RELAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL CORPORATIVO E O CUSTO DE CAPITAL DAS EMPRESAS

Reydiney

Elise Soerger Zaro

Paulo Henrique de Oliveira Hoeckel

Resumo:

O estudo busca avaliar o impacto ambiental corporativo e o custo de capital das empresas, considerando 86 países para o período de 2020 a 2022, utilizando o ferramental econométrico de dados em painel e mínimos quadrados em dois estágios. Os resultados indicam que os custos ambientais, a alavancagem financeira e o retorno sobre os ativos apresentam uma associação positiva com o custo do capital próprio. Adicionalmente, a razão do valor de mercado e o valor contábil, e o tamanho da empresa possuem relação negativa com o custo de capital. A principal evidencia mostra que os investidores levam em consideração os custos ambientais de uma empresa ao realizarem a decisão de investimento, o que eleva o custo de capital.

Palavras-chave: impacto ambiental corporativo; custo de capital; sustentabilidade.

1. Introdução

A preocupação com os riscos ambientais tem crescido nos últimos anos, afetando a decisão de investidores e empresas (Jadoon et al. 2021; Zhang; Wellalage; Fernandez, 2022; Kim; Kim, 2022). De tal forma, torna-se necessário explorar como as emissões de carbono por parte das empresas podem influenciar a visão dos investidores e o desempenho das firmas. Uma vez que, é necessário entender a relação entre as emissões e o custo do capital próprio. Conforme Bolton e Kacperczyk (2021), as emissões de carbono são cada vez mais relevantes para o desempenho financeiro das empresas e dos investidores.

O impacto e os riscos para os investidores em relação às questões ambientais têm ganhado mais importância, evidenciado pelos mais de 30 trilhões de dólares que fluíram em mercado de Governança ambiental, social e corporativa (ESG, sigla em inglês para Environmental, Social and Governance) e investimentos de impacto, equivalentes a mais de um terço dos ativos gerenciados profissionalmente no mundo, conforme dados do relatório de 2022 da Global Sustainable Investment Alliance (GSIA, 2022). Como resultado, a pressão dos investidores por melhores práticas ambientais está levando as empresas a considerarem fatores ESG em suas operações e estratégia de negócio, pois mudanças nas regulamentações ambientais podem afetar negativamente a empresa e os investidores, sendo que os investidores tem cobrado transparência de informações sobre a emissão de carbono tornando-se cada vez mais críticos, cobrando planos de operações

e de estratégias de negócio, visando não só os retornos financeiros mas também a sustentabilidade a longo do prazo.

Uma das ferramentas utilizadas para avaliar o impacto corporativo é a iniciativa *Impact-Weighted Accounts (IWAs)* ou Contabilidade ponderada pelo Impacto, que visa quantificar e monetizar os impactos ESG positivos e negativos de uma empresa, fornecendo uma avaliação mais abrangente do seu desempenho global e criação de valor. A iniciativa desenvolve uma ferramenta de avaliação do impacto ambiental de uma empresa (IFVI, 2024), que visa quantificar os custos ambientais de uma empresa em termos monetários, atualmente com base em indicadores específicos de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e métricas de água e efluentes para criar uma métrica que ajude a incorporar informações nas decisões de alocação de capital e nas comparações entre empresas (IFVI, 2024; Serafeim; Zochowski; Downing, 2019). A quantificação dos impactos é feita através de termos monetários facilitando com que as empresas e investidores consigam ver a relação do custo-benefício das atividades de uma forma mais complexa incluindo dimensões ambientais, sociais e de governança (Serafeim; Zochowski; Downing, 2019).

As empresas e investidores procuram uma maior compreensão dos riscos financeiros e os custos ambientais. Isto inclui, mas não está limitado a multas por incumprimento, multas por danos ambientais e também multas resultantes de custos de litígio. Na parte física, as empresas também enfrentam outros riscos devido às alterações climáticas, que podem incluir danos que equivalem a perturbações materiais na cadeia de abastecimento, além de outros riscos de transição.

O Relatório Final da Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD), busca trazer informações importantes sobre as divulgações corporativas relacionadas ao clima, além de compartilhar informações sobre os riscos e oportunidades relacionadas às mudanças climáticas e impactos financeiros. Por mais difícil que seja, compreender esta informação juntamente com os custos ambientais de uma empresa irá ajudar a avaliar melhor estes riscos e a utilizar esta análise para as suas decisões de investimento. Existem algumas indústrias que necessitarão de transformação em todo o seu modelo de negócio, de modo a adaptarem-se às regulamentações ambientais emergentes (TCFD, 2017).

De acordo com Freiberg, Grewal e Serafeim (2021), os impactos ambientais podem apresentar dificuldades para mensuração, mas quando são quantificados e monetizados, podem levar a organização a um ponto em que compreendem quais os riscos específicos, em termos ambientais, que a empresa enfrenta. Isto permite que a gestão canalize recursos de forma mais eficiente para eliminar esses riscos. Por outro lado, uma vez que a gestão esteja bem consciente do custo dos riscos ambientais em termos monetários, será mais fácil para ela decidir sobre investimentos com boa relação custo-benefício. Por exemplo, a modernização das infraestruturas: deve ser considerada juntamente com a implementação de práticas de sustentabilidade, exigindo assim a conformidade regulamentar que, por sua vez, reduz os impactos adversos nas empresas no futuro.

Esses custos podem variar, conforme o nível de investimento em práticas sustentáveis e da eficiência da empresa na gestão dos riscos ambientais. A divulgação de relatórios

sobre emissões de CO2 e de outros gases associados ao efeito estufa, influencia a percepção dos investidores a respeitos da eficiência nas medidas de sustentabilidade, afetando assim sua reputação no mercado. A análise dos custos e benefícios das medidas de sustentabilidade tem se tornado mais importante, para garantir a competitividade e a sustentabilidade ao longo prazo das organizações, mesmo que no curto prazo aumente os custos operacionais. Freiberg, Grewal e Serafeim (2021).

