chang et al. (2020)	18 países MSCI World Index	1971-2017	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Miao e Li (2023)	China	2015-2019	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono
Aswani et al. (2024)	EUA	2005-2019	Rentabilidade das ações	Emissões de carbono

Fonte: Elaboração própria

Assim, a primeira hipótese a analisar neste estudo será:

H1: Existe uma relação positiva entre as emissões de carbono e a rentabilidade das ações.

Por outro lado, há estudos que indicam uma relação negativa (Painel B da Tabela 1), especialmente em mercados onde os investidores e os reguladores impõem maior pressão sobre empresas para adotar práticas sustentáveis.

Barberà-Mariné et al. (2023) observaram que empresas europeias com maior eficiência em carbono, com menores emissões, obtêm uma maior valorização nas suas ações. Além disso, empresas com melhores níveis de ESG também mostraram desempenho financeiro positivo, sugerindo que os benefícios vão muito além das economias operacionais, fortalecendo a sua reputação junto de investidores, que cada vez mais priorizam critérios ambientais, sociais e de *governance* (ESG).

Da mesma forma, Benchora e Galanti (2024), ao analisarem 146 empresas europeias, entre 2005 e 2021, também confirmaram essa relação negativa. O estudo concluiu que empresas com altas emissões de carbono apresentaram menores rentabilidades, enquanto as empresas com baixas emissões (empresas verdes) destacaram-se pelo seu desempenho superior no mercado de ações.

Segundo Jong et al. (2014) e Dechezleprêtre et al. (2023), as empresas que participam no *EU Emissions Trading System (EU ETS)*, o maior mercado de *cap-and-trade* da Europa para reduzir emissões de gases de efeito de estufa) e que adotam estratégias de baixo carbono tornaram-se mais atrativas para investidores de longo prazo, especialmente em períodos de preços de carbono elevados e escassez de licenças, o que reforça as vantagens de adotar práticas sustentáveis alinhadas com as regulamentações ambientais.

Outra explicação para a relação negativa entre as emissões de carbono e a rentabilidade das ações está associada à percepção dos investidores sobre os riscos ambientais e os potenciais custos das regulamentações ambientais mais rigorosas (Desai & Raval, 2022; Salehi et al., 2022). Desai e Raval (2022) analisaram empresas indianas e concluíram que os níveis mais elevados de emissões de carbono têm um impacto significativo no valor de mercado das empresas, refletindo a preferência dos acionistas por empresas com práticas ambientais mais sustentáveis, penalizando empresas com um grande volume de emissões em termos de valorização das suas ações. Salehi et al. (2022) analisaram empresas do setor automóvel iranianas e descobriram que elevadas emissões de CO₂ reduzem significativamente o preço das suas ações, assim como a rentabilidade e o valor de mercado dessas empresas. Observou-se que as emissões de carbono impactam diretamente a rentabilidade das ações, indicando que os investidores penalizam empresas mais poluentes.

Giansante et al. (2023) mostram que as expectativas futuras de emissões elevadas resultam em menores rentabilidades de ações para empresas europeias, especialmente após o Acordo de Paris, indicando que investidores ambientalmente conscientes penalizam negativamente as empresas que não demonstram um compromisso com a transição para uma economia de baixo carbono. Essa evidência é reforçada por Albanese et al. (2025), assim como Chen et al. (2025), que analisam a relação entre as emissões de carbono e a rentabilidade das ações, considerando dados dos EUA (empresas do índice S&P 500) e de 48 países entre 2007 e 2023, respetivamente. Ambos os estudos concluem que empresas com elevadas emissões de carbono apresentam menores rentabilidades, especialmente após eventos climáticos adversos ou em períodos de maior incerteza climática.

De forma consistente, Perdichizzi et al. (2024) identificam, no contexto europeu, uma relação negativa entre a intensidade de emissões de carbono e a valorização das empresas. O estudo destaca que os investidores penalizam particularmente as emissões diretas (Scope 1), que não só afetam negativamente o valor de mercado, como também reduzem a relevância dos lucros na avaliação das empresas, uma vez que aumentam o risco percebido e a incerteza quanto ao desempenho futuro. Em contraste, empresas mais sustentáveis tendem a valorizar-se, sugerindo que o mercado penaliza as empresas mais poluentes, refletindo um efeito negativo das emissões de carbono na rentabilidade das ações.

Neste contexto, surge então a segunda hipótese de investigação deste estudo:

H2: Existe uma relação negativa entre as emissões de carbono e a rentabilidade das ações.

Contudo, nem sempre a relação é claramente positiva ou negativa, existem casos em que a relação é não significativa, dependendo de variáveis como o setor ou a capacidade de gestão da empresa (Painel C da Tabela 1).

Miao e Li (2023) analisaram o mercado chinês, entre 2007 e 2016, e concluíram que não há uma relação significativa. No entanto, as empresas que demonstram maior capacidade de gerir as suas emissões tendem a atrair investidores, ou seja, as empresas que conseguiram gerir bem as suas emissões obtêm maior rentabilidade, e isso é mais importante do que a quantidade de emissões emitidas, indicando que uma gestão eficaz do carbono contribuiu para a valorização do mercado. A qualidade da gestão da empresa desempenha um papel fundamental na moderação do impacto das emissões de carbono sobre o desempenho financeiro.

Também Chang et al. (2020) identificaram que, em mercados desenvolvidos, o impacto das emissões nas ações varia entre setores. Enquanto empresas que dependem fortemente de combustíveis fósseis (como o carvão) enfrentam penalidades mais severas em termos de rentabilidade, aquelas que utilizam petróleo podem apresentar maior flexibilidade para lidar com mudanças regulatórias e de mercado.

O estudo de Aswani et al. (2024) foca-se no mercado dos EUA, de 2005 a 2019, e avalia se as emissões de carbono podem contribuir para maiores rentabilidades esperadas de ações e melhor desempenho operacional das empresas. Inicialmente, encontrou-se uma relação significativa entre as emissões e as rentabilidades. No entanto, ao incluir controlos para o tamanho da empresa e o agrupamento industrial, a relação desapareceu, indicando que esta relação é influenciada por outros fatores como economias de escala, havendo uma necessidade de analisar especificamente por setor e contexto regional.

3. Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia adotada para avaliar o impacto das emissões de carbono na rentabilidade das ações. Apresenta-se, em primeiro lugar, o processo de seleção da amostra e as fontes de dados utilizadas. Segue-se a definição da variável dependente, das variáveis independentes e de controlo, bem como a construção das variáveis *dummy* que permitem identificar empresas com diferentes perfis de emissões. Por fim, é detalhado o modelo estimado e os testes realizados para determinar a especificação adequada.

3.1. Definição da amostra

A amostra utilizada neste estudo é composta por empresas cotadas no índice *STOXX Europe 600*, que reúne 600 das maiores empresas europeias, distribuídas por 17 países e diversos setores de atividade. Este índice é amplamente representativo do mercado europeu, incluindo empresas de grande, média e pequena capitalização.

A amostra abrange o período de 2014 a 2024, com o objetivo de capturar as principais transformações no contexto regulatório europeu, nomeadamente a implementação do Acordo de Paris (2015) e o reforço das políticas de sustentabilidade da União Europeia. Este horizonte temporal permite observar as tendências mais recentes associadas à transição energética e às metas de neutralidade carbónica, proporcionando um enquadramento adequado para analisar o impacto das emissões de carbono na rentabilidade das ações.

A escolha do índice para esta investigação deve-se a vários motivos. Em primeiro lugar, tem uma diversidade setorial e geográfica que permite ter uma análise comparativa e robusta dos efeitos das emissões de carbono sobre a rentabilidade das ações (Barberà-Mariné et al., 2023). Em segundo lugar, existe uma lacuna evidente na literatura relativamente ao impacto das emissões de carbono no desempenho financeiro das empresas cotadas na Europa como um todo. Embora vários estudos abordem esta temática, muitos concentram-se em mercados específicos, como Estados Unidos ou China (Wen et al., 2020; Bolton & Kacperczyk, 2021; Miao & Li, 2023; Aswani et al., 2024; Chen et al., 2025). Este trabalho procura contribuir para preencher essa lacuna ao adotar uma abordagem pan-europeia, tal como sugerido por Benchora e Galanti (2024), que analisam os efeitos da regulação ambiental sobre a rentabilidade das ações no contexto europeu, mas restringindo-se às empresas abrangidas pelo regime do EU ETS.

Por fim, o contexto regulatório europeu distingue-se como um dos mais exigentes em sustentabilidade empresarial. Com iniciativas como o Pacto Ecológico Europeu e a recente Diretiva de Relato de Sustentabilidade Corporativa (CSRD), as empresas europeias são hoje fortemente incentivadas e, em muitos dos casos obrigadas, a reportar e a reduzir as suas emissões de carbono (Comissão Europeia, 2023). Este enquadramento político e institucional torna o mercado europeu especialmente relevante para investigar os efeitos financeiros associados às práticas ambientais, nomeadamente no que respeita à rentabilidade das ações.

