



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



O IMPACTO DO DESEMPENHO AMBIENTAL NO DESEMPENHO FINANCEIRO: UMA ANÁLISE DO SETOR AGROALIMENTAR

ANA CATARINA GANDRA DE CARVALHO – ana.gandra@estudante.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

VITOR MELÃO CASSÂNEGO - vitormelao@estudante.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

HERICK FERNANDO MORALLES - herickmoralles@dep.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

MÁRIO OTÁVIO BATALHA - dmob@power.ufscar.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR

ÁREA: 09. ENGENHARIA DA SUSTENTABILIDADE

SUBÁREA: 9.1 - GESTÃO AMBIENTAL

RESUMO: O SETOR AGROALIMENTAR DESEMPENHA UM PAPEL FUNDAMENTAL NO BEM-ESTAR NACIONAL, NA ECONOMIA E NO BEM-ESTAR SOCIAL. ENTRETANTO, PERSISTEM INEFICIÊNCIAS COMO PERDAS DE ALIMENTOS E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL. AS PARTES INTERESSADAS EXIGEM DESEMPENHO AMBIENTAL E FINANCEIRO DAS EMPRESAS AGRÍCOLAS, IMPULSIONANDO O SURGIMENTO DA GOVERNANÇA SOCIAL AMBIENTAL E DO DESEMPENHO CORPORATIVO AMBIENTAL (DCA). NO ENTANTO, A RELAÇÃO ENTRE O DCA E O DESEMPENHO CORPORATIVO FINANCEIRO (DCF) CONTINUA INTRINCADA E DEPENDENTE DO SETOR, CARECENDO DE CONSENSO. ESTA PESQUISA INVESTIGA A RELAÇÃO ENTRE O DCA E O DCF NO SETOR AGROALIMENTAR, CONSIDERANDO SEUS DESAFIOS E CONTRIBUIÇÕES SINGULARES PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. POR MEIO DE UM MODELO ECONOMÉTRICO, EXPLORAMOS AS CONEXÕES LINEARES E NÃO LINEARES ENTRE O DCA E DCF, CATEGORIZANDO O DCA EM TRÊS ESFERAS E AVALIANDO O DCF COM DUAS VARIÁVEIS. NOSSOS RESULTADOS REVELARAM RELAÇÕES NÃO LINEARES EM TODAS AS ESFERAS DO DCA, COM IMPACTOS VARIADOS NO DESEMPENHO FINANCEIRO. NOSSO ESTUDO OFERECE UMA COMPREENSÃO MAIS PROFUNDA DA DINÂMICA DO DCA-DCF NO SETOR AGROALIMENTAR, O QUE CONTRIBUI PARA A LITERATURA EXISTENTE E ABORDA UMA LACUNA DE PESQUISA ATUAL.

PALAVRAS-CHAVES: DESEMPENHO CORPORATIVO AMBIENTAL; ESG; DESEMPENHO CORPORATIVO FINANCEIRO; INDÚSTRIA AGROALIMENTAR

1. INTRODUÇÃO

A produção agrícola e de alimentos atende a uma necessidade humana básica para a nutrição da população (NOTARNICOLA; HAYASHI; CURRAN; HUISINGH, 2012). O setor agroalimentar é uma das indústrias mais valiosas e influentes de um país, contribuindo para o bem-estar nacional em termos de segurança alimentar, redução da pobreza e emprego (BIGLIARDI; GALATI, 2013). No entanto, o setor agroalimentar agrupa atividades antropogênicas que afetam fortemente a dinâmica do ecossistema, uma vez que o crescimento da população mundial está causando o aumento da demanda de alimentos que, por sua vez, acarreta um estresse ambiental grave (FAO, 2017).

De fato, dadas as pressões exercidas pelos consumidores e outras categorias de partes interessadas, os gestores de empresas agrícolas têm se interessado cada vez mais pela questão da Governança Ambiental e Social (ESG) e, por extensão, pelo Desempenho Corporativo Ambiental (DCA) para melhorar o desempenho financeiro das entidades agrícolas (IKA; AKBAR; PUSPITASARI; SUMBODO *et al.*, 2021; VRABCOVA; URBANCOVA, 2021). Portanto, vários estudos (BUALLAY, 2022; RESMI; BEGUM; HASSAN, 2018; ROUDAKI, 2018) estão se concentrando tanto no impacto que as ações de ESG têm sobre o desempenho financeiro das empresas quanto no desempenho não financeiro das empresas agrícolas, dada a contribuição que esse campo deve dar para a realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (VRABCOVA; URBANCOVA, 2021). A literatura sobre a relação entre sustentabilidade e Desempenho Corporativo Financeiro (DCF) está dividida principalmente entre autores que defendem os impactos positivos das questões de sustentabilidade no desempenho das empresas (FISCHER; SAWCZYN, 2013) e pesquisadores que postulam os impactos negativos, o que demonstra que a ligação entre sustentabilidade e lucratividade das empresas precisa ser mais detalhada e esclarecida. De fato, o segmento escolhido como foco deste estudo não é diferente, com vários autores investigando o quanto compensa ser sustentável no setor agroalimentar e obtendo resultados mistos (NIRINO; MIGLIETTA; SALVI, 2020).

