

RELAÇÃO ENTRE AS EMISSÕES DE CARBONO E O DESEMPENHO FINANCEIRO DAS EMPRESAS QUE COMPÕEM O ÍNDICE CARBONO EFICIENTE (ICO2) DA B3.

Resumo

Este estudo investiga a relação entre o desempenho financeiro e as emissões de carbono em 73 empresas do Índice Carbono Eficiente (ICO2) da B3 no ano de 2021. Empregamos modelos de regressão linear para avaliar o impacto das emissões de carbono (EMC) sobre o lucro por ação (LPA), o retorno sobre o ativo (ROA) e o retorno sobre o patrimônio líquido (ROE), controlando pelo endividamento (END). Para a realização desse estudo foi escolhido o método estatístico descritivo e o modelo de estimação dos mínimos quadrados ordinários (OLS) e o modelo dos mínimos quadrados generalizados (GLS). Para análise de regressão linear foi utilizado o software de análise econométrica o software Gretl. Em 2021, as empresas do ICO2 com maiores emissões de CO2 apresentaram, em média, melhor desempenho financeiro em termos de LPA e ROE. No entanto, esses resultados exigem cautela, considerando as limitações do estudo e a complexa relação entre emissões de carbono e performance financeira. Este estudo contribui para a literatura sobre sustentabilidade corporativa e finanças ao fornecer evidências empíricas sobre a relação entre emissões de carbono e desempenho financeiro no contexto do ICO2 da B3. Os resultados podem ser úteis para empresas, investidores e formuladores de políticas públicas na tomada de decisões relacionadas à sustentabilidade e ao desempenho financeiro.

Palavras-chave: Emissões de carbono, Desempenho financeiro, Índice Carbono Eficiente.

1- INTRODUÇÃO

A crescente escassez de recursos naturais e as mudanças climáticas impulsionam a busca por modelos de negócios mais sustentáveis. Nesse contexto, a bolsa de valores brasileira criou o Índice Carbono Eficiente (ICO2) para incentivar a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) pelas empresas. Embora a relação entre emissões de carbono e desempenho financeiro seja debatida na literatura, ainda há uma lacuna de conhecimento sobre o impacto específico dessas emissões no contexto brasileiro. Este estudo visa investigar essa relação, utilizando o ICO2 como referência, a fim de contribuir para a discussão sobre a sustentabilidade corporativa e a mitigação das mudanças climáticas. A crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e as mudanças climáticas coloca em destaque a necessidade de compreender a relação entre as emissões de carbono e o desempenho financeiro das empresas. Este estudo se propõe a investigar essa complexa relação no contexto do Índice Carbono Eficiente (ICO2) da B3, buscando determinar se empresas com maiores emissões de CO2 apresentam um desempenho superior ou inferior àquelas com menores emissões. Este estudo contribui para a literatura sobre sustentabilidade corporativa e finanças ao fornecer evidências empíricas da relação entre emissões de carbono e performance financeira no contexto brasileiro. Estas informações são relevantes para as empresas, investidores e formuladores de políticas públicas. Este estudo oferece uma base sólida para pesquisas futuras e contribui para o debate sobre o papel das empresas na mitigação das mudanças climáticas. A estrutura do trabalho é composta pela introdução, revisão de literatura e hipóteses, metodologia, análise dos resultados e considerações finais.