3.2. Definição de Variáveis

De seguida, são apresentadas as variáveis aplicadas na investigação e a explicação de cada uma delas. Todos os dados necessários ao cálculo das diferentes variáveis foram retirados da base de dados *Refinitiv Eikon – Datastream*. A construção destas variáveis seguiu a metodologia proposta por Benchora e Galanti (2024).

3.2.1. Variável Dependente

A variável dependente da análise é a rentabilidade mensal das ações de cada empresa. A rentabilidade das ações refere-se à rentabilidade que um investidor obtém a partir do seu investimento em ações, tendo em conta o ganho de capital. É um dos indicadores básicos para avaliar o desempenho de uma empresa no mercado, bem como para orientar as decisões de investimento na direção certa, em benefício dos investidores (Sharpe, 1964; Markowitz, 1952).

Esta é calculada como a variação percentual do preço de fecho da ação entre dois meses consecutivos, de acordo com a seguinte fórmula:

$$R_{i,t} = \frac{P_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t-1}}$$

Onde $R_{i,t}$ é a rentabilidade da ação da empresa i no mês t , e $P_{i,t}$ corresponde ao preço de fecho da ação da empresa i no mês t .

3.2.2. Variável Independente

Neste trabalho, foi considerada apenas a utilização das emissões diretas (*Scope 1*), ou seja, aquelas que resultam diretamente das atividades operacionais das empresas. A escolha por

focar exclusivamente neste tipo de emissão não é apenas metodológica, mas também fundamentada em razões de fiabilidade, relevância e coerência com a literatura recente. Em primeiro lugar, as emissões diretas (*Scope 1*) são verificadas por entidades independentes, o que confere uma maior confiança nos dados reportados. Este ponto é especialmente relevante quando se procura evitar distorções associadas ao *greenwashing*, como sublinham Benchora et al. (2024), que também optam por utilizar apenas o *Scope 1* precisamente por esta razão. Além disso, Perdichizzi et al. (2024) mostram que, entre os três tipos de emissões definidos pelo *Greenhouse Gas Protocol*, é o *Scope 1* que apresenta maior impacto no valor de mercado das empresas, enquanto os *Scopes 2* e *3* não revelam efeitos significativos. Estes autores referem ainda que os investidores vêm o *Scope 1* como o indicador mais credível de risco ambiental, pois representa diretamente a responsabilidade operacional da empresa, ao contrário dos *Scopes 2* e *3*, cujos dados são menos padronizados e frequentemente baseados em estimativas. Por estas razões, a utilização exclusiva das emissões de *Scope 1* permite garantir maior consistência metodológica, replicabilidade dos resultados e alinhamento com a melhor evidência disponível.

Para capturar o impacto ambiental das empresas, utilizam-se duas medidas distintas relacionadas com as emissões de carbono. Em primeiro lugar, consideram-se as Emissões Totais, que representam o volume total de emissões diretas de CO₂ (*Scope 1*) reportado por cada empresa num determinado ano. Para incorporar o atraso natural entre a emissão e a publicação dos dados, as emissões são introduzidas no modelo com um desfasamento de um ano, tal como sugerido por Bolton e Kacperczyk (2021). Para melhorar a interpretação e suavizar a assimetria da distribuição, os valores são transformados através do logaritmo natural, como Benchora e Galanti (2024).

Em segundo lugar, considera-se também a Intensidade das Emissões, que mede o volume de emissões em relação à dimensão da empresa, sendo calculada como a razão entre as emissões de CO₂ e as receitas da empresa no mesmo período. Também neste caso é utilizado o logaritmo natural. Claramente que uma empresa com maior dimensão tem emissões mais altas, e, portanto, é relevante controlar o efeito do tamanho da empresa e captar de forma mais eficaz o desempenho relativo em termos ambientais (Bolton & Kacperczyk, 2021; Barberà-Mariné et al., 2023; Benchora & Galanti, 2024; Aswani et al., 2024).

Adicionalmente, foram construídas variáveis *dummy* para identificar empresas com níveis extremos de emissões, tanto em termos absolutos (nível) como relativos (intensidade). Para

tal, calcularam-se os percentis 25% e 75% das emissões. A variável *D_Browness_Nível* assume o valor 1 quando o nível absoluto de emissões é superior ao percentil 75%, e 0 em caso contrário, identificando as empresas mais poluentes. *D_Greeness_Nível* assume o valor 1 quando o nível absoluto de emissões é inferior ao percentil 25%, e 0 em caso contrário, identificando as empresas verdes, ou seja, as menos poluentes. O mesmo critério foi aplicado à intensidade de emissões, originando as variáveis *D_Browness_Intensidade* e *D_Greeness_Intensidade*.

3.2.3. Variáveis de Controlo

Incluem-se no modelo várias variáveis de controlo, amplamente utilizadas na literatura sobre avaliação de ações. Estas procuram refletir as características económico-financeiras das empresas que influenciam diretamente a rentabilidade da ação. São elas:

Tamanho (Tam)

A dimensão da empresa é captada através do logaritmo natural da capitalização bolsista da empresa (*market cap*), prática amplamente utilizada na literatura como *proxy* de dimensão (Fama & French, 1993). Esta variável permite controlar o impacto que as empresas de maior dimensão podem exercer sobre a rentabilidade das ações. Espera-se que empresas maiores apresentem menor risco e maior previsibilidade nos resultados financeiros.

Book-to-Market (BTM)

O rácio *book-to-market* é obtido como a razão entre o valor contabilístico dos capitais próprios e o seu valor de mercado. Esta variável permite distinguir empresas de valor (com alto BTM) de empresas crescimento (com baixo BTM). Estudos como os de Fama e French (1993) demonstram que empresas com altos rácios *book-to-market* tendem a gerar rentabilidades superiores, o que justifica a sua inclusão como variável explicativa.

Endividamento (Endiv)

O endividamento é representado pelo rácio entre a dívida total e os ativos totais da empresa, sendo uma medida da sua estrutura de capital. Um maior endividamento pode sinalizar maior risco financeiro e, segundo Fama e French (1993), tende a estar associada a menores rentabilidades esperadas, especialmente em contextos de instabilidade macroeconómica. Esta variável também é utilizada para controlar o impacto do risco de insolvência nas estimativas de rentabilidades dos acionistas.

Rendibilidade dos Capitais Próprios (ROE)

O ROE reflete a eficiência com que uma empresa gera lucro com os recursos dos seus acionistas, sendo calculada como a razão entre o lucro líquido e os capitais próprios. Esta variável é uma medida tradicional de performance financeira, que pode influenciar diretamente as expectativas dos investidores e, conseqüentemente, as rentabilidades das ações.

Investimentos em Ativos (InvAti)

Esta variável é calculada como a variação anual dos ativos totais em relação ao valor dos ativos do período anterior, sendo um *proxy* do esforço de investimento da empresa. Esta variável permite considerar possíveis efeitos do ciclo de investimento no comportamento das ações.

Crescimento das vendas (CVend)

O crescimento das vendas é calculado como a variação das receitas operacionais de um ano para o outro. Esta variável capta o dinamismo comercial das empresas e é particularmente relevante para controlar o efeito de expectativas de crescimento sobre os preços das ações. Como referido por Barberà-Mariné et al. (2023), empresas com maior crescimento nas receitas tendem a atrair mais capital, o que pode influenciar as rentabilidades.

Momentum (Mom)

A variável *momentum* representa a rentabilidade acumulada da ação nos últimos 12 meses, excluindo o mês mais recente (de $t-13$ a $t-2$). Esta métrica, amplamente reconhecida por Jegadeesh e Titman (1993), serve como indicador de tendência, captando padrões comportamentais nos mercados financeiros.

Volatilidade (Vol)

A volatilidade das ações é medida pelo desvio padrão das rentabilidades diárias de cada mês, captando o risco da ação. Trata-se de um *proxy* do risco total enfrentado pelo investidor. Segundo Ilhan et al. (2021), esta variável é essencial para capturar o impacto da incerteza nas rentabilidades esperadas e permite controlar a exposição ao risco idiossincrático de cada empresa.

Rendibilidades do mês anterior

Inclui-se também a rentabilidade desfasada de um mês como forma de controlar a autocorrelação de curto prazo nas rentabilidades (Benchora & Galanti, 2024).

3.2.4. Winsorização

À semelhança de Benchora e Galanti (2024), procedeu-se à winsorização das variáveis contínuas ao nível dos percentis 1% e 99%. Esta abordagem preserva a dimensão da amostra e permite reduzir o impacto de valores extremos (*outliers*) que pudessem distorcer os resultados, possibilitando uma análise mais robusta, sem perda de observações.

3.3. Modelo

O modelo que será utilizado segue o trabalho de referência de Bolton e Kacperczyk (2021), e a adaptação aplicada por Benchora e Galanti (2024) ao contexto europeu, sendo apropriada para investigar a existência de um eventual prémio de carbono ou prémio verde no mercado de capitais.

Neste modelo, utiliza-se como variável explicativa o logaritmo natural das emissões diretas (NEmi) e o logaritmo da intensidade carbónica (IEmi), ambos desfasados um ano tendo em conta que a informação sobre as emissões é divulgada ao mercado com atraso.