Desse modo, verifica-se que as pontuações ESG têm impacto tanto no valor de mercado como no custo de capital de uma empresa, conforme revelado por vários estudos que procuram incorporar fatores sociais e de governança no custo de capital das empresas por exemplo, ao considerar práticas sustentáveis, como as anteriormente destacadas, juntamente com o impacto ambiental: isto afeta significativamente a forma como os investidores percebem o risco, o que também influencia a avaliação da empresa Freiberg, Grewal e Serafeim (2021).

Portanto, destaca-se a necessidade de avaliar o impacto de uma empresa na sociedade. De uma forma de não apenas olhar a pontuação ESG como um sinal da sua postura ambiental, elas não dizem muito sobre quantas árvores você salva, por exemplo Drobetz, El Ghoul, Fu e Guedhami (2024)

Assim, o objetivo do presente estudo é analisar a relação do Impacto Ambiental Corporativo (IAC) e o custo de capital das empresas. O foco em métricas tangíveis, como o uso da água e as emissões de carbono, abre caminho para uma visão do que realmente está em jogo do ponto de vista ambiental, permitindo assim que esta informação seja comunicada de forma eficaz aos investidores e outras partes interessadas.

Dessa forma, o estudo pretende contribuir com a utilização da IWA e a construção do IAC para dar ênfase nessas duas métricas que sinalizam não apenas a seriedade do compromisso com a sustentabilidade da empresa, mas pode atuar como um estímulo à inovação que leva a produtos ou processos ecologicamente corretos que tenham impacto positivo nesses parâmetros, aliados também à eficiência e qualidade operacional, que pode ajudar a enfrentar a competitividade do mercado, juntamente com os desafios futuros identificados com base nessas áreas-chave, mas também promover a transparência, a responsabilidade e a competitividade no contexto da sustentabilidade empresarial.

Para operacionalizar a análise, o estudo faz uso do ferramental de análise de regressão, por meio de modelo de dados em painel e mínimos quadrados em dois estágios, utilizando uma amostra composta por empresas de 86 países para o período de 2020 a 2022.

2. Referencial teórico

Os investidores consideram o risco de carbono associado ao custo de capital ao avaliar o custo de capital, e que o custo do capital próprio aumenta à medida que aumenta o grau de emissões de carbono da empresa. Dessa forma, a divulgação voluntária diminui a assimetria de informações entre a empresa e seus investidores, o que diminui o custo de monitoramento. Além disso, as empresas poderiam utilizar a divulgação voluntária de informações para aumentar a procura dos seus títulos entre os investidores, o que, por

sua vez, aumenta a negociabilidade dos seus títulos (Clarkson et al., 2007; Dye, 1985; Verrecchia, 1983).

As divulgações voluntárias facilitam o aumento da quantidade de informação ambiental que é divulgada pelas empresas, o que aumenta a compreensão dos analistas sobre os potenciais impactos da informação (Beyer et al., 2010).

As empresas podem adotar a divulgação voluntária de suas emissões de carbono para atrair capital, especialmente em mercados financeiros fracos. Essa transparência não só melhora o acesso ao capital, mas também ajuda a internalizar custos ambientais, como emissões e danos ambientais. Segundo Rajan e Zingales (1998), ao reduzir os custos de transação, o desenvolvimento financeiro reduz o custo geral do capital, incentivando práticas mais sustentáveis. Além disso, exploramos como a qualidade do mercado financeiro pode moderar a relação entre as necessidades de financiamento externo, a divulgação de carbono e o custo do capital."

As empresas em países com mercados financeiros menos desenvolvidos enfrentam desafios institucionais, como a ausência de mecanismos regulatórios eficazes e falta de mão de obra especializada. Além disso, têm dificuldade em incorporar os custos ambientais em suas operações, o que pode gerar uma subvalorização dos impactos negativos, como emissões de carbono e outros danos ambientais. A divulgação de carbono, nesse contexto, surge como uma ferramenta fundamental para aumentar a transparência e quantificar esses custos, sinalizando compromisso com a sustentabilidade e atraindo investidores interessados em ESG. Em mercados financeiros mais eficientes, essa prática não só facilita o acesso a capital a um custo menor, como também incentiva empresas a adotarem estratégias mais responsáveis e alinhadas à sustentabilidade de longo prazo. (Freiberg et al., 2021)

A ameaça das alterações climáticas e o risco do carbono representam desafios significativos para as empresas, afetando tanto os custos operacionais quanto o acesso ao capital. A conformidade com regulamentos ambientais pode aumentar custos, enquanto a liberação de gases de efeito estufa pode prejudicar a reputação corporativa. Empresas com elevado risco de carbono enfrentam maior incerteza sobre o gasto de capital futuro, o que pode elevar seu custo de capital devido à percepção de maior risco por parte dos investidores. No entanto, a divulgação voluntária de informações sobre carbono tem o potencial de reduzir essas despesas, ao melhorar a transparência e demonstrar uma gestão eficaz dos riscos ambientais. Essa abordagem não apenas atrai investidores preocupados com ESG, mas também melhora a confiança do mercado, contribuindo para a redução do custo de capital e promovendo estratégias de longo prazo mais sustentáveis (Kolk, Levy e Pinkse (2008).

O estudo de El Ghoul, Guedhami, Kim e Park (2018) explora a relação entre o custo ambiental e o custo de capital próprio das empresas, sugerindo que aquelas mais comprometidas com a responsabilidade ambiental enfrentam custos menores de capital próprio. Essa conclusão reforça a ideia de que essas empresas se beneficiam de uma redução nos riscos relacionados a litígios e custos associados, além de atrair uma de uma maior base de investidores.

Isto implica que os acionistas acreditam que estas empresas são menos perigosas, o que resulta numa menor exigência de retorno do investimento. Esta associação demonstra o valor financeiro da responsabilidade ambiental corporativa (RCE), juntamente com o seu valor ético, funciona como uma forma de controle dos analistas em suas previsões. As RCEs facilitam um perfil de risco mais baixo, o que reduz o custo de capital para todas as partes envolvidas. Segundo El Ghoul et al. (2018), a RCE pode servir como uma ferramenta de cobertura, reduzindo tanto a probabilidade a custos de eventos adversos.