Argumentamos que há três caminhos para os resultados inconsistentes no campo. A primeira é a natureza multidimensional do construto Desempenho Corporativo Ambiental (ENDRIKAT; GUENTHER; HOPPE, 2014; TRUMPP; ENDRIKAT; ZOPF; GUENTHER, 2015). Alguns estudos tentaram resolver as inconsistências no campo dividindo o construto DCA em dimensões distintas (ELLIMÄKI; AGUILERA; HURTADO-TORRES; ARAGÓN-

CORREA, 2023; ENDRIKAT; GUENTHER; HOPPE, 2014; TRUMPP; ENDRIKAT; ZOPF; GUENTHER, 2015). Uma estratégia comumente empregada entre os autores que investigaram a natureza multidimensional do DCA é o esforço para diferenciar entre os resultados ambientais reais (por exemplo, resíduos e emissões de CO₂) (GHOUL; GUEDHAMI; KIM, 2017) e as decisões estratégicas sobre o DCA (por exemplo, iniciativas de coleta e produtos com design ecológico) (ENDRIKAT; GUENTHER; HOPPE, 2014; TRUMPP; ENDRIKAT; ZOPF; GUENTHER, 2015).

A segunda via é a complexidade do próprio vínculo DCA-DCF. De acordo com Trumpp et al. (2017), a maioria dos estudos empíricos que analisam a relação entre DCA e DCF utiliza modelos lineares que fornecem uma associação positiva, negativa ou neutra (ou seja, empiricamente insignificante). O uso de modelos lineares desconsidera a possibilidade de que as hipóteses opostas possam incluir algum elemento de verdade (GUENTHER; HOPPE, 2014). Em suma, a natureza da relação DCA-DCF pode ser mais complexa do que simplesmente positiva ou negativa (ORLITZKY, 2013). Pesquisadores recentes também analisaram a relação não linear entre esses componentes (BOUNTHONE; PHOUPHET, 2023; TRUMPP; GUENTHER, 2017). Por outro lado, eles não levam em conta o primeiro motivo principal das divergências no campo apresentado nesta pesquisa: o construto multidimensional do DCA.

A terceira via é a possibilidade de diferentes interações entre DCA e DCF em diferentes setores. Baird et al. (2012) examinaram o impacto setorial na relação entre o DCA e a DCF. Eles descobriram que a resposta de uma empresa é influenciada por suas capacidades distintas e se desenvolve a partir do cenário de seu setor específico. Estudos que examinam diferentes setores tendem a produzir resultados diferentes. Esta pesquisa se concentrará em um grupo específico de setores para aprofundar a análise: o setor agroalimentar. A pergunta que norteará esta pesquisa é: "Ser sustentável no setor agroalimentar melhora o desempenho financeiro das empresas?".

Apesar de toda a literatura existente sobre os construtos aqui abordados, não há consenso entre os pesquisadores sobre a correlação DCA-DCF, especialmente em relação ao setor agroalimentar. Portanto, tendo considerado todos os itens acima, usando um painel de empresas agroalimentares, o principal objetivo da presente pesquisa é determinar a natureza da relação entre o Desempenho Ambiental Corporativo e o Desempenho Financeiro Corporativo. Assim, este estudo pretende contribuir para a literatura existente ao ajudar preencher a lacuna de literatura identificada, ou seja, uma análise específica da relação entre DCA e DCF exclusivamente no setor agroalimentar. Desta maneira, o objetivo geral deste é