2 – REVISÃO DE LITERATURA E HIPÓTESES

2.1 Emissão de carbono e desempenho financeiro

A relação entre desempenho de carbono e desempenho financeiro é um tema amplamente debatido na literatura. Diversos estudos indicam que empresas com práticas sustentáveis e menores emissões de carbono tendem a apresentar melhor desempenho financeiro, devido a fatores como melhoria da reputação, redução de custos e acesso a novos mercados (Lewandowski, 2017; Desai et al., 2022). No entanto, outros estudos não encontram uma relação clara ou apontam para um impacto negativo em certos setores (Meng et al., 2023). A inovação verde também tem sido associada à melhoria do desempenho financeiro. Pesquisas mostram que empresas que investem em tecnologias limpas e processos mais eficientes podem reduzir custos, aumentar a produtividade e atrair investidores (Amorim, 2023; Gonçalves, 2020). Estudos setoriais, como os de Sampaio (2022) no setor bancário e Cruz (2020) no agronegócio, indicam que a adoção de práticas sustentáveis pode gerar benefícios financeiros, embora os resultados variem entre setores e países. A divulgação voluntária de emissões de carbono também tem sido associada a benefícios financeiros, como redução do custo de capital (Prates, 2023). No entanto, a relação entre emissões de carbono e desempenho financeiro é complexa e pode ser influenciada por diversos fatores, como o setor de atuação, o tamanho da empresa e o contexto regulatório. Baseado nas informações citadas anteriormente na revisão da literatura, inferem-se as seguintes hipóteses:

***H1:** Empresas com melhor desempenho financeiro, medido por indicadores como lucro por ação (LPA), retorno sobre o patrimônio líquido (ROE) e retorno sobre o ativo (ROA), tendem a apresentar menores emissões de carbono.*

3 – METODOLOGIA E ANÁLISES DE DADOS

Essa investigação busca verificar as hipóteses específicas estabelecidas na seção anterior. Este estudo se propõe a investigar essa complexa relação no contexto do Índice Carbono Eficiente (ICO2) da B3, buscando determinar se empresas com maiores emissões de CO2 apresentam um desempenho superior ou inferior àquelas com menores emissões

3.1 Variáveis e Estatísticas descritivas

Para o estudo, foram consideradas 73 empresas listadas na bolsa de valores brasileira (B3) e que compõem o Índice Carbono Eficiente da B3 (ICO2 B3). Os dados utilizados são referentes ao ano de 2021. Tendo como variáveis receita, emissão de CO2, ROE (Retorno sobre o Capital), ROA (Retorno sobre o Ativo), LPA (Lucro por ação), Endividamento (END) (Passivo/ativo) e INO (inovação) ranking do PWC e Jornal valor Econômico com as 150 empresas mais inovadoras em 2021.

A seguir apresenta-se algumas estatísticas descritivas sobre as variáveis utilizadas na análise empírica. Os dados permitem destacar alguns aspectos relevantes. A variável Receita (RCT), das 73 empresas presentes na bolsa de valores brasileira referente ao ano de 2021 e que fazem parte do índice carbono eficiente da B3 apresenta um valor médio de 49,686 milhões. A mediana é de 19,763 milhões e possui um desvio padrão de 86,918 milhões. A empresa com menor valor de receita é a Iguatemi com o valor de 992,3 mil e a empresa com o maior valor é a Petrobras com 567,45 milhões. Além disso, as outras empresas com as melhores posições no ranking foram: JBS (361,41 milhões), Itaú (203,25 milhões); Raízen (199,38 milhões).

5- MODELO E MÉTODO DE ESTIMAÇÃO

A análise de regressão linear é um método estatístico usado para modelar a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) é um método comum para estimar os coeficientes deste modelo linear. OLS assume que os erros do modelo são homocedásticos, o que significa que a variância dos erros

é constante em todos os valores das variáveis independentes. Se a suposição de homocedasticidade for violada (heterocedasticidade), as estimativas de MCO podem ser ineficientes. Em tais casos, métodos de estimativa alternativos como Mínimos Quadrados Generalizados (MLG) ou estimadores robustos podem ser usados. Esses métodos podem fornecer estimativas mais precisas quando a variância dos erros não é constante.

$$\text{Modelo (1): } \ln LPA = \alpha_0 + \alpha_1 \ln EMC_i + u_i \text{ (Eq. 1)}$$

A variável dependente do modelo (1), LPA (Lucro por Ação) (Eq. 1), é um indicador que mostra como a parcela do lucro da empresa está alocado para cada ação em circulação dessa companhia em bolsa de valores. Essa é uma métrica muito importante tanto para os gestores da companhia quanto para os investidores. É calculada através do lucro líquido da empresa dividido pelo número total de suas ações. Estimando a Equação (1), é esperado que tenha uma correlação negativa com Total de emissões (EMC).