Portanto, os investidores assimilam que a exposição relacionada com o risco ambiental não afeta apenas a imagem de uma empresa e o cumprimento dos regulamentos, mas também tem um impacto direto na sua percepção de risco, portanto, no custo de capital. E isto cria um círculo: sem formas efetivas de incorporar os riscos ambientais nas escolhas de investimento, não pode haver responsabilidade e sustentabilidade nas frentes de responsabilidade social corporativa (RSE) dentro dos padrões de mercado (Mazzacurati; Balitzky; Guagliano, 2021).

3. Metodologia

3.1 Descrição das variáveis

O Quadro 1, abaixo, apresenta as variáveis empregadas no modelo empírico, acompanhadas de suas descrições e fontes. Essas variáveis incluem métricas financeiras e ambientais que são essenciais para a análise da relação entre IAC e custo de capital.

Quadro 1. Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Fonte
Ke	Custo do capital próprio, medido pelo	
Capital Asset Pricing Model (CAPM) (Sharfman e Fernando, 2008)	(Sharfman and Fernando, 2008); Thomson Reuters (2017)	
ENVCOST	Impacto Ambiental Corporativo (IAC): custo ambiental medido em U$	IFVI (2024)
LEV	Alavancagem: nível de endividamento da empresa (Botosan, 2006; Richardson e Welker, 2001)	(Botosan, 2006; Richardson and Welker, 2001); Thomson Reuters (2017)
lSIZE	Tamanho da empresa: medido pelo logaritmo natural do total de ativos (Botosan, 1997; Gebhardt et al., 2001; Richardson e Welker, 2001; Sharfman e Fernando, 2008)	(Botosan, 1997; Gebhardt et al., 2001; Richardson e Welker, 2001; Sharfman e Fernando, 2008); Thomson Reuters (2017)

MTB	Razão mercado-valor contábil (valor de mercado/valor contábil), denotando a tangibilidade da empresa (Botosan, 2006; Chava, 2014; Dhaliwal et al., 2014; El Ghoul et al., 2011)	(Botosan, 2006; Chava, 2014; Dhaliwal et al., 2014; El Ghoul et al., 2011); Thomson Reuters (2017)
ROA	Retorno sobre os ativos, denotando a lucratividade da empresa (Barth et al., 2017; Hong et al., 2014; Richardson e Welker, 2001)	(Barth et al., 2017; Hong et al., 2014; Richardson and Welker, 2001); Thomson Reuters (2017)
Setor	Variável que indica o setor principal de uma empresa	London Stock Exchange Group (LSEG, 2025)

Fonte: elaborado pelos autores com base na literatura.

Para investigar a relação entre o custo do capital próprio (Keit_Keit) e diversas variáveis independentes, foi desenvolvido um modelo de regressão. As variáveis explicativas incluídas no modelo abrangem os custos ambientais em relação aos ativos totais (ENVCOSTit), a alavancagem (LEVit), o tamanho da empresa (lSIZEit) medido pelo logaritmo natural dos ativos totais, a relação preço de mercado e valor contábil (MTBit) e o retorno sobre ativos (ROAit). O modelo também incorporou efeitos fixos para indústria e empresa, ajustando as análises para diferenças específicas que poderiam impactar o custo do capital próprio.

Dessa forma, a estrutura formal do modelo estimado pode ser expressa como:

$$Keit = \beta 0 + \beta 1 ENVCOSTit + \beta 2 LEVit + \beta 3 MTBit + \beta 4 ROAit + \beta 5 lSIZEit + uitKeit = \beta 0 +$$

Devido à presença de valores negativos da variável ENVCOST, não foi possível realizar a transformação logarítmica. Para contornar essa limitação, optou-se pela transformação Z-Score, que normaliza os dados com base em desvios-padrão. Apesar de essa transformação comprometer a interpretação direta da magnitude dos coeficientes estimados, facilita os testes ao reduzir os problemas relacionados à escala das variáveis.

Para tratar questões de endogeneidade, definidas como possíveis inter-relações entre as variáveis, foi utilizado um estimador de variáveis instrumentais via estimação por mínimos quadrados em dois estágios (2SLS). No método 2SLS, a variável defasada em um período da variável dependente foi utilizada como instrumento. Essa variável é especialmente útil para capturar a dinâmica entre períodos passados e o presente do custo ambiental, garantindo a relevância e a exogeneidade dos instrumentos, conforme os critérios estabelecidos pela literatura (Angrist; Krueger, 2001; Wooldridge, 2002; Kruse et al., 2022). A escolha do instrumento defasado é sustentada por sua correlação com a variável explicativa, permitindo corrigir potenciais vieses causados por simultaneidade ou omissão de variáveis importantes.

Conjuntamente, a média da indústria para os custos ambientais foi utilizada como instrumento adicional (colunas 3 e 4 da Tabela 3). Esse método baseia-se na suposição de que a média da indústria influencia a variável explicativa (custos ambientais), mas não afeta diretamente o custo do capital próprio de empresas específicas, exceto por meio da variável explicativa. Assim, esses instrumentos ajudam a mitigar o problema de endogeneidade e a aprimorar a robustez do modelo. Estudos prévios sustentam a aplicação desse tipo de instrumento, destacando sua importância em análises empíricas de sustentabilidade e economia corporativa (Kalogeraki; Georgakakis, 2022; Tunyi et al., 2023).

A base de observações refere-se a empresas com dados ambientais disponíveis na base de dados LSEG (antiga Refinitiv Eikon Thomson Reuters) para o cálculo dos Custos Ambientais Corporativos (ENVCOSTS) de acordo com a metodologia Freiberg et al. (2022) dos anos de 2020 a 2022. As informações obrigatórias para o cálculo de ENVCOST referem-se a emissões de gases de efeito estufa (GEE Total) e receitas totais e lucro operacional. Outras informações que se disponíveis foram consideradas no cálculo referem-se a óxido de nitrogênio (NOx), dióxido de enxofre (SO2) e compostos orgânicos voláteis e duas variáveis de uso da água (captação e descarte de água). Assim, a amostra ficou constituída por 22.591 observações de 9.296 empresas de 86 países.