testar, de maneira segmentada, como as diferentes dimensões do construto DCA influenciam o desempenho financeiro das firmas do setor agroalimentar. Esta pesquisa está dividida em cinco segmentos: introdução; revisão da literatura e hipóteses; métodos; resultados e discussão; e conclusão.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O conceito de sustentabilidade tomou diversas formas ao longo das últimas décadas no contexto de estudos corporativos, porém uma das tendências mais recentes nesta linha é a do conceito ESG (SIVA; GREMYR; BERGQUIST; GARVARE *et al.*, 2016), vindo do inglês *Environmental, Social and Governance*, transcreve-se ao português como Ambiental, Social e Governança, e tenta captar e interconectar a proteção ambiental, responsabilidade social e a governança corporativa. Portanto, o ESG engloba os valores, metas, e orientações ao desenvolvimento verde. De um lado, ESG pode ser visto como um padrão de qualidade que serve como referência para avaliar a performance de mercado das firmas, por outro lado, este conceito mantém o desenvolvimento sustentável em sua essência, e serve como uma forma de mensurar se as firmas estão alinhadas com as expectativas de sustentabilidade. De ambas as formas, o ESG recebe atenção crescente na comunidade acadêmica e corporativa (FATEMI; FOOLADI; TEHRANIAN, 2015).

No começo de 2020, investimentos ESG globais cresceram até atingir a marca de 35.3 trilhões dólares, o que representa mais de um terço dos investimentos globais (LI; LIAN; XU, 2023), atestando a representatividade deste tipo de ação no mercado. Ademais, firmas com ações ESG tendem a ganhar valor de mercado (ABOUD; DIAB, 2018), o que certamente despertou o interesse de investidores, que hoje veem as pontuações ESG como uma forma de verificar a confiabilidade das empresas no mercado e selecionar aquelas mais aptas a receber investimentos (FATEMI; GLAUM; KAISER, 2018). Embebido no escopo de ESG, está o Desempenho Corporativo Ambiental, que está disposto nos princípios de sustentabilidade do termo. Desta forma, argumentamos que o Desempenho Corporativo Ambiental, entra como um indicador ESG.

Em outro contexto, porém com uma clara ligação, as mudanças climáticas se colocam como um desafio crescente para empresas do setor agroalimentar, dada a sua produção sensível a condições ambientais (FLOREA; BADIRCEA; PIRVU; MANTA *et al.*, 2020). Em paralelo, o crescimento da população mundial insere uma pressão também crescente pelo aumento da produção agrícola, que deve ser suficiente para prover alimento a nível global

(GROFOVA; SRNEC, 2012). Como mais um agravante, a necessidade de fontes de energia com base em produtos derivados da cadeia agroalimentar, como é o caso de biocombustíveis, se coloca como mais uma prioridade para o setor, porém com a ressalva de manter a capacidade de produção de alimentos sem grandes impactos (JEAN VASILE; RALUCA ANDREEA; POPESCU; ELVIRA *et al.*, 2016). Porém, além das pressões para o aumento produtivo, existe uma demanda clara de investidores e consumidores para que estas empresas estejam alinhadas com os conceitos contemporâneos de desenvolvimento produtivo sustentável, haja vista a importância destas empresas na capacidade de atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ainda, as demandas do mercado para redução de emissões de empresas do setor têm sido exercidas de maneira escalar (SOLTANI; RAJABI; ZEINALI; SOLTANI, 2013), tornando imprescindível o alinhamento com os requisitos atuais de sustentabilidade também a partir do ponto de vista de valoração de mercado. Logo se constrói um sistema complexo de pressões advindas de diversas partes interessadas, onde no campo central estão as empresas agroalimentares.

No contexto deste bulbo de tensões, a análise do impacto do DCA no desempenho financeiro das empresas do setor agrícola não é uma novidade (VRABCOVA; URBANCOVA, 2021). E embora a necessidade de padrões de sustentabilidade seja inquestionável hoje em dia, pesquisas recentes indicam que esses padrões exigidos pelo mercado (aqui traduzidos como DCA) podem prejudicar a sustentabilidade do sistema de produção de alimentos (MEEMKEN; BARRETT; MICHELSON; QAIM *et al.*, 2021), impactando, conseqüentemente, seu desempenho financeiro. Portanto, seguindo a abordagem de Trumpp *et al.* (2015), afirmamos que as empresas do setor agroalimentar enfrentam um trade-off entre aderir aos padrões DCA exigidos pelo mercado, às custas de uma redução marginal em seus lucros. Esse contexto nos leva a formular nossa primeira hipótese:

H1: Há um impacto negativo da redução de emissões em DCF.