$$\text{Modelo (2): } \ln ROE = \alpha_0 + \alpha_1 \ln EMC_i + \alpha_2 \ln END_i + u_i \text{ (Eq. 2)}$$

A variável dependente do modelo (2), ROE (Retorno sobre Patrimônio Líquido) (Eq. 2), é um indicador financeiro que mede a rentabilidade de uma empresa, considerando o seu patrimônio líquido.

$$\text{Modelo (3): } \ln ROA = \alpha_0 + \alpha_1 \ln EMC_i + \alpha_2 \ln END_i + u_i \text{ (Eq. 3)}$$

A variável dependente do modelo (3), ROA (Retorno sobre o Ativo) (Eq. 3), O Retorno sobre o Ativo (ROA) é uma medida importante para os investidores, pois fornece uma indicação de como uma empresa está usando seus recursos para gerar lucros.

6 – ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados da Tabela 3 são satisfatórios em termos de qualidade de ajuste e significância estatística dos coeficientes. O teste RESET não rejeitou a hipótese nula de que os modelos 1 e 2 possuem especificação adequada. O modelo 3, no entanto, apresenta heterocedasticidade, conforme indicado pelo teste de White. Para corrigir a heterocedasticidade no modelo 3, foi utilizado o método de estimação GLS (Generalized Least Squares). O GLS é mais eficiente na presença de heterocedasticidade, resultando em estimativas mais precisas, conforme o modelo 4. O modelo GLS para o ROE apresenta um R-squared de 0,34, indicando que 34% da variabilidade do ROE é explicada pelas variáveis explicativas. A estatística F valida a significância conjunta dos coeficientes.

Os resultados das estimativas dos modelos utilizados estão descritos na tabela 3.

Tabela 3: Resultados das estimações Equation (2). LPA, ROE, ROA

Variáveis	Modelo (1) (OLS - LPA)	Modelo (2) (OLS - ROE)	Modelo (3) (OLS - ROA)	Modelo (4) (GLS- ROA)
Const	-2,77400 (***) 0,0032	1,53608 (**) 0,0292	-2,07166 (***) 0,0071	-1,65847 (**) 0,0220
lnEND	*	0,816199 (**) 0,0194	-1,03905 (***) 0,0063	-0,968122 (***) <0,0001
lnEMC	0,144946 (**) 0,0270	0,131659 (**) 0,0116	0,244978 (***) <0,0001	0,214346 (***) 0,0001

R-quadrado (R²)	0,189893	0,188451	0,277580	0,342811
F-Stat	F(2, 64) 7,500947	F(2, 64)	F(2, 64) = 12,29555	F(2, 64) = 16,69223
Significância conjunta	p-valor (F) 0,001184	7,430765 p-valor (F) 0,001253	p-valor = 0,000030	p-valor = 0,00000147
Heteroscedasticidade (Teste de White)	LM = 0,959872 p-valor = 0,965737	LM = 2,30403 p-valor = 0,805674	LM = 16,3592 p-valor = 0,00588989	*
Especificação (Reset de Ramsey)	F(2, 62) = 2,20619 p-valor = 0,118693	F(2, 62) = 2,79145 p-valor = 0,0690561	F(2, 62) = 1,37022 p-valor = 0,261637	*
Observações (#)	73	73	73	73

Notes: ***, **, * indicate that the coefficients are statistically significant at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively; p-values of the coefficient significance are underneath the estimates; (#) due to missing data, the initial set of countries reduced significantly.