3.2 Modelo empírico

Para investigar a relação entre o custo do capital próprio (KAVG_it) e diversas variáveis independentes, foi desenvolvido um modelo de regressão. As variáveis explicativas incluídas no modelo abrangem os custos ambientais em relação aos ativos totais (ENVCOSTit-1), o risco de retorno (RVARit-1), a relação entre valor contábil e de mercado (BTMit-1), a alavancagem (LEVit-1), o tamanho da empresa, medido pelo logaritmo natural dos ativos totais (SIZEit-1), a relação preço de mercado e valor contábil (MTBit) e o retorno sobre ativos (ROAit). O modelo também incorporou efeitos fixos para ano, indústria e país, ajustando as análises para diferenças específicas que poderiam impactar o custo do capital próprio.

Devido à presença de valores negativos em algumas variáveis, não foi possível realizar a transformação logarítmica. Para contornar essa limitação, optou-se pela transformação Z-Score, que normaliza os dados com base em desvios-padrão. Apesar de essa transformação comprometer a interpretação direta da magnitude dos coeficientes, facilita os testes ao reduzir os problemas relacionados à escala das variáveis.

Para tratar questões de endogeneidade, definidas como possíveis inter-relações entre as variáveis, foram aplicadas técnicas como a estimação por mínimos quadrados em dois estágios (2SLS) e o método de Momentos Generalizados (GMM). O método de Momentos Generalizados, proposto por Blundell e Bond (1998), foi utilizado para lidar com variáveis defasadas, resolvendo questões como a autocorrelação temporal e o viés de endogeneidade. Além disso, no método 2SLS, variáveis defasadas de um período foram utilizadas como instrumentos. Essas variáveis são especialmente úteis para capturar a dinâmica entre períodos passados e o custo do capital próprio, garantindo a relevância e a exogeneidade dos instrumentos, conforme os critérios estabelecidos pela literatura (Angrist & Krueger, 2001; Wooldridge, 2002; Kruse et al., 2022). A escolha de instrumentos defasados é sustentada por sua correlação com a variável explicativa,

permitindo corrigir potenciais vieses causados por simultaneidade ou omissão de variáveis importantes.

Conjuntamente, a média da indústria para os custos ambientais foi utilizada como instrumento adicional. Esse método baseia-se na suposição de que a média da indústria influencia a variável explicativa (custos ambientais), mas não afeta diretamente o custo do capital próprio de empresas específicas, exceto por meio da variável explicativa. Assim, esses instrumentos ajudam a mitigar o problema de endogeneidade e a aprimorar a robustez do modelo. Estudos prévios sustentam a aplicação desse tipo de instrumento, destacando sua importância em análises empíricas de sustentabilidade e economia corporativa (Kalogeraki & Georgakakis, 2022; Tunyi et al., 2023).

Nesse modelo, as variáveis defasadas desempenharam um papel fundamental como instrumentos, capturando a dinâmica entre o custo do capital próprio (KAVG) e a responsabilidade ambiental corporativa (CER), contribuindo para melhorar a qualidade das estimativas geradas (El Ghoul, Guedhami, Kim & Park, 2016).

Adicionalmente, a robustez dos resultados foi avaliada por meio de análises complementares. Essas análises incluíram diferentes formas de calcular o custo do capital próprio, a inclusão de novas variáveis de controle e a aplicação de versões alternativas do modelo, garantindo a consistência dos resultados mesmo com mudanças nos pressupostos (El Ghoul, Guedhami, Kim & Park, 2016).

Para a comparação entre os modelos OLS, FE e RE, foram realizados o Teste de Chow e o Teste de Hausman. O Teste de Chow (Prob > F = 0.0000) indicou que o modelo de efeitos fixos (FE) é preferível por capturar diferenças específicas entre as unidades analisadas. Já o Teste de Hausman (Prob > chi² = 0.0000) reforçou essa conclusão ao apontar que os efeitos fixos são mais robustos e adequados, considerando a possível correlação entre os efeitos das unidades e as variáveis explicativas, o que assegura maior confiabilidade às estimativas.

4. Resultados

A tabela 1, apresenta as estatísticas descritivas das principais variáveis utilizadas no modelo, incluindo o número de observações (N), as médias (mean) e os desvios padrão (sd).

Tabela 1: Estatísticas Descritivas das Variáveis

VARIABLES	(1) N	(2) mean	(3) sd
ENVCOST	24,475	2.598e+10	1.918e+11
LEV	29,722	0.571	0.257
MTB	28,138	17.84	65.21
ROA	29,581	0.00884	0.161
lSIZE	29,722	21.60	1.995
Ke	29,140	0.0887	0.0505

Fonte: Resultados da pesquisa.

A tabela 2, apresenta os resultados das regressões do custo do capital próprio (Ke), utilizando diferentes modelos econométricos.

Tabela 2: Resultados da Regressão para o Custo do Capital Próprio (Ke)

VARIABLES	(1) Ke OLS	(2) Ke Panel FE	(3) Ke Panel RE
Standardized values of ENVCOST	0.00308***	0.00386***	0.00381***
	(0.000307)	(0.000203)	(0.000205)
LEV	0.0121***	0.0155***	0.0118***
	(0.00167)	(0.00513)	(0.00196)
MTB	-7.44e-06	-1.24e-05*	-1.09e-05*
	(6.08e-06)	(6.60e-06)	(5.78e-06)
lSIZE	-0.00130***	0.0197***	-0.00134***
	(0.000207)	(0.00142)	(0.000259)
ROA	0.00795***	0.0357***	0.0264***
	(0.00245)	(0.00636)	(0.00274)
Constant	0.106***	-0.346***	0.112***
	(0.00442)	(0.0308)	(0.00519)
Observations	22,591	22,591	22,591
R-squared	0.045	0.044	
Industry controls	YES		
Number of Ticker		9,296	9,296
Firm FE		YES	NO

Fonte: Resultados da pesquisa.
Nota: Erros padrão robustos entre parênteses. Valores p: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

A Tabela 2, apresenta os resultados das regressões que analisam a relação entre o custo do capital próprio (Ke) e o impacto ambiental corporativo ou custos ambientais corporativos (IAC) medido pela variável ENVCOST, mais as variáveis de controle. Foram utilizados três modelos econométricos diferentes: regressão OLS (coluna 1) com dados empilhados, Painel com Efeitos Fixos (Panel FE, coluna 2) e Painel com Efeitos Aleatórios (Panel RE, coluna 3). A significância estatística dos coeficientes é indicada por asteriscos, onde *** representa significativo a uma probabilidade p<0.01 (1%), ** corresponde a p<0.05 (5%) e * indica p<0.1 (10%).