A equação do modelo é apresentada da seguinte forma:

$$R_{i,t} = \alpha + \beta_1 \log(Emi_{i,t-1}) + \beta_2 X_{i,t} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t}$$

Onde $R_{i,t}$ representa a rentabilidade mensal da ação da empresa i no mês t , $\log(Emi_{i,t-1})$ representa o logaritmo natural das emissões totais ou da intensidade das emissões da empresa i no ano anterior, $X_{i,t}$ é o vetor de variáveis de controlo, γ_i os efeitos fixos por empresa, δ_t efeitos fixos temporais, e $\varepsilon_{i,t}$ o termo de erro.

O coeficiente β_1 é o principal foco de interesse: um valor positivo e estatisticamente significativo pode indicar a existência de um prémio de carbono, ou seja, empresas mais poluentes tendem a apresentar maiores rentabilidades, de acordo com a hipótese 1. Pelo contrário, um coeficiente negativo sugeriria um prémio verde, em que empresas menos poluentes são recompensadas pelos investidores, de acordo com a hipótese 2.

O modelo foi estimado com dados em painel, tendo sido realizados os testes F, Breusch-Pagan e Hausman, para determinar a especificação mais adequada (modelo de dados empilhados, efeitos fixos ou aleatórios).

3.4. Caracterização da Amostra

A Tabela 2 apresenta a caracterização da amostra por setores, de acordo com a classificação ICB (*Industry Classification Benchmark*).

Tabela 2 – Distribuição das empresas por setor

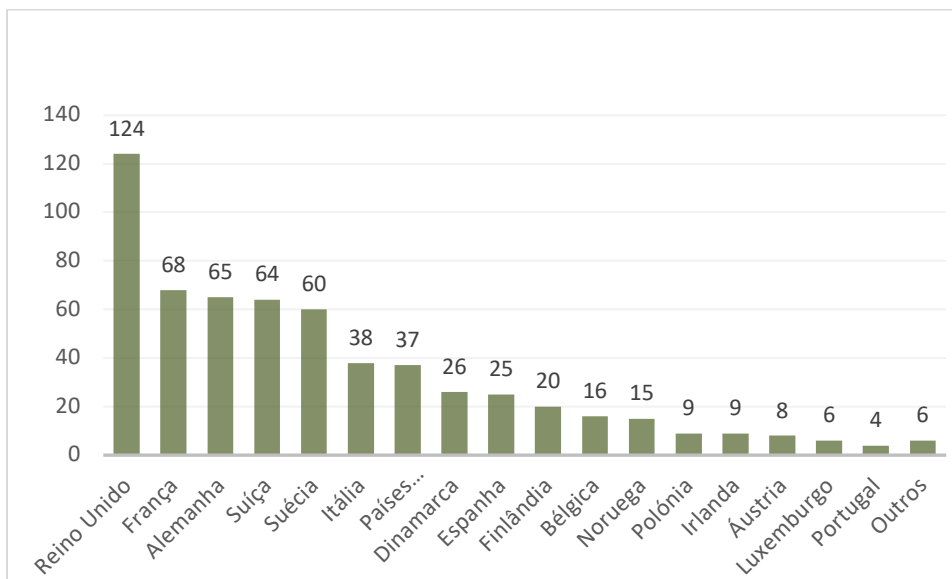
Setor	Número de empresas	%
Matérias-primas	36	6,00%
Consumo Cíclico	79	13,17%
Bens Essenciais (de Primeira Necessidade)	46	7,67%
Energia	23	3,83%
Financeiro	119	19,83%
Saúde	55	9,17%
Indústria	136	22,67%
Imobiliário	31	5,17%
Tecnologia	30	5,00%
Serviço de Telecomunicações	18	3,00%
Serviços Públicos	27	4,50%
Total	600	

Fonte: Elaboração própria

Pode verificar-se que a amostra é constituída por 600 empresas cotadas no índice STOXX Europe 600, distribuídas por 11 setores. O setor mais representativo da amostra é o setor da indústria (22,67%), seguido do setor financeiro (19,83%) e do setor de consumo cíclico (13,17%).

A Figura 2 apresenta a distribuição das empresas da amostra por países.

Figura 2 – Distribuição das empresas por país

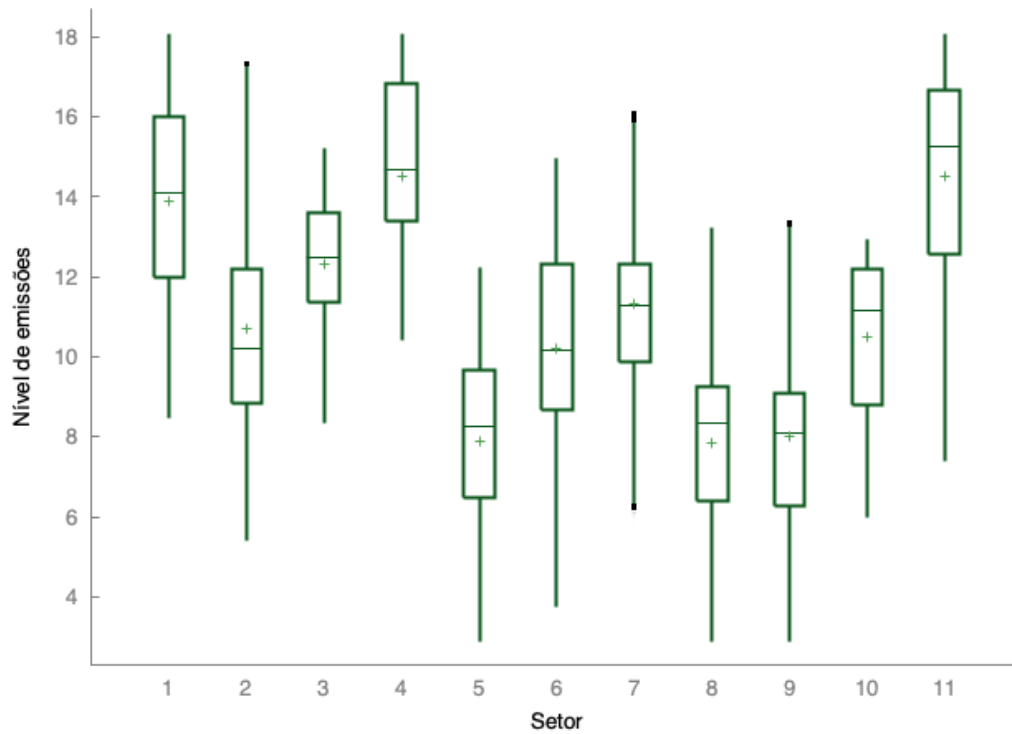


Fonte: Elaboração própria

A distribuição geográfica das empresas revela uma predominância do Reino Unido, seguido de França, Alemanha, Suíça e Suécia, refletindo a concentração dos maiores mercados financeiros europeus. Esta diversidade geográfica permite captar as diferentes realidades económicas e ambientais dos países europeus e incorporar possíveis heterogeneidades no impacto das emissões de carbono nas rentabilidades das ações.

A Figura 3 apresenta um diagrama de caixas (*boxplot*) com a distribuição das emissões (*Scope 1*) por setor de atividade, utilizando a classificação ICB. A figura revela uma heterogeneidade acentuada das emissões entre setores. Os setores de serviços públicos, energia e matérias-primas apresentam os níveis de emissões mais elevados, indicando que concentram as empresas mais poluentes da amostra. Estes setores estão fortemente associados a atividades intensivas de carbono, como produção e distribuição de energia, extração de recursos e processos industriais pesados. Por outro lado, os setores de tecnologia, imobiliário e financeiro registam os níveis de emissões mais baixos, o que sugere uma menor exposição direta ao risco climático regulatório. A figura também evidencia elevada dispersão das emissões, especialmente na indústria, telecomunicações e saúde, refletindo uma variabilidade significativa dentro dos próprios setores no que respeita ao nível de emissões verificadas.

Figura 3 - Nível de Emissões por Setor



Notas. 1 representa o setor de matérias-primas, 2 corresponde ao setor de consumo cíclico, 3 representa o setor de bens essenciais, 4 representa o setor de energia, 5 representa o setor financeiro, 6 corresponde ao setor de saúde, 7 corresponde ao setor da indústria, 8 representa o setor de imobiliário, 9 corresponde ao setor de tecnologia, 10 representa o setor de serviço de telecomunicações e 11 corresponde ao setor de serviços públicos.

Fonte: Elaboração própria

4. Apresentação e discussão de resultados

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos. A análise inicia-se com a estatística descritiva das variáveis, seguindo-se a descrição e discussão dos resultados dos modelos de regressão definidos na metodologia.