No entanto, também reconhecemos que uma análise linear do impacto das emissões sobre o DCF pode ser insuficiente para examinar esse fenômeno. Argumentamos que uma pequena redução nas emissões para atender às expectativas do mercado pode se mostrar inadequada para garantir a sustentabilidade desse modelo de negócios. Por outro lado, a maturidade dos investimentos em redução de emissões pode gerar retornos lucrativos para as empresas que persistirem nesse esforço. Assim, as empresas do setor agroalimentar que obtiverem reduções significativas de emissões e, conseqüentemente, uma melhoria substancial no DCA, provavelmente apresentarão melhor desempenho financeiro (ALI, 2023).

H1A: A relação entre a redução de emissões e DCF é não linear em formato de U.

Contudo, conforme mencionado anteriormente, o construto DCA, embora comumente medido pela dimensão de emissões (ENDRIKAT; GUENTHER; HOPPE, 2014), é multidimensional. Portanto, esperamos respostas diferentes para outras dimensões do DCA. Aqui, testamos também o aspecto do uso de recursos. Esse componente do DCA é particularmente importante para os setores que fazem uso intensivo de recursos, como o setor agroalimentar. De fato, a ideia de que o uso aprimorado de recursos leva a uma produção maior (KUMAR; MEENA; JHARIYA, 2020) e, portanto, a uma renda maior, não é nova na literatura (DE WIT, 1992). Portanto, argumentamos que nossa análise seria incompleta se não verificássemos o impacto das políticas relativas ao uso mais eficiente dos recursos sobre o desempenho financeiro das empresas do setor agroalimentar. Em outras palavras, postulamos que, assim como as expectativas de emissões, os padrões exigidos de gestão de recursos associados ao DCA podem impactar o DCF de uma empresa (MEEMKEN; BARRETT; MICHELSON; QAIM *et al.*, 2021), embora os autores postulem que as certificações de sustentabilidade não são suficientes para justificar um DCF mais alto.

H2: Há um impacto positivo da pontuação do Uso de Recursos no DCF.

Com relação à dimensão Inovação do DCA, nossa análise adota uma perspectiva diferente. De acordo com Porter e van der Linde (1995), a inovação se torna um caminho lucrativo para as empresas quando as regulamentações ambientais se tornam cada vez mais rigorosas. Essa teoria foi, de fato, testada e validada na literatura (ONG; LEE; TEH; MAGSI, 2019). Além disso, há evidências que sugerem que a inovação ambiental tem um impacto mais substancial na DCF do que outras facetas do DCA (TÖBELMANN; WENDLER, 2020). Isso pode parecer contraditório, considerando que o objetivo principal da inovação focada na sustentabilidade deve ser melhorar os resultados ambientais.

O desenvolvimento de produtos sustentáveis no setor agroalimentar tem sido impulsionado por vários fatores internos e externos às empresas (DE MEDEIROS; RIBEIRO; CORTIMIGLIA, 2014; HOJNIK; RUZZIER, 2016). Em grande parte, os fatores externos envolvem regulamentações e demandas dos clientes (CUPERTINO; VITALE; RICCABONI, 2021), enquanto os fatores internos se referem à motivação e à capacidade (recursos e capacidades) de uma empresa para projetar, produzir e vender produtos sustentáveis, e incluem recursos financeiros e humanos, competências tecnológicas, conhecimento, preocupações gerenciais e cultura organizacional, entre outros (CUPERTINO; VITALE; RICCABONI, 2021; DE MEDEIROS; RIBEIRO; CORTIMIGLIA, 2014).

Esse tópico é de suma importância, pois se a inovação ambiental servir principalmente como um meio de impulsionar DCF, em vez de promover genuinamente o compromisso de

uma empresa com uma trajetória sustentável, isso levanta questões sobre o nível ideal de investimento em inovação. Há evidências de que investimentos excessivos em ESG podem começar a minar o interesse dos investidores nas empresas (HARJOTO; JO; KIM, 2017). Portanto, afirmamos que a inovação tem uma relação positiva com DCF, mas essa relação não é linear.

H3: Há um impacto positivo da inovação no DCF.

H3A: Existe uma relação não linear entre a inovação e o DCF.

3. MÉTODOS

3.1 Fontes de dados e variáveis utilizadas

Esta pesquisa empregará um painel de dados não balanceado composto por 54 empresas abrangendo treze anos (2010-2022) com 294 observações. Essa amostra, embora limitada, abrange empresas agroalimentares que divulgam dados de ESG, o que é essencial para garantir a viabilidade de nosso estudo. Todos os dados financeiros e ambientais incluídos neste estudo são provenientes do banco de dados financeiro da Thomson's Reuters: Refinitiv Eikon. O objetivo deste estudo é analisar como os resultados ambientais dessas empresas influenciam seu desempenho financeiro.