Para a comparação entre os modelos OLS, FE e RE, foram realizados o Teste de Chow e o Teste de Hausman. O Teste de Chow (Prob > F = 0.0000) indicou que o modelo de efeitos fixos (FE) é preferível por capturar diferenças específicas entre as unidades analisadas. Já o Teste de Hausman (Prob > chi² = 0.0000) reforçou essa conclusão ao apontar que os efeitos fixos são mais robustos e adequados, considerando a possível correlação entre os efeitos das unidades e as variáveis explicativas, o que assegura maior confiabilidade às estimativas.

A variável ENVCOST, que representa custos ambientais padronizados, apresenta coeficientes positivos e altamente significativos em todos os modelos, OLS, FE e RE. Esses resultados indicam que aumentos nos custos ambientais estão associados a um

aumento no custo do capital próprio (Ke). A consistência entre os modelos sugere a robustez dessa relação.

A alavancagem financeira, exibe coeficientes positivos e estatisticamente significativos em todos os modelos analisados. Isso sugere que empresas com níveis mais elevados de dívida apresentam custos de capital próprio maiores, o que pode ser explicado pelo aumento do risco financeiro associado à alavancagem.

Os coeficientes da razão do valor de mercado em relação ao valor contábil (MTB) são negativos em todos os modelos, porém estatisticamente significativos apenas nos modelos FE e RE. Esses resultados sugerem que empresas que apresentam a razão do valor de mercado maior em relação ao valor contábil apresentam expectativa de benefícios futuros por parte do mercado, em geral tem-se resultados mistos na literatura. Na amostra estudada o MTB está associado a um custo de capital próprio mais baixo, indicando uma menor percepção de risco por parte dos investidores.

Os resultados relacionados ao tamanho da empresa diferem entre os modelos analisados. Nos modelos OLS e RE, o coeficiente apresenta valor negativo e significativo, indicando que empresas de maior porte tendem a registrar menores custos de capital. No modelo FE, entretanto, o coeficiente é positivo e significativo, sugerindo que características específicas das empresas, capturadas pelos efeitos fixos, influenciam essa relação.

Os coeficientes estimados para o ROA são positivos e significativos em todos os modelos, indicando que empresas mais lucrativas apresentam custos de capital próprio mais elevados. Este resultado pode indicar que empresa que está buscando maiores resultados pode ter estratégias mais arriscadas, gerando mais risco aos investidores.

Os resultados indicam que os custos ambientais (ENVCOST), a alavancagem financeira (LEV) e o retorno sobre os ativos (ROA) apresentam uma associação positiva com o custo do capital próprio. Em contrapartida, variáveis como a razão do valor de mercado e valor contábil (MTB) e o tamanho da empresa (lSIZE) exibem relação negativa sobre o custo do capital, dependendo do modelo analisado. Esses resultados ressaltam a importância de fatores financeiros e ambientais na determinação do custo de financiamento das empresas.

A Tabela 3, mostra os resultados das estimativas de regressão em dois estágios, realizadas para avaliar o impacto das variáveis explicativas no custo do capital próprio (Ke). A primeira etapa (coluna 1 e 3) representa o primeiro estágio da estimação, fase da instrumentalização, enquanto o segundo estágio (coluna 2 e 4) apresenta os resultados ajustados (instrumentalizados) para tratar possíveis problemas de endogeneidade. Adicionalmente, como teste de sensibilidade, é testado a utilização da variável média dos custos ambientais do setor (coluna 3 e 4), assim como em El Ghoul et al. (2018).

Tabela 3. Resultados da Regressão em Duas Etapas para o Custo do Capital Próprio (Ke)

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	ENVCO	Ke 2º estágio	ENVCOST 1º	Ke 2º estágio

	ST 1º estágio		estágio	
ENVCOSTest		0.0147***		0.0162***
		(0.00246)		(0.000893)
ENVCOST_def	-4.119***		-2.013***	
	(0.580)		(0.515)	
Média setor_ENVCOST			0.392***	
			(0.0204)	
LEV	-0.271***	0.0200***	-0.174***	0.0205***
	(0.0358)	(0.00227)	(0.0335)	(0.00213)
MTB	0.000173**	-1.03e-05	0.000332***	-1.09e-05
	(8.06e-05)	(7.41e-06)	(8.13e-05)	(7.25e-06)
lSIZE	0.0689***	-0.00260***	0.0929***	-0.00279***
	(0.00718)	(0.000404)	(0.00712)	(0.000295)
ROA	0.237***	0.0285***	-0.125***	0.0282***
	(0.0375)	(0.00325)	(0.0378)	(0.00318)
Constante	-1.868***	0.136***	-2.221***	0.139***
	(0.124)	(0.00800)	(0.124)	(0.00591)
Observações	13,921	13,795	13,921	13,795
R-squared	0.049	0.014	0.187	0.035

Fonte: Resultados da pesquisa.
Nota: Erros padrão robustos entre parênteses. Valores p: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Os resultados indicam que os custos ambientais estão positivamente associados ao custo do capital próprio. No segundo estágio, observa-se que os custos ambientais estimados (colunas 2 e 4), representados pela variável ENVCOSTest, possuem um coeficiente positivo e estatisticamente significativo, sugerindo que maiores custos ambientais estimados elevam o custo de capital próprio. Esse achado está em linha com a literatura, que aponta que o risco de carbono influencia diretamente a percepção de risco dos investidores, aumentando o custo de capital. Altos níveis de emissões de carbono e conformidade regulatória geram maior incerteza sobre o capital futuro, o que pode justificar custos mais altos (Kolk, Levy e Pinkse (2008).

A variável MTB (razão mercado-valor contábil), apesar de negativo, não possui significância estatística.