4.1. Estatística Descritiva

A Tabela 3 apresenta as principais estatísticas descritivas das variáveis incluídas na análise, nomeadamente média, mediana, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis

Variável	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variação
R	0,009	0,008	0,081	-0,212	0,248	9,000
NEmi	10,689	10,573	3,160	2,890	18,092	0,296
IEmi	-4,926	-4,952	2,535	-11,476	1,064	-0,515
Tam	9,028	8,929	1,162	6,357	11,971	0,129
BTM	0,610	0,448	0,526	0,027	2,941	0,862
Endiv	0,243	0,237	0,154	0,000	0,636	0,634
ROE	14,894	13,130	16,601	-38,369	88,070	1,115
InvAti	0,090	0,054	0,195	-0,223	1,199	2,167
CVend	0,084	0,057	0,227	-0,557	1,166	2,702
Mom	0,096	0,091	0,262	-0,593	0,836	2,729
Vol	0,080	0,072	0,035	0,029	0,210	0,438

Fonte: Elaboração própria

Notas. R representa a rentabilidade das ações; NEmi corresponde ao logaritmo do nível absoluto de emissões de carbono (*Scope 1*); IEmi representa o logaritmo da intensidade das emissões de carbono; Tam representa a dimensão da empresa; BTM refere-se ao rácio book-to-market; Endiv corresponde ao grau de alavancagem financeira; ROE refere-se à rentabilidade dos capitais próprios; InvAti indica o rácio de investimento em ativos; CVend representa o crescimento das vendas; Mom refere-se ao fator *momentum*; Vol representa a volatilidade das ações.

A rentabilidade mensal (R) apresenta uma média de 0,009 e uma mediana de 0,008, valores bastante próximos, o que sugere uma distribuição relativamente simétrica. No entanto, o coeficiente de variação é muito elevado (900%), refletindo a elevada instabilidade das

rentabilidades no curto prazo e demonstrando a heterogeneidade no desempenho das ações das empresas da amostra.

Relativamente ao nível de emissões (NEmi), observa-se uma média de 10,689 e uma mediana ligeiramente inferior (10,573). O coeficiente de variação (CV) é de 29,6%, valor próximo do limite superior para dispersão moderada, sugerindo alguma variabilidade entre empresas, mas ainda com relativa concentração em torno da média.

Já a intensidade de emissões (IEmi), apresenta uma média negativa (-4,926) e uma mediana ligeiramente mais baixa (-4,952), o que indica que, em média, as empresas emitem menos CO₂ por unidade de receita. O CV de -51,5% revela uma dispersão elevada, mostrando que existe uma grande heterogeneidade entre empresas no que respeita à intensidade de emissões.

No que respeita ao tamanho, os valores variam entre 6,357 e 11,971, com uma média de 9,028. Esta variável apresenta uma distribuição relativamente simétrica, dada a proximidade entre média e mediana (8,929) e um desvio padrão moderado (1,162). O coeficiente de variação é baixo (12,9%), o que indica uma homogeneidade considerável na dimensão das empresas da amostra.

O rácio de BTM apresenta uma média de 0,610 e uma mediana de 0,448, sugerindo assimetria positiva. O desvio padrão de 0,526 e o coeficiente de variação 86,2% indicam elevada dispersão entre empresas, refletindo diferenças relevantes nas oportunidades de crescimento e no perfil de risco associado.

As variáveis de estrutura financeira e desempenho económico também evidenciam padrões relevantes. O rácio de endividamento regista uma média de 0,243, o que sugere que, em média, cerca de 24% dos ativos das empresas da amostra são financiados por capital alheio, refletindo níveis de endividamento moderados. Os valores oscilam entre 0 e 0,636, mostrando que algumas empresas praticamente não recorrem a dívida, enquanto outras utilizam mais de 60% de financiamento externo. O ROE apresenta uma média elevada (14,894), mas com uma grande dispersão (16,601), traduzida num coeficiente de variação de 1,115. Importa destacar o valor mínimo do ROE (-38,369), o que evidencia a existência de empresas com prejuízos significativos no período analisado.

As variáveis de investimento e crescimento revelam também forte dispersão. O investimento em ativos apresenta uma média de 0,09 e uma mediana inferior (0,054), com um desvio

padrão de 0,195 e um coeficiente de variação de 216,7%, sugerindo uma alta variabilidade entre empresas. De forma semelhante, o crescimento das vendas mostra uma média de 0,084, mediana de 0,057, desvio padrão de 0,227 e coeficiente de variação ainda mais elevado (270,2%), revelando a assimetria positiva.

Por último, as variáveis associadas ao risco e comportamento acionista mostram padrões distintos. O fator *momentum* apresenta uma média de 0,096 e uma mediana de 0,091, com um coeficiente de variação de 272,9%, revelando forte dispersão e sugerindo que empresas com desempenhos recentes muito distintos tendem a ter resultados bastante heterogêneos nos períodos seguintes. Já a volatilidade apresenta uma média de 0,080 e uma mediana de 0,072, com um coeficiente de variação de 43,8%. Apesar de os valores médios serem baixos, a variabilidade mostra diferenças relevantes na percepção de risco entre empresas, o que poderá ajudar a explicar a instabilidade observada nas rentabilidades.

De forma geral, as estatísticas descritivas revelam distribuições assimétricas e dispersões elevadas em várias variáveis, especialmente nas que envolvem rentabilidade (ROE, rentabilidade), emissões e crescimento (crescimento das vendas e investimento em ativos), demonstrando a heterogeneidade estrutural e de desempenho entre as empresas da amostra.

A Tabela 4 apresenta a matriz de correlações de *Pearson* entre as variáveis em análise, obtida com recurso ao software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*.

Como se pode verificar, a correlação entre a rentabilidade das ações e o logaritmo das emissões em nível absoluto e em intensidade, é negativa (-0,023 e -0,015, respetivamente). Estes valores, apesar de reduzidos, são estatisticamente significativos e sugerem que as empresas mais poluentes tendem a registar rentabilidades ligeiramente inferiores, o que já aponta para sinais de um possível prémio verde.

No que respeita à correlação entre a rentabilidade e as variáveis de controlo, observa-se uma correlação negativa com as variáveis BTM e endividamento. Isto indica que empresas mais endividadas tendem a apresentar desempenhos acionistas mais fracos e que, na amostra analisada, as empresas com maior BTM registam rentabilidades inferiores, enquanto as empresas com menor BTM são mais valorizadas pelo mercado. Verifica-se, também, uma correlação positiva com o ROE (0,056), sugerindo que empresas mais rentáveis tendem a ser mais valorizadas no mercado. O crescimento das vendas (0,049) e o investimento em ativos (0,052) apresentam correlações positivas com a rentabilidade, embora reduzidas.

Tabela 4 – Matriz de correlações

Var	R	NEmi	IEmi	Tam	BTM	Endiv	ROE	InvAti	CVend	Mom	Vol
R	1	-0,023***	-0,015***	0,006	-0,077***	-0,027***	0,056***	0,052***	0,049***	-0,019***	0,075***
NEmi		1	0,887***	0,349***	0,048***	0,163***	-0,112***	-0,117***	-0,083***	-0,071***	-0,052***
IEmi			1	0,020***	-0,039***	0,221***	-0,087***	-0,056***	-0,084***	-0,045***	-0,025***
Tam				1	-0,068***	0,078***	0,067***	-0,085***	-0,038***	0,011***	-0,232***
BTM					1	0,004	-0,383***	-0,121***	-0,070***	-0,225***	0,216***
Endiv						1	-0,077***	-0,016***	-0,043***	-0,103***	-0,029***
ROE							1	0,152***	0,123***	0,209***	-0,144***
InvAti								1	0,444***	0,195***	0,034***
CVend									1	0,213***	0,041***
Mom										1	-0,064***
Vol											1

Fonte: Elaboração própria

Notas. R representa a rentabilidade das ações; NEmi corresponde ao logaritmo do nível absoluto de emissões de carbono (*Scope 1*); IEmi representa o logaritmo da intensidade das emissões de carbono; Tam representa a dimensão da empresa; BTM refere-se ao rácio book-to-market; Endiv corresponde ao grau de alavancagem financeira; ROE refere-se à rentabilidade dos capitais próprios; InvAti indica o rácio de investimento em ativos; CVend representa o crescimento das vendas; Mom refere-se ao fator *momentum*; Vol representa a volatilidade das ações. *, ** e *** representam significância estatística ao nível de 10%, 5% e 1%, respetivamente.

Observa-se ainda uma correlação negativa entre a rentabilidade e o fator *momentum* (-0,019), o que sugere a presença de reversões de curto prazo, isto é, empresas que tiveram bons resultados recentemente tendem a ter desempenhos mais fracos no período seguinte. Pelo contrário, a correlação com a volatilidade é positiva (0,075), o que indica que ações mais arriscadas tendem, em média, a gerar rentabilidade mais elevadas. Já a dimensão da empresa apresenta uma correlação muito baixa (0,006) e não significativa, não havendo evidência clara de que o tamanho seja um fator determinante na rentabilidade das ações.