A análise investigou a relação entre emissões de CO₂, dívida e várias métricas de desempenho financeiro (LPA, ROE, ROA) para uma amostra de empresas. Aqui está uma análise das principais descobertas: LPA (Lucro por Ação): Um aumento de 1% nas emissões de CO₂ está associado a um aumento estatisticamente significativo (valor de p= 0,027) de 0,145% no LPA. No entanto, o valor R-quadrado de 18,99 % indica que outros fatores além das emissões de CO₂ desempenham um papel mais proeminente na influência do LPA. Os resultados contradizem a hipótese (H1a) que postulou uma correlação negativa entre LPA e emissões de CO₂. ROE (Retorno sobre o Patrimônio Líquido): Há uma associação positiva entre dívida e ROE, com um aumento de 1% na dívida levando a um aumento de 0,816% no ROE em média. Da mesma forma, um aumento de 1% nas emissões de CO₂ está vinculado a um aumento de 0,132% no ROE. No entanto, o valor R-quadrado de 18,85 % sugere que outros fatores impactam significativamente o ROE. As descobertas contradizem a hipótese (H1b), que esperava uma correlação negativa entre ROE e emissões de CO₂. ROA (Retorno sobre o Ativo): Um aumento de 1% nas emissões de CO₂ está associado a um aumento de 0,214% no ROA, enquanto um aumento de 1% na dívida está ligado a uma diminuição de 0,968% no ROA. O modelo explica 34,28 % da variação no ROA, indicando que outros fatores também estão em jogo. Os resultados rejeitam a hipótese (H1c), que propôs uma correlação negativa entre ROA e emissões de CO₂. Nossos estudos empíricos sobre a relação entre emissões de carbono e desempenho financeiro corroboram com estudos anteriores (Soares et al., 2019; Meng et al., 2023; Iwata and Okada, 2011; Atilgan et al., 2024). Empresas de setores intensivos em energia, como petróleo e gás, tendem a apresentar maiores emissões e melhores desempenhos financeiros a curto prazo. No entanto, a complexidade dessa relação é influenciada por diversos fatores, incluindo o setor, políticas e o tempo de análise. A inovação verde é fundamental para a transição para uma economia de baixo carbono, como demonstrado por Zhang & Liu (2022). Embora as forças de mercado possam impulsionar essa transição, a pesquisa levanta questionamentos sobre sua suficiência, evidenciando a necessidade de políticas públicas e incentivos para acelerar a descarbonização.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou a relação entre as emissões de carbono e o desempenho financeiro das empresas listadas no Índice Carbono Eficiente da B3, utilizando dados de 2021. Os resultados indicam uma correlação positiva entre as emissões de CO2 e indicadores financeiros como Lucro por Ação (LPA), Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) e Retorno sobre o Ativo (ROA). Nossos achados corroboram com estudos anteriores, sugerindo que empresas de setores intensivos em energia, como petróleo e gás, tendem a apresentar maiores emissões e melhores desempenhos financeiros a curto prazo. No entanto, a complexidade dessa relação é influenciada por diversos fatores, incluindo o setor, políticas e o tempo de análise. A pesquisa destaca a importância da inovação verde para a transição para uma economia de baixo carbono. Contudo, a falta de precificação das emissões de carbono e a ausência de incentivos financeiros para a descarbonização podem dificultar essa transição.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, José Francisco Maciel. *Análise das Estratégias de Sustentabilidade e Desempenho Financeiro das Empresas do Setor Têxtil: Análise de Casos*. 2023. Tese de Doutorado. Universidade do Minho.
- ATILGAN, OZGUR DEMIRTAS, ALEX EDMANS DORUK GUNAYDIN. **Why carbon emissions are associated with higher stock returns**. Disponível em: <<https://cepr.org/voxeu/columns/why-carbon-emissions-are-associated-higher-stock-returns>>. Acesso em: 4 mar. 2024.
- CASTILHO, Alexandre Rafael Barbosa et al. A relação entre estratégias de adaptação e mitigação às mudanças climáticas e desempenho financeiro de empresas brasileiras. 2021.
- CRUZ, Agatha Miranda da. *Economia de Baixo Carbono: Uma Análise do Desempenho Econômico-Financeiro das Empresas Vinculadas ao Agronegócio*. 2020.
- DA SILVA, Laura Maringolo Corrêa. A relação entre o índice carbono eficiente e o desempenho econômico das empresas. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DESAI, Rajesh et al. Impact of carbon emission on financial performance: empirical evidence from India. **South Asian Journal of Business Studies**, v. 11, n. 4, p. 450-470, 2022.
- FARIA, André Costa. *As práticas de sustentabilidade das empresas na indústria de cerâmica e de cimento*. 2023. Tese de Doutorado. Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- GONÇALVES, Anderson Souza. A influência da publicação do relatório de emissão de gases de efeito estufa nos indicadores de rentabilidade. **Revista de Administração de Roraima-RARR**, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2020.
- GUO, Jiajia et al. Exploring the role of green innovation and investment in energy for environmental quality: An empirical appraisal from provincial data of China. **Journal of Environmental Management**, v. 292, p. 112779, 2021.
- IWATA, Hiroki; OKADA, Keisuke. How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms. **Ecological Economics**, v. 70, n. 9, p. 1691-1700, 2011.
- LEWANDOWSKI, Stefan. Corporate carbon and financial performance: The role of emission reductions. **Business Strategy and the Environment**, v. 26, n. 8, p. 1196-1211, 2017.
- LI, Xinping; QIN, Qionxia; YANG, Yongliang. The Impact of Green Innovation on Carbon Emissions: Evidence from the Construction Sector in China. **Energies**, v. 16, n. 11, p. 4529, 2023
- MENDONÇA, Klicia Silva; MARTINS, Edson. O desenvolvimento sustentável como vantagem competitiva empresarial: um levantamento bibliográfico. **Revista Calafiori**, v. 3, n. 1, p. 5-16, 2019