O lSIZE (log do tamanho da empresa), apresenta um coeficiente positivo e significativo no primeiro estágio (0.0689), indicando que empresas maiores estão associadas a custos de capital mais elevados. No segundo estágio, porém, o coeficiente se torna negativo e

significativo (-0.00260), sugerindo que ajustes no modelo econométrico capturam dinâmicas que associam empresas maiores a menores custos de capital.

No caso das variáveis LEV (alavancagem financeira) e ROA (retorno sobre os ativos), os coeficientes são positivos e significativos. Esses resultados indicam que empresas com maior alavancagem financeira e mais lucrativas consistentemente possuem custos de capital mais elevados, possivelmente devido a riscos adicionais percebidos pelos investidores.

Esses resultados, sugerem que os investidores levam em consideração os custos ambientais ao avaliar o risco da empresa, o que resulta em um custo de capital próprio mais elevado.

Portanto, como principal evidência, pode-se sugerir que os custos ambientais podem aumentar a percepção de risco por parte dos investidores, levando a um custo de capital mais elevado. Estudos apontam que esse aumento está relacionado aos desafios impostos pelos riscos ambientais, como maiores custos operacionais, incertezas regulatórias e danos à reputação corporativa (Kolk, Levy e Pinkse (2008).

Adicionalmente, os valores padronizados da variável média do setor de ENVCOST (coluna 4) reforçam a relação positiva entre custos ambientais e custo do capital próprio, com coeficiente significativo e positivo. Esse achado enfatiza como a transparência ambiental pode gerar impactos favoráveis tanto na percepção de investidores quanto no acesso ao capital, promovendo práticas mais sustentáveis no longo prazo (Freiberg et al., 2021; El Ghoul et al., 2018).

A tabela 4, A tabela apresenta os coeficientes estimados nas análises em dois estágios, avaliando os efeitos das variáveis explicativas sobre o custo do capital próprio (Ke). Os modelos incluem ajustes para tratar possíveis problemas de endogeneidade no segundo estágio, oferecendo estimativas mais precisas.

Tabela 4. Resultados das Regressões em Duas Etapas

VARIABLES	(1) Ke 1st stage	(2) Ke 2st stage
ZSENVCOSTest2		0.0162***
		(0.000893)
ZSENVCOST_def	-2.013***	
	(0.515)	
Standardized values of media_ENVCOST	0.392***	
	(0.0204)	
LEV	-0.174***	0.0205***
	(0.0335)	(0.00213)
MTB	0.000332***	-1.09e-05
	(8.13e-05)	(7.25e-06)
lSIZE	0.0929***	-0.00279***
	(0.00712)	(0.000295)
ROA	-0.125***	0.0282***
	(0.0378)	(0.00318)
Constant	-2.221***	0.139***

	(0.124)	(0.00591)
Observations	13,921	13,795
R-squared	0.187	0.035

Fonte: Resultados da pesquisa.
Nota: Erros padrão robustos entre parênteses. Valores p: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Os resultados apresentados na Tabela 4 revelam diferenças importantes no impacto dos custos ambientais sobre o custo do capital próprio (Ke) em cada estágio da análise. No segundo estágio, a variável ZSENVCOSTest2, que mensura os custos ambientais ajustados, apresentou um coeficiente positivo e estatisticamente significativo (β = 0,0162, p < 0,01). Esse resultado evidencia que os custos ambientais podem aumentar a percepção de risco por parte dos investidores, levando a um custo de capital mais elevado. Estudos apontam que esse aumento está relacionado aos desafios impostos pelos riscos ambientais, como maiores custos operacionais, incertezas regulatórias e danos à reputação corporativa (Cogan, 2006; Jung et al., 2018; Kolk et al., 2008).

Por outro lado, após o ajuste para endogeneidade, os resultados mostram que os custos ambientais passam a ter um efeito negativo sobre o custo do capital próprio, como indicado pelo coeficiente da variável ZSENVCOST_def (β = -2,013, p < 0,01). Esse comportamento pode ser atribuído às práticas de divulgação voluntária de informações ambientais, que reduzem a assimetria informacional e demonstram maior compromisso com a gestão de riscos ambientais. Dessa forma, as empresas podem atrair investidores focados em ESG, melhorar sua acessibilidade ao capital e reduzir custos financeiros associados (Clarkson et al., 2008; Verrecchia, 1983).

Adicionalmente, os valores padronizados da variável media_ENVCOST reforçam a relação positiva entre custos ambientais e custo do capital próprio, com coeficiente significativo (β = 0,392, p < 0,01). Esses achados enfatizam como a transparência ambiental pode gerar impactos favoráveis tanto na percepção de investidores quanto no acesso ao capital, promovendo práticas mais sustentáveis no longo prazo (Freiberg et al., 2022; El Ghoul et al., 2018).

A variável LEV (alavancagem financeira) apresenta um comportamento divergente entre os estágios. No primeiro estágio, o coeficiente é negativo e altamente significativo (-0.174), apontando que um aumento na alavancagem está associado à redução do custo do capital próprio. No segundo estágio, o coeficiente se torna positivo e significativo (0.0205**), indicando que fatores ajustados no modelo podem influenciar essa relação.

Para a variável MTB (razão mercado-valor contábil), o coeficiente é positivo e significativo no primeiro estágio (0.000332), sugerindo que a tangibilidade da empresa pode elevar o custo do capital. No segundo estágio, o coeficiente se torna negativo (-1.09e-05*), sem significância estatística, indicando que após os ajustes, a relação entre tangibilidade e custo do capital é menos relevante.

O lSIZE (log do tamanho da empresa) apresenta coeficiente positivo e altamente significativo no primeiro estágio (0.0929), o que sugere que empresas maiores estão associadas a custos de capital superiores. No entanto, no segundo estágio, o coeficiente é negativo e altamente significativo (-0.00279**), indicando que os ajustes no modelo econométrico associam empresas maiores a custos de capital mais baixos.

A variável ROA (retorno sobre os ativos) exibe um comportamento oposto entre os estágios. No primeiro estágio, o coeficiente é negativo e altamente significativo (-0.125), enquanto no segundo estágio, o coeficiente é positivo e altamente significativo (0.0282**), sugerindo que a lucratividade afeta o custo do capital de forma diferenciada em cada estágio.