Por fim, a análise das correlações entre as variáveis explicativas permite avaliar possíveis problemas de multicolinearidade. A correlação mais forte observa-se entre o logaritmo do nível absoluto e da intensidade de emissões (0,887), o que mostra que ambas as variáveis captam praticamente a mesma informação e confirma a opção de as estimar em modelos separados. As restantes correlações entre variáveis de controlo apresentam valores baixos, em regra inferior a 0,50, o que indica a inexistência de riscos relevantes de multicolinearidade que possam comprometer os modelos.

Também se realizou uma análise de multicolinearidade (Tabela 5) através do fator de inflação da variância (VIF). Os resultados situam-se muito abaixo do limiar de referência ($VIF > 10$), que indicaria a existência de problemas de colinearidade entre as variáveis. De facto, os valores variam entre 1,019 e 1,277, indicando que não existe correlação excessiva entre os regressores, pelo que as estimativas apresentadas não estão comprometidas por problemas de multicolinearidade.

Tabela 5 – Análise de multicolinearidade: VIF

NEmi	IEmi	Tam	BTM	Endiv	ROE	InvAti	CVend	Mom	Vol	R-1
1,217		1,244	1,273	1,049	1,237	1,245	1,242	1,137	1,165	1,019
	1,076	1,086	1,277	1,076	1,234	1,240	1,244	1,136	1,165	1,019

Fonte: Elaboração própria

Notas. NEmi corresponde ao logaritmo do nível absoluto de emissões de carbono (*Scope 1*); IEmi representa o logaritmo da intensidade das emissões de carbono; Tam representa a dimensão da empresa; BTM refere-se ao rácio book-to-market; Endiv corresponde ao grau de alavancagem financeira; ROE refere-se à rentabilidade dos capitais próprios; InvAti indica o rácio de investimento em ativos; CVend representa o crescimento das vendas; Mom refere-se ao fator *momentum*; Vol representa a volatilidade das ações. R-1 representa a rentabilidade no período anterior.

4.2. Análise Multivariada

A Tabela 6 apresenta os resultados da estimativa do modelo de efeitos fixos, considerando como variáveis de interesse a relação entre as rentabilidades mensais das ações e, alternativamente, o nível absoluto de emissões (coluna 1) e a intensidade de emissões (coluna 2). A especificação adotada foi definida com base na análise das estatísticas F, Breusch-Pagan e Hausman.

Tabela 6 – Resultados da estimação do modelo

Variável	Nível de emissões	Intensidade de emissões
Constante	-0,164***	-0,252***
NEmi	-0,005***	
IEmi		0,002*
Tam	0,003***	0,024***
BTM	-0,053***	-0,054***
Endiv	-0,058***	-0,058***
ROE	0,0004***	0,0004***
InvAti	0,014***	0,014***
CVend	0,011***	0,012***
Mom	-0,048***	-0,048***
Vol	0,444***	0,447***
R -1	-0,099***	-0,098***
R² Ajust	0,063	0,062
F	65,398***	66,222***
Breusch-Pagan	40,448***	39,187***
Hausman	2020,330***	2001,580***
Observações	44533	44533

Fonte: Elaboração própria

Notas. NEmi corresponde ao logaritmo do nível absoluto de emissões de carbono (*Scope 1*); IEmi representa o logaritmo da intensidade das emissões de carbono; Tam representa a dimensão da empresa; BTM refere-se ao rácio book-to-market; Endiv corresponde ao grau de alavancagem financeira; ROE refere-se à rentabilidade dos capitais próprios; InvAti indica o rácio de investimento em ativos; CVend representa o crescimento das vendas; Mom refere-se ao fator *momentum*; Vol representa a volatilidade das ações. R-1 representa a rentabilidade no período anterior. *, ** e *** representam significância estatística ao nível de 10%, 5% e 1%, respetivamente.

O nível absoluto de emissões apresenta um coeficiente negativo e estatisticamente significativo a 1% (-0,005***), o que indica que as empresas mais poluentes tendem a registar rentabilidades mais baixas. Este resultado reforça a existência de um prémio verde no mercado, traduzindo uma valorização relativa das empresas que conseguem manter volumes de emissões mais reduzidos. Já a intensidade de emissões revela um coeficiente positivo e significativo apenas a 10% de significância (0,002*), sugerindo que, quando as emissões são analisadas em termos relativos por unidade de atividade, os resultados tornam-se menos evidentes e não apontam para uma penalização por parte do mercado, não constituindo um fator diferenciador na rentabilidade das ações.

No que respeita às variáveis de controlo, o tamanho da empresa está positivamente associado à rentabilidade, sugerindo que empresas maiores, devido à solidez e maior visibilidade no mercado, tendem a oferecer rentabilidades superiores. O rácio BTM e o endividamento mostram coeficientes negativos e significativos, refletindo que empresas mais endividadas ou com elevado rácio *book to market* tendem a apresentar desempenhos mais fracos. Em contraste, o ROE, o investimento em ativos e o crescimento das vendas revelam efeitos positivos, ainda que de pequena dimensão, apontando para uma valorização das empresas mais lucrativas e em expansão. Já o *momentum* surge com sinal negativo, sugerindo efeitos de reversão de curto prazo nas rentabilidades. Por fim, a volatilidade apresenta impacto positivo e altamente significativo, evidenciando a presença de um prémio de risco, enquanto a rentabilidade do período anterior mostra um efeito negativo que reforça a tendência de reversão nas rentabilidades.

O R^2 ajustado apresenta valores muito próximos nos dois modelos, o que sugere que os resultados são estáveis independentemente da medida de emissões considerada. A estatística F é significativa em ambos os modelos, rejeitando a hipótese nula de que o modelo de dados empilhados (*pooled OLS*) seria adequado e confirmando a necessidade de recorrer a efeitos fixos. A estatística de Breusch-Pagan assume valores elevados e significativos, rejeitando a hipótese de que o modelo de dados empilhados (*pooled OLS*) seria adequado contra a alternativa de um modelo de efeitos aleatórios. Por fim, a estatística de Hausman confirma a escolha do modelo de efeitos fixos, uma vez que rejeita a consistência do modelo de efeitos aleatórios.

Relativamente às hipóteses formuladas, os resultados permitem rejeitar a hipótese 1, que previa uma relação positiva entre emissões e rentabilidade, e confirmar a hipótese 2, que

apontava para uma relação negativa. Estes resultados estão em linha com os de Benchora e Galanti (2024), Barberà-Mariné et al. (2023) e Giansante et al. (2023), entre outros, mostrando que as empresas mais poluentes tendem a ser penalizadas pelo mercado, refletindo riscos acrescidos de natureza regulatória e reputacional, bem como a crescente preferência dos investidores por ativos sustentáveis. Assim, verifica-se a existência de um prémio verde, traduzido na valorização das empresas que conseguem manter menores volumes de emissões.

4.3. Análise de Robustez

Para compreender melhor se os resultados anteriores são comuns a todas as empresas ou se estão concentrados apenas nas que poluem mais ou menos, foram estimados novos modelos de regressão, substituindo as variáveis contínuas de emissões por variáveis *dummy*, explicadas no capítulo anterior, que isolam os extremos da distribuição.

A Tabela 7 apresenta os resultados destas novas regressões, que analisam no mesmo modelo as empresas mais poluentes e as menos poluentes em termos de emissões absolutas (coluna 1) e de intensidade de emissões (coluna 2).

Quando observamos os modelos baseados no nível absoluto de emissões, as empresas menos poluentes (*D_Greeness*) apresentam, em média, rentabilidades superiores. No entanto, as empresas mais poluentes (*D_Browness*) não evidenciam qualquer impacto estatisticamente significativo, com coeficientes muito próximos de zero. Isto sugere que o prémio verde não resulta de uma penalização das empresas mais poluentes, mas sim de um bónus atribuído às empresas menos poluentes.

No caso da intensidade de emissões, o cenário não é tão claro. Há um pequeno sinal de que as empresas mais intensivas em carbono podem ter alguma rentabilidade extra. Já as empresas menos intensivas em carbono não revelam qualquer diferença estatisticamente significativa face às restantes, o que significa que, no conjunto da amostra, a intensidade de emissões não se mostra um critério relevante para explicar a rentabilidade das ações.

Tabela 7 – Resultados da estimação do modelo com variáveis *dummy*

Variável	Nível de Emissões	Intensidade de Emissões
Constante	-0,266***	-0,266***
D_Browness	0,000	0,007*
D_Greeness	0,007*	0,002
Tam	0,024***	0,024***
BTM	-0,054***	-0,054***
Endiv	-0,057***	-0,057***
ROE	0,0004***	0,0004***
InvAti	0,015***	0,015***
CVend	0,011***	0,011***
Mom	-0,048***	-0,048***
Vol	0,445***	0,445***
R-1	-0,098***	-0,098***
R² Ajust	0,062	0,062
Observações	44533	44497

Fonte: Elaboração própria

Notas. D_Browness=1 para empresas no quartil superior de emissões (mais poluentes), 0 caso contrário; D_Greeness=1 para empresas no quartil inferior de emissões (menos poluentes), 0 caso contrário; Tam representa a dimensão da empresa; BTM refere-se ao rácio book-to-market; Endiv corresponde ao grau de alavancagem financeira; ROE refere-se à rentabilidade dos capitais próprios; InvAti indica o rácio de investimento em ativos; CVend representa o crescimento das vendas; Mom refere-se ao fator *momentum*; Vol representa a volatilidade das ações. R-1 representa a rentabilidade no período anterior. *, ** e *** representam significância estatística ao nível de 10%, 5% e 1%, respetivamente.