Meng, X., Gou, D. & Chen, L. A relação entre desempenho de carbono e desempenho financeiro: evidências da China. *Environ Sci Pollut Res* 30 , 38269–38281 (2023). <https://doi-org.ez2.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11356-022-24974-7>

NEVES, Camila Bezerra Correia. **O desempenho corporativo em ESG e a performance financeira das empresas brasileiras**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

PARAMATI, Sudharshan Reddy; MO, Di; HUANG, Ruixian. The role of financial deepening and green technology on carbon emissions: Evidence from major OECD economies. **Finance Research Letters**, v. 41, p. 101794, 2021.

PRATES, Juliana Costa Ribeiro et al. Afinal, vale a pena divulgar emissões de carbono no Brasil?. **Enfoque: Reflexão Contábil**, v. 42, n. 1, p. 17-32, 2023.

SAMPAIO, Felipe Oliveira. **O impacto do desempenho climático no desempenho financeiro dos bancos: uma análise multi-países**. 2022. Tese de Doutorado.

SHAN, Shan et al. Role of green technology innovation and renewable energy in carbon neutrality: A sustainable investigation from Turkey. **Journal of Environmental Management**, v. 294, p. 113004, 2021.

SHAO, Xuefeng et al. Modeling the effect of green technology innovation and renewable energy on carbon neutrality in N-11 countries? Evidence from advance panel estimations. **Journal of Environmental Management**, v. 296, p. 113189, 2021.

SOARES, Romulo Alves et al. Características financeiras e emissão de gases de efeito estufa: uma análise das empresas brasileiras listadas na B3. 2019.

SCHALLER, Hanna Assis Bittencourt. *Práticas sustentáveis como fonte de vantagem competitiva nas pequenas empresas brasileiras*. 2020. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Administração e Ciências Contábeis, Niterói, 2019.

TÖBELMANN, Daniel; WENDLER, Tobias. The impact of environmental innovation on carbon dioxide emissions. **Journal of Cleaner Production**, v. 244, p. 118787, 2020.

XIMENES, Fernanda Keila Amaral Aguiar; FERREIRA, Felipe Ramos. O efeito das práticas ambientalmente responsáveis sobre a agressividade fiscal: Uma análise das empresas participantes do Índice Carbono Eficiente–ICO2. **Pensar Contábil**, v. 22, n. 79, 2021.

Yuan, X., Shi, H., & Wang, W. (2023). The impact of green innovation on carbon emission performance in China: A panel data analysis. *Journal of Clean*

ZHANG, Minglong; LIU, Yin. Influence of digital finance and green technology innovation on China's carbon emission efficiency: Empirical analysis based on spatial metrology. **Science of The Total Environment**, v. 838, p. 156463, 2022.