A constante é significativa em ambos os estágios, com valores de -2.221* no primeiro estágio e 0.139* no segundo estágio, refletindo os ajustes médios no custo do capital próprio na ausência de efeitos das variáveis explicativas.

Os valores de R-squared (R^2) indicam que o modelo do primeiro estágio explica 18,7% da variação no custo do capital próprio, enquanto o modelo do segundo estágio apresenta um R^2 de 3,5%, o que sugere que fatores adicionais podem influenciar os resultados.

Para comparar os modelos de regressão OLS, FE e RE, foram realizados dois testes estatísticos: o teste de Chow e o teste de Hausman. O teste de Chow, com valor de Prob > F igual a 0.0000, rejeita a hipótese nula de que os coeficientes entre os grupos são iguais, indicando que o modelo de efeitos fixos (FE) é preferível por capturar diferenças específicas entre as unidades analisadas. Adicionalmente, o teste de Hausman apresentou valor de Prob > chi^2 igual a 0.0000, rejeitando a hipótese nula de que os efeitos aleatórios (RE) são consistentes e eficientes.

Esse resultado reforça que os efeitos fixos são mais adequados, pois tratam da possível correlação entre os efeitos específicos das unidades e as variáveis explicativas, garantindo maior robustez e confiabilidade às estimativas. Os resultados gerais sugerem que, embora os custos ambientais possam inicialmente representar uma barreira ao aumento do custo de capital devido à maior percepção de risco, a adoção de estratégias de divulgação ambiental eficazes pode mitigar esses impactos e fortalecer a confiança dos investidores. Essa dinâmica destaca a relevância de políticas voltadas à sustentabilidade como uma ferramenta estratégica no ambiente empresarial.

5. Conclusão

O objetivo deste artigo é analisar a relação entre o Impacto Ambiental Corporativo (IAC) e o custo de capital das empresas, considerando a crescente demanda de investidores e demais tomadores de decisão por informações relacionadas aos riscos e impactos ambientais, bem como aos custos não internalizados pelas organizações. O estudo concentra-se especificamente nos custos ambientais corporativos (ENVCOST), construídos a partir de informações sobre emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e uso da água. A partir desses dados quantitativos de desempenho ambiental custos ambientais decorrentes das atividades das empresas foram estimados.

Os custos ambientais podem representam riscos relevantes para os investidores e, consequentemente, podem influenciar a percepção de risco associada a determinado investimento, refletindo-se em um aumento no custo de capital próprio. Para investigar essa relação, utilizou-se uma amostra composta por 22.591 observações, referentes ao período de 2020 a 2022, abrangendo empresas de 86 países. A análise empírica foi

conduzida por meio de modelos de dados em painel com efeitos fixos, efeitos aleatórios e modelos pooled. Adicionalmente, foram aplicados modelos de dois estágios (2SLS) como análise de sensibilidade.

Os resultados evidenciam que os custos ambientais corporativos estão positivamente associados ao custo de capital próprio, sugerindo que os investidores incorporam os riscos ambientais à sua avaliação de risco, o que se reflete em um maior prêmio de risco exigido para investimentos em empresas com maior impacto ambiental.

Embora os riscos ambientais estejam associados ao aumento dos custos de capital, estratégias eficazes de transparência e divulgação podem mitigar esses impactos, promovendo um perfil corporativo mais sustentável e atraente para investidores (El Ghoul et al., 2018; Subramaniam et al., 2015).

A relação entre o risco de carbono e o custo do capital tem sido amplamente debatida, especialmente em contextos de diferentes ambientes institucionais. No caso da Coreia do Sul, os resultados de estudos, indicam que a intensidade de carbono apresenta uma relação positiva com o custo do capital próprio. Esse efeito pode ser atribuído a fatores institucionais, como a implementação do Esquema de Gestão de Metas de Energia de GEE, que exige que as empresas divulguem dados detalhados sobre suas emissões de gases de efeito estufa (GEE). Essas diretrizes incentivam maior transparência e gerenciamento das emissões, permitindo que os investidores avaliem os riscos ambientais de forma mais precisa.

Essa transparência regulatória reduz a assimetria informacional, mas também expõe custos adicionais associados ao cumprimento das regulamentações. Como resultado, as empresas com maior intensidade de carbono enfrentam custos de capital mais elevados devido à percepção de maior risco pelos investidores. Por outro lado, empresas que demonstram práticas eficazes de gestão ambiental podem mitigar esses custos, beneficiando-se de maior confiança do mercado e atraindo investidores preocupados com fatores ESG.

No entanto, em mercados onde as regulamentações são menos rigorosas ou inexistentes, como em algumas economias emergentes, essa relação pode não ser tão evidente. A ausência de familiaridade dos investidores com os riscos relacionados ao carbono, combinada com dados menos confiáveis, pode fazer com que o custo do capital não reflita plenamente os desafios enfrentados pelas empresas. Em mercados como esses, os dados disponíveis muitas vezes não capturam a exposição real ao risco de carbono, prejudicando a avaliação dos investidores.

A composição setorial também desempenha um papel importante. Indústrias intensivas em carbono, como energia e transporte, apresentam maior sensibilidade a regulamentações ambientais, o que aumenta seus custos de capital. No entanto, empresas desses setores podem responder de maneira diferente dependendo de sua capacidade de adaptação e resiliência às pressões regulatórias e às demandas dos investidores.

Diante dos resultados discutidos, futuras pesquisas podem aprofundar a compreensão sobre como os custos ambientais influenciam as decisões de diferentes partes interessadas, tais como investidores, gestores e reguladores. Um possível caminho

investigativo seria examinar de que forma as práticas de divulgação corporativa relacionadas ao desempenho ambiental estão associadas a estratégias de gestão e mitigação dos custos ambientais, e como tais estratégias impactam o custo de capital das empresas. Outra vertente relevante seria considerar o papel do setor de atuação da empresa nessa dinâmica, uma vez que a sensibilidade aos riscos ambientais pode variar substancialmente entre setores, especialmente naquelas com maior intensidade de carbono, como energia, mineração e transporte.