Importa ainda destacar que os coeficientes das variáveis de controlo mantêm os sinais e significância observados nos modelos anteriores, o que reforça a estabilidade dos resultados. Assim, a introdução das variáveis *dummy* não altera o poder explicativo do modelo, mas acrescenta clareza quanto ao que está por detrás dos resultados, ou seja, que o prémio verde está associado ao desempenho superior das empresas menos poluentes, e não a uma penalização direta das mais poluentes, sugerindo que os investidores tendem a valorizar as empresas que conseguem manter níveis reduzidos de emissões de carbono.

4.4. Análise por setor

Com o objetivo de verificar se a relação entre as emissões de carbono e a rentabilidade das ações varia consoante o setor de atividade, procedeu-se à estimação de modelos setoriais, cujos resultados se indicam na Tabela 8 e na Tabela 9.

Nos setores de matérias-primas e de serviços públicos, o nível absoluto de emissões não apresenta significância estatística, mas a intensidade de emissões surge com coeficiente positivo e significativo. Este resultado indica a existência de um prémio de carbono, em que empresas mais intensivas em carbono alcançam rentabilidades superiores. Nestes setores altamente poluentes por natureza, os investidores parecem exigir uma compensação adicional para deter ações de empresas com maior risco climático, o que se traduz em rentabilidades mais elevadas. Isto pode estar relacionado com o facto de estas empresas conseguirem manter vantagens competitivas importantes, como maiores margens ou escala de produção, que compensam o risco ambiental no curto prazo, ou o facto de, nestes setores, a poluição estar associada a processos produtivos centrais e difíceis de substituir, sendo valorizadas pelo mercado.

Já nos setores de consumo cíclico, bens essenciais e indústria, os resultados apontam para a presença de um prémio verde. Nestes casos, é o nível absoluto de emissões que se revela negativo e estatisticamente significativo, sugerindo que as empresas mais poluentes tendem a apresentar rentabilidades inferiores. Por outro lado, a intensidade de emissões não mostra significância estatística, o que demonstra que, nestes setores, o mercado reage sobretudo ao volume total de emissões e não à sua dimensão relativa à receita. Estes resultados indicam que, em setores menos intensivos em carbono, os investidores valorizam a redução do montante total emitido em detrimento de ganhos de eficiência carbónica.

No setor da saúde, os resultados revelam uma relação negativa e estatisticamente significativa entre o nível absoluto de emissões e a rentabilidade das ações, indicando que empresas que emitem maiores volumes totais de carbono tendem a apresentar rentabilidades mais baixas. Por outro lado, a intensidade de emissões apresenta um coeficiente positivo, o que sugere que empresas mais intensivas em carbono possam ser compensadas com rentabilidades superiores. Estes resultados são dúbios: enquanto os investidores parecem penalizar as empresas com maior volume total de emissões, existe também um sinal de uma recompensa para as empresas mais intensivas em carbono, possivelmente pelo risco adicional.

Tabela 8 – Resultados da estimação do modelo com o nível de emissões por setor

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Const	-0,161*	-0,298***	-0,272***	-0,479**	-0,581***	-0,230***	-0,226***	0,054	-0,071	-0,155**	-0,144
NEmi	-0,004	-0,008**	-0,020***	-0,0005	-0,006	-0,005***	-0,010***	0,0009	-0,010	-0,008	0,002
Tam	0,007*	0,035***	0,037***	0,036	0,075***	-0,025***	0,026***	-0,003	0,011	0,019*	0,001
BTM	-0,092***	-0,033**	-0,041	-0,066***	-0,030***	-0,053***	-0,062***	-0,099***	-0,089*	-0,043***	-0,057***
Endiv	0,012	-0,063***	-0,097***	-0,230***	0,005	-0,058***	-0,095***	0,031	0,018	-0,024	-0,110
ROE	0,001**	0,0003**	0,0003	0,0005	0,001***	0,0004***	0,0002**	0,0005	0,0001	-0,0001	0,0004***
InvAti	0,027	0,009	0,019*	0,042*	0,020*	0,014***	0,004	0,028*	0,009	0,037**	0,020
CVend	-0,008	0,016**	0,024	0,007	0,012***	0,011***	0,004	0,024	0,006	-0,036	-0,014
Mom	-0,056***	-0,052***	-0,058***	-0,078***	-0,059***	-0,048***	-0,047***	-0,074***	-0,043***	-0,036***	-0,027**
Vol	0,644***	0,573***	0,323***	0,507***	0,614***	0,444***	0,415***	0,404***	0,376***	0,487***	0,269**
R-1	0,108***	-0,093***	-0,077***	-0,142***	-0,151***	-0,099***	-0,108***	-0,138***	-0,094***	-0,094***	-0,079***

Notas. NEmi corresponde ao logaritmo do nível absoluto de emissões de carbono (*Scope 1*); Tam representa a dimensão da empresa; BTM refere-se ao rácio book-to-market; Endiv corresponde ao grau de alavancagem financeira; ROE refere-se à rentabilidade dos capitais próprios; InvAti indica o rácio de investimento em ativos; CVend representa o crescimento das vendas; Mom refere-se ao fator *momentum*; Vol representa a volatilidade das ações; R-1 representa a rentabilidade no período anterior. 1 representa o setor de matérias-primas, 2 corresponde ao setor de consumo cíclico, 3 representa o setor de bens essenciais, 4 representa o setor de energia, 5 representa o setor financeiro, 6 corresponde ao setor de saúde, 7 corresponde ao setor da indústria, 8 representa o setor de imobiliário, 9 corresponde ao setor de tecnologia, 10 representa o setor de serviço de telecomunicações e 11 corresponde ao setor de serviços públicos. *, ** e *** representam significância estatística ao nível de 10%, 5% e 1%, respetivamente.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 9 – Resultados da estimação do modelo com a intensidade de emissões por setor

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Const	0,126	-0,343***	-0,376***	-0,482**	-0,597***	-0,252***	-0,297***	0,065	-0,130*	-0,216**	-0,110
IEmi	0,021**	0,008	-0,003	0,002	0,003	0,002*	-0,0006	0,001	0,004	-0,003	0,006**
Tam	0,021**	0,037***	0,034***	0,038	0,073***	0,024***	0,022***	-0,002	0,014	0,016*	0,004
BTM	-0,085***	-0,031**	-0,042	-0,064***	-0,030***	-0,054***	-0,064***	-0,099***	-0,082*	-0,044***	-0,059***
Endiv	0,042	-0,065***	-0,096***	-0,214***	-0,003	-0,058***	-0,099***	0,032	0,009	-0,016	-0,104
ROE	0,001***	0,0003**	0,0003	0,0005	0,001***	0,0004***	0,0003***	0,0005	0,000	0,000	0,0004***
InvAti	0,016	0,008	0,019*	0,043*	0,019*	0,014***	0,006	0,028*	0,008	0,035**	0,019
CVend	0,004	0,017**	0,022	0,008	0,013***	0,012***	0,003	0,025	0,005	-0,035	-0,009
Mom	-0,061***	-0,052***	-0,057***	-0,077***	-0,058***	-0,048***	-0,045***	-0,074***	-0,043***	-0,035***	-0,029**
Vol	0,664***	0,580***	0,312***	0,505***	0,630***	0,447***	0,416***	0,405***	0,358***	0,487***	0,285**
R-1	-0,114***	-0,093***	-0,075***	-0,143***	-0,151***	-0,098***	-0,106***	-0,138***	-0,093***	-0,093***	-0,082***

Notas. IEmi representa o logaritmo da intensidade das emissões de carbono; Tam representa a dimensão da empresa; BTM refere-se ao rácio book-to-market; Endiv corresponde ao grau de alavancagem financeira; ROE refere-se à rentabilidade dos capitais próprios; InvAti indica o rácio de investimento em ativos; CVend representa o crescimento das vendas; Mom refere-se ao fator *momentum*; Vol representa a volatilidade das ações; R-1 representa a rentabilidade no período anterior. 1 representa o setor de matérias-primas, 2 corresponde ao setor de consumo cíclico, 3 representa o setor de bens essenciais, 4 representa o setor de energia, 5 representa o setor financeiro, 6 corresponde ao setor de saúde, 7 corresponde ao setor da indústria, 8 representa o setor de imobiliário, 9 corresponde ao setor de tecnologia, 10 representa o setor de serviço de telecomunicações e 11 corresponde ao setor de serviços públicos. *, ** e *** representam significância estatística ao nível de 10%, 5% e 1%, respetivamente.