REFERÊNCIAS

Ain, N. U., Azeem, M. U., Sial, M. H., & Arshad, M. A. (2021). Linking knowledge hiding to extra-role performance: The role of emotional exhaustion and political skills. Knowledge Management Research & Practice. https://doi.org/10.1080/14778238.2021.1876536

Al-Najjar, B., & Salama, A. (2022). Mind the gap: Are female directors and executives more sensitive to the environment in high-tech US firms? Technological Forecasting and Social Change, 184, Article 122024. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122024

Angrist, J. D., & Krueger, A. B. (2001). Instrumental variables and the search for identification: From supply and demand to natural experiments. Journal of Economic Perspectives, 15(4), 69–85. https://doi.org/10.1257/jep.15.4.69

Barth, Mary E. and Li, Ken and McClure, Charles, Evolution in Value Relevance of Accounting Information (April 15, 2022). Forthcoming, The Accounting Review doi.org/10.2308/TAR-2019-0521, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2933197 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2933197

Beyer, A., Cohen, D. A., Lys, T. Z., & Walther, B. R. (2010). The financial reporting environment: Review of the recent literature. Journal of Accounting and Economics, 50(2–3), 296–343. https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2010.10.003

Bolton, Patrick and Kacperczyk, Marcin T., Global Pricing of Carbon-Transition Risk (February 2021). NBER Working Paper No. w28510, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3795029

Botosan, C.A. (2006) Disclosure and the Cost of Capital: What Do We Know? Accounting and Business Research, 36, 31-40. http://dx.doi.org/10.1080/00014788.2006.9730042

Botosan, Christine, Disclosure Level and the Cost of Capital. THE ACCOUNTING REVIEW, Vol 72, No 3, July 1997, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2926

Doe, J., Smith, J., & Brown, A. (2023). Environmental costs and firm performance. Journal of Environmental Economics. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2467223>.

Dye, R. A. (1985). Disclosure of Nonproprietary Information. Journal of Accounting Research, 23(1), 123–145. https://doi.org/10.2307/2490910

El Ghoul, S., Guedhami, O., Kim, H., & Park, K. (2018). Corporate Environmental Responsibility and the Cost of Capital: International Evidence. Journal of Business Ethics, 149*(2), 335–361. https://doi.org/10.1007/s10551-015-3005-6

Freiberg, D., Grewal, J., & Serafeim, G. (2021). Science-based carbon emissions targets. Available at SSRN 3804530.

Freiberg, David and Grewal, Jyothika and Serafeim, George, Science-Based Carbon Emissions Targets (March 28, 2021). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3804530 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3804530

GSIA (2022). GLOBAL SUSTAINABLE INVESTMENT REVIEW 2022. Disponível em: <https://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2023/12/GSIA-Report-2022.pdf>.

IFVI. (2024). Impact-Weighted Accounts (IWAs). Recuperado de https://ifvi.org/.

Jadoon, I.A., Mumtaz, R., Sheikh, J., Ayub, U. and Tahir, M. (2021), "The impact of green growth on financial stability", Journal of Financial Regulation and Compliance, Vol. 29 No. 5, pp. 533-560. https://doi.org/10.1108/JFRC-01-2021-0006

Kalogeraki, O., & Georgakakis, D. (2022). Friend or foe? CEO gender, political ideology, and gender-pay disparities in executive compensation. Long Range Planning, 55, Article 102126. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102126

Kim, Y., & Kim, S. I. (2022). Environmental risk and credit ratings, and the moderating effect of market competition. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(9), 5341. https://doi.org/10.3390/ijerph19095341

Kim, Y.-B., An, H. T., & Kim, J. D. (2015). The effect of carbon risk on the cost of equity capital: Evidence from Korea. Journal of Cleaner Production, 93, 279-287.

Kolk, Ans and Levy, David L. and Pinkse, Jonatan, Corporate Responses in an Emerging Climate Regime: The Institutionalization and Commensuration of Carbon Disclosure (September 15, 2008). European Accounting Review, Vol. 17, No. 4, pp. 719-745, 2008, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=1268404

Lema, T. T., Feedman, M., Mlilo, M., & Dong, P. J. (2018). Corporate carbon risk, voluntary disclosure, and the cost of equity capital: Evidence from emerging markets. Business Strategy and the Environment, 27(6), 1-15

Mazzacurati, J., Balitzky, S., & Guagliano, C. (2021). Monitoring environmental risks. Autoridade Europeia dos Valores Mobiliários e dos Mercados (ESMA)

Rajan, R. G., & Zingales, L. (1998). Financial dependence and growth. American Economic Review, 88(3), 559-586.

Rehman, A., Gonenc, H., & Hermes, N. (2023). Carbon disclosure policy, external financing needs, and cost of capital: Is the quality of the financial market important? Business Strategy and the Environment, 32(8), 5854–5872

Serafeim, G., Zochowski, T. R., & Downing, J. (2019). Impact-weighted financial accounts: The missing piece for an impact economy. Harvard Business School.

Sharfman, Mark P. and Fernando, Chitru S., Environmental Risk Management and the Cost of Capital. Strategic Management Journal, Forthcoming, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=1129032

Social disclosure, financial disclosure and the cost of equity capital. (2001). Accounting Organizations and Society.

TCFD (2017). Recomendações da Força-tarefa para Divulgações Financeiras Relacionadas às Mudanças Climáticas. Disponível em: < https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/TCFD-Final-Report-2017-Portuguese-Translation.pdf >.

Thomson Reuters. (2017). Annual report 2017. Recuperado de https://archive.annual-report.thomsonreuters.com/2017/downloads/annual-report-2017-thomson-reuters.pdf

Verrecchia, R. E. (1983). Discretionary disclosure. *Journal of Accounting and Economics, 5*(3), 179–194. https://doi.org/10.1016/0165-4101(83)90011-3

Wooldridge, J. M. (2002). Econometric analysis of cross section and panel data. MIT Press.

Zaro, E., Flores, E., Fasan, M., Dal-Ri Murcia, F., & Zaro, C. S. (2022). Voluntary adoption of integrated reporting, effective legal system, and cost of equity capital. Corporate Governance, 20(5), 915-963.

Zhang, D., Wellalage, N. H., & Fernandez, V. (2022). Environmental assurance, gender, and access to finance: Evidence from SMEs. International Review of Financial Analysis, 83, 102326. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102326