Fonte: Elaboração própria

Nos setores da energia, financeiro, imobiliário, tecnológico e de telecomunicações não se observam efeitos estatisticamente significativos tanto no nível absoluto como na intensidade das emissões. No caso da energia, uma possível explicação é os elevados níveis de emissões já serem uma característica expectável nesta indústria, estando incorporadas nas avaliações dos investidores e, por isso, não criam efeitos adicionais sobre as rentabilidades. No caso do setor financeiro, o resultado era expectável, dado que as instituições financeiras possuem emissões diretas muito reduzidas, sendo a sua exposição ao risco climático maioritariamente indireta, através do financiamento e investimento em empresas de outros setores mais poluentes. Nos restantes setores, também caracterizados por terem emissões diretas relativamente baixas, o desempenho acionista parece ser influenciado por outros fatores, não havendo evidência de que as emissões constituam um elemento diferenciador.

A análise setorial mostra que a relação entre emissões de carbono e a rentabilidade das ações é heterogénea. Enquanto em setores como matérias-primas e serviços públicos verifica-se um prémio de carbono, em que as empresas mais intensivas em carbono registam rentabilidades superiores, noutros setores, como consumo cíclico, bens essenciais, indústria e saúde, observa-se um prémio verde, com penalização das empresas mais poluentes. Já nos setores da energia, financeiro, imobiliário, tecnológico e telecomunicações não se identificam efeitos relevantes, sugerindo que as emissões não exercem uma influência significativa no desempenho acionista. Alguns estudos setoriais (Perdichizzi et al., 2024; Giansante et al., 2023; Chen et al., 2025) também mostraram que o impacto das emissões varia consoante a atividade económica. No entanto, a maioria dos estudos aborda este efeito de forma agregada ou limitada a subsectores, o que dificulta uma compreensão completa. Assim, este trabalho acrescenta valor ao evidenciar de forma clara as diferenças entre setores no contexto europeu, oferecendo uma visão mais abrangente.

5. Conclusão

A relação entre sustentabilidade ambiental e desempenho financeiro tem sido alvo de crescente atenção académica e prática, mas os estudos realizados apresentam conclusões distintas e, por vezes, contraditórias. Enquanto alguns estudos identificam sinais de um prémio verde, em que as empresas menos poluentes são valorizadas pelo mercado, outros apontam para a existência de um prémio de carbono ou mesmo para a ausência de efeitos estatisticamente significativos. Neste contexto, a presente dissertação procurou analisar o impacto das emissões de carbono na rendibilidade das ações das empresas europeias, contribuindo para clarificar de que forma o risco climático é incorporado pelos mercados financeiros.

Para este efeito, foram estimados modelos de regressão com dados em painel, recorrendo a efeitos fixos. A análise permitiu testar as hipóteses criadas, avaliar a heterogeneidade setorial e verificar de que forma os mercados financeiros europeus começam a integrar o risco climático. Neste enquadramento, torna-se agora possível sintetizar as principais conclusões do trabalho e refletir sobre o seu contributo para a literatura e para a prática.

Os resultados obtidos permitem concluir que as empresas europeias com maiores volumes absolutos de emissões de carbono tendem a apresentar rendibilidades mais baixas, evidenciando um prémio verde no mercado acionista europeu, que permite corroborar a segunda hipótese do trabalho. No entanto, este efeito decorre sobretudo do desempenho superior das empresas menos poluentes, e não de uma penalização significativa das mais poluentes, como se evidenciou com a utilização de variáveis *dummy* que identificam as empresas nos dois extremos da distribuição das emissões (as 25% mais poluentes e as 25% menos poluentes). Já no caso da intensidade de emissões, os efeitos foram menos robustos, sendo relevantes apenas em alguns setores mais intensivos. Estes resultados confirmam que a incorporação do risco climático pelos investidores não é uniforme, variando consoante a medida de emissões utilizada e a natureza do setor em análise.

O contributo inovador desta dissertação reside precisamente em explorar não só a heterogeneidade entre setores, mas também os extremos da distribuição das emissões. Os resultados mostram que o impacto do carbono na rendibilidade das ações é complexo e varia consoante o setor e as perceções do risco dos investidores. Assim, os objetivos definidos

foram alcançados, permitindo concluir que os mercados financeiros europeus começam a refletir as preocupações ambientais nos preços das ações, mas de forma seletiva, premiando sobretudo as empresas mais verdes e, em alguns casos, exigindo compensação adicional para investir em empresas altamente poluentes. O prêmio verde identificado traduz um incentivo para a redução de emissões, enquanto a evidência do prêmio de carbono em determinados setores sugere que o risco climático pode levar os investidores a exigir maiores rentabilidades. Ao mesmo tempo, a ausência de efeitos em vários setores confirma que esta integração ainda não é generalizada. Esta evidência pode ser útil para orientar investidores institucionais, reguladores e gestores a integrarem critérios ambientais nas suas decisões estratégicas, alinhando os mercados de capitais com os objetivos de transição climática.

Para além do contributo académico, os resultados deste trabalho têm implicações práticas relevantes. Para os gestores empresariais, constituem um sinal da crescente importância de estratégias de redução de emissões, que, sobretudo quando comunicadas de forma transparente, podem ser valorizadas pelos mercados de capitais e traduzir-se em benefícios financeiros. Para os investidores, evidenciam a necessidade de integrar métricas de emissões na avaliação de risco e na seleção de ativos, ajustando estratégias consoante o setor de atividade, especialmente nos mais intensivos em carbono. Já para os reguladores, confirmam que o mercado, por si só, ainda não penaliza de forma uniforme as empresas mais poluentes, sublinhando a importância de reforçar os mecanismos de reporte obrigatório e os incentivos económicos que promovam a transição para modelos empresariais mais sustentáveis.

Naturalmente, este trabalho apresenta limitações. O foco foi colocado exclusivamente nas emissões de carbono, deixando de fora outros gases com efeito de estufa e outras dimensões ambientais igualmente relevantes. Além disso, a análise concentrou-se no impacto das emissões sobre as rentabilidades brutas das ações, quando poderia ter sido complementada com métricas ajustadas ao risco, recorrendo a modelos como o CAPM ou aos modelos fatoriais de Fama e French (1993, 2015). Adicionalmente, a disponibilidade dos dados pode condicionar os resultados, uma vez que nem todas as empresas reportam emissões de forma homogénea, o que pode afetar a comparabilidade ao longo do tempo. Finalmente, seria interessante incorporar variáveis adicionais ligadas às métricas ambientais e ESG, de modo a captar mais amplamente o papel da sustentabilidade no desempenho acionista.

O estudo de Holmberg (2016) sugere que variáveis ambientais, como as emissões de carbono, podem influenciar diretamente a rentabilidade das ações, especialmente em setores

intensivos em carbono. Essa perspectiva reflete uma evolução significativa nos modelos teóricos e práticos para mensurar a rentabilidade das ações, que passaram a incorporar não apenas fatores financeiros, mas também ambientais e tecnológicos. Nesse contexto, a análise do impacto das emissões de carbono na rentabilidade das ações representa uma extensão promissora para as teorias existentes, contribuindo para a compreensão das relações entre sustentabilidade e mercado financeiro. No futuro, os modelos multifatoriais devem incluir indicadores ambientais, tornando-se mais relevantes para lidar com as complexidades do mercado moderno (Khoa & Huynh, 2023; Fabozzi et al., 2008).

Este estudo deixa também em abertas questões para investigação futura, nomeadamente quanto à evolução deste fenómeno ao longo do tempo, à incorporação dos fatores ESG no custo de capital e ao papel das políticas públicas na valorização de práticas sustentáveis. Sugere-se igualmente a realização de estudos com amostras mais diversificadas, que incluam empresas de diferentes dimensões e mercados não europeus, de forma a verificar se os resultados aqui obtidos são generalizáveis a outros contextos. À medida que o enquadramento regulatório europeu se torna mais exigente e que os investidores dão mais atenção à sustentabilidade, será essencial continuar a acompanhar como estas dinâmicas se refletem nos mercados financeiros.

Referências Bibliográficas

- Albanese, M., Caporale, G. M., Colella, I., & Spagnolo, N. (2025). The effects of physical and transition climate risk on stock markets: Some multi-Country evidence. *International Economics*, 181. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2024.100571>
- Aswani, J., Raghunandan, A., & Rajgopal, S. (2024). Are carbon emissions associated with stock returns? *Review of Finance*, 28(1), 75–106. <https://doi.org/10.1093/rof/rfad013>
- Barberà-Mariné, M. G., Fabregat-Aibar, L., Neumann-Calafell, A. M., & Terceño, A. (2023). Climate change and stock returns in the european market: An environmental intensity approach. *Journal of Environmental Management*, 345. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118927>
- Benchora, I., & Galanti, S. (2024). Verified carbon emissions and stock returns in the EU emissions trading system. *Energy Policy*, 193. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114264>
- Bolton, P., & Kacperczyk, M. (2021). Do investors care about carbon risk? *Journal of Financial Economics*, 142(2), 517–549. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.05.008>
- Bose, S. (2020). Evolution of ESG reporting frameworks. In D. Baumann-Pauly & J. Nolan (Eds.), *Values at Work: Sustainable Investing and ESG Reporting* (pp. 13–33). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55613-6_2
- Bowen, H. (1953). *Social responsibilities of the businessman*. Harper & Row.
- Busch, T., Bassen, A., Lewandowski, S., & Sump, F. (2020). Corporate carbon and financial performance revisited. *Organization and Environment*, 35(1), 1–18. <https://doi.org/10.1177/1086026620935638>
- Campbell, J. L. (2007). Why would corporations behave in socially responsible ways? An institutional theory of corporate social responsibility. *Academy of Management Review*, 32, 946–967. <https://doi.org/10.5465/AMR.2007.25275684>
- Carroll, A. B. (1979). A three-dimensional conceptual model of corporate performance. *Management Review*, 4(4), 497–505. <https://doi.org/10.2307/257850>
- Chang, C. L., Ilomäki, J., Laurila, H., & McAleer, M. (2020). Causality between CO2 emissions and stock markets. *Energies*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/en13112893>
- Chen, Y., Mamon, R., Spagnolo, F., & Spagnolo, N. (2025). Stock market returns and climate risk in the U.S. *Journal of Multinational Financial Management*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2024.100887>

- Comissão Europeia. (2018). Finanças sustentáveis: Plano de Ação da Comissão para uma economia mais verde e mais limpa. In *European Commission Press Corner*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_18_1404
- Comissão Europeia. (2023). *A UE em 2023 — Relatório geral sobre a atividade da União Europeia*. <https://doi.org/10.2775/94688>
- Commission of the European Communities. (2001). *Promoting a European framework for corporate social responsibility (Green Paper)*.
- Davis, K. (1960). Can business afford to ignore social responsibilities? *California Management Review*, 2(3), 70-76. <https://doi.org/10.2307/41166246>
- Dechezleprêtre, A., Nachtigall, D., & Venmans, F. (2023). The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102758>
- Desai, R., & Raval, A. (2022). Examining the relation between market value and CO2 emission: Study of Indian firms. *Copernican Journal of Finance & Accounting*, 11(3), 9–25. <https://doi.org/10.12775/cjfa.2022.011>
- Elnour, M. (2020). *Critique report: Unilever - Competing through sustainability*. University of Salford. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24631.04006>
- European Commission. (2019). Climate action and the Green Deal. In *European Commission*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/climate-action-and-green-deal_en
- Fabozzi, F., Markowitz, H., & Gupta, F. (2008). Portfolio selection. In Fabozzi, F. J. (Ed.), *Handbook of Finance* (pp. 77–91). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470404324.hof002001>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3–56. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5)
- Fama, E., & French, K. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.10.010>
- Freeman, E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman. http://papers.ssrn.com/paper.taf?abstract_id=263511
- Friedman, M. (1970, September 13). The social responsibility of business is to increase its profits. *The New York Times Magazine*, 32-33,122,126.
- Giansante, S., Fatouh, M., & Dove, N. (2023). Carbon emissions announcements and market returns. *Sustainability*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/su151310385>

- Gillan, S. L., Koch, A., & Starks, L. T. (2021). Firms and social responsibility: A review of ESG and CSR research in corporate finance. *Journal of Corporate Finance*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2021.101889>
- Gomes, S. (2016). *Relato de sustentabilidade – práticas no setor financeiro em Portugal e Espanha* [Dissertação de mestrado]. Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão.
- Holmberg, M. A. (2016). *Patterns of motivations and external collaborations for eco-innovations: A case study approach* [Master's thesis]. Copenhagen Business School.
- Ilhan, E., Sautner, Z., & Vilkov, G. (2021). Carbon tail risk. *Review of Financial Studies*, 34(3). <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa071/5864038>
- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of Finance*, 48(1), 65–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04702.x>
- Jong, T., Couwenberg, O., & Woerdman, E. (2014). Does EU emissions trading bite? An event study. *Energy Policy*, 69, 510–519. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.007>
- Khoa, B. T., & Huynh, T. T. (2023). A comparison of CAPM and Fama-French three-factor model under machine learning approaching. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*, 10(7), 1100–1111. <https://doi.org/10.15549/jeecar.v10i7.1402>
- KPMG International. (2022). *Big shifts, small steps. Survey of Sustainability Reporting 2022*. <https://kpmg.com/pt/pt/home/insights/2023/06/survey-of-sustainability-reporting-2022.html>
- Kumar, A., Nagar, S., & Anand, S. (2021). Climate change and existential threats. In *Global Climate Change* (pp. 1–31). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822928-6.00005-8>
- Lawrence, J., Rasche, A., & Kenny, K. (2019). Sustainability as opportunity: Unilever's sustainable living plan. In D. U. Gilbert & A. Rasche (Eds.), *Managing Sustainable Business* (pp. 435–455). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-024-1144-7_21
- Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Manning, A. C., Ivar Korsbakken, J., Peters, G. P., Canadell, J. G., Jackson, R. B., Boden, T. A., Tans, P. P., Andrews, O. D., Arora, V. K., Bakker, D. C. E., Barbero, L., Becker, M., Betts, R. A., Bopp, L., ... Zhu, D. (2018). Global carbon budget 2017. *Earth System Science Data*, 10(1), 405–448. <https://doi.org/10.5194/essd-10-405-2018>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91. <https://doi.org/10.2307/2975974>

- Miao, X., & Li, N. (2023). How carbon emission affects stock returns and business management in China [Conference Paper]. International Conference on Financial Management and Emerging Technologies (*FMET 2022*). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-054-1_86
- Minutolo, M. C., Kristjanpoller, W. D., & Stakeley, J. (2019). Exploring environmental, social, and governance disclosure effects on the S&P 500 financial performance. *Business Strategy and the Environment*, 28(6), 1083–1095. <https://doi.org/10.1002/bse.2303>
- Mohr, L. A., Webb, D. J., & Harris, K. E. (2001). Do consumers expect companies to be socially responsible? The impact of corporate social responsibility on buying behavior. *Journal of Consumer Affairs*, 35(1), 45–72. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6606.2001.tb00102.x>
- Oestreich, M., & Tsiakas, I. (2015). Carbon emissions and stock returns: Evidence from the EU emissions trading scheme. *Journal of Banking and Finance*, 58, 294–308. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.05.005>
- Olmedo, G. F., Ortega-Farías, S., de la Fuente-Sáiz, D., Fonseca-Luengo, D., & Fuentes-Peñailillo, F. (2016). Water: Tools and functions to estimate actual evapotranspiration using land surface energy balance models in R. *R Journal*, 8(2). <https://doi.org/10.32614/rj-2016-051>
- Pástor, L., Stambaugh, R. F., & Taylor, L. A. (2021). Sustainable investing in equilibrium. *Journal of Financial Economics*, 142(2), 550–571. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2020.12.011>
- Perdichizzi, S., Buchetti, B., Cicchiello, A. F., & Dal Maso, L. (2024). Carbon emission and firms' value: Evidence from Europe. *Energy Economics*, 131. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107324>
- Porter, M. E., & Van Der Linde, C. (1995). Green and competitive: Ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 73(5), 120–134.
- Reshetnikova, L., Ovechkin, D., Devyatkov, A., Chernova, G., & Boldyreva, N. (2023). Carbon emissions and stock returns: The case of Russia. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(8), 370. <https://doi.org/10.3390/jrfm16080370>
- Salehi, M., Fahimifard, S. H., Zimon, G., Bujak, A., & Sadowski, A. (2022). The effect of CO₂ gas emissions on the market value, price and shares returns. *Energies*, 15(23). <https://doi.org/10.3390/en15239221>
- Shapsugova, M. (2023). ESG principles and social responsibility. *E3S Web of Conferences*, 420. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342006040>

- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>
- Sun, Z. Y., Wang, S. N., & Li, D. (2022). The impacts of carbon emissions and voluntary carbon disclosure on firm value. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(40), 60189–60197. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20006-6>
- United Nations. (2019). *Ahead of climate action summit, UN secretariat adopts plan to slash own emissions by almost half by 2030*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/09/un-secretariat-climate-action-plan/#:~:text=New%20York%20C%202022%20September%20%25E2%2580%2594%20The,from%20renewable%20energy%20by%202030>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). The Paris Agreement. In *United Nations Climate Change*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2020). *Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2018*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>
- Van Emous, R., Krušinskas, R., & Westerman, W. (2021). Carbon emissions reduction and corporate financial performance: The influence of country-level characteristics. *Energies*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/en14196029>
- Wen, F., Wu, N., & Gong, X. (2020). China's carbon emissions trading and stock returns. *Energy Economics*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104627>
- Wood, D. (1991). Corporate social performance revisited. *Academy of Management Review*, 16(4), 691–718. <https://doi.org/10.5465/amr.1991.4279616>
- Zaytsev, A., Konnikov, E., Asaturova, Y., & Didenko, S. (2020). Modelling the cyclic influence of climate change on the world economic system. *E3S Web of Conferences*, 211. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021102007>
- Zheng, Y. (2023). Elaborating ESG of TESLA based on information. *Proceedings of the 2nd International Conference on Financial Technology and Business Analysis (ICFTBA 2023)*, 49, 238–243. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/49/20230523>