Para medir o desempenho financeiro da empresa, usaremos duas variáveis dependentes. A primeira variável são os índices de lucratividade, que refletem a eficiência e a capacidade organizacional das empresas: Retorno sobre o ativo (ROA) seguindo diversos estudos da área (FISCHER; SAWCZYN, 2013; FU; SHEN, 2015; NIRINO; MIGLIETTA; SALVI, 2020; PIRTEA; NOJA; CRISTEA; PANAIT, 2021; TRUMPP; ENDRIKAT; ZOPF; GUENTHER, 2015). O último fornece aos investidores a capacidade de comparar os resultados financeiros de concorrentes com diferentes estruturas de capital: EBIT (Pirtea et al., 2021).

Nosso estudo dividiu o DCA em três dimensões principais: emissões (GHOUL; GUEDHAMI; KIM, 2017), uso recursos e inovação (ALBITAR; AL-SHAER; LIU, 2023), seguindo a metodologia Refinitiv Eikon. As variáveis independentes principais tem uma variação 0 a 100, com 0 denotando a pontuação mais baixa, o que corresponde ao pior desempenho ambiental de cada dimensão.

Ademais, para evitar viés de especificação, propomos a inclusão de um conjunto de variáveis de controle no nível da empresa e nível regional. As variáveis empregadas no estudo, incluindo dependentes, independentes e controle, estão dispostas no Quadro 1.

QUADRO 1. Descrição das variáveis.

Variável	Definição
Return On Assets (ROA)	Mede a eficiência operacional de uma empresa independentemente de sua estrutura financeira (em particular, sem levar em conta o grau de alavancagem que a empresa utiliza) e é calculado dividindo-se o lucro líquido de uma empresa antes dos custos de financiamento pelo total de ativos.
EBIT	O EBIT é calculado como o total de receitas do ano fiscal menos o total de despesas operacionais mais as despesas com juros operacionais, despesas/rendimentos incomuns e itens não recorrentes, suplementares, total para o mesmo período. Essa definição exclui receitas e despesas não operacionais.
Emissions Score (ES)	Mede o compromisso e a eficácia de uma empresa em relação à redução das emissões ambientais nos processos operacionais e de produção.
Resource Use Score (RUS)	Reflete o desempenho e a capacidade da empresa de reduzir o uso de materiais, energia ou água e de encontrar soluções mais ecoeficientes por meio do aprimoramento do gerenciamento da cadeia de suprimentos.
Environmental Innovation Score (EIS)	Reflete a capacidade da empresa de reduzir os custos e os encargos ambientais para seus clientes, criando assim oportunidades de mercado por meio de novas tecnologias e processos ambientais ou produtos com design ecológico.
Size	Medido pelo total de ativos da empresa
Board Size	O número total de membros do conselho no final do ano fiscal.
Turnover	O valor não escalonado do volume de negócios (soma do valor de todas as negociações durante o ano de mercado) para um determinado instrumento.
Capital Expenditure (CAP)	Despesas de capital são os fundos usados por uma empresa para adquirir ou melhorar ativos físicos, como imóveis, edifícios industriais ou equipamentos, ou o valor usado durante um determinado período para adquirir ou melhorar ativos de longo prazo, como imóveis, instalações ou equipamentos.
Leverage (LEV)	Dívida total dividida pelo total de ativos
ECI Trade	Índice de Complexidade Econômica do país da sede da empresa. O ECI Trade é medido usando dados de exportação do Observatório de Complexidade Econômica
ECI Tec	Índice de Complexidade Econômica do país de sede da empresa. O ECI Tec é medido usando dados de pedidos de patentes do Sistema Internacional de Patentes da Organização Mundial da Propriedade Intelectual
ECI Research	Índice de Complexidade Econômica do país da sede da empresa. O ECI Research é medido usando dados de documentos publicados do portal SCImago Journal & Country Rank
Age	Idade da empresa (estimada a partir da data de fundação)

Fonte: Autores (2024).

3.2 Modelagem econométrica

Para atender ao objetivo geral desta pesquisa, "*testar, de maneira segmentada, como as diferentes dimensões do construto DCA influenciam o desempenho financeiro das firmas do setor agroalimentar*", empregamos o modelo econométricos apresentado na equação (01).

$$DCF_{it} = \beta_0 + \beta_1 ES_{it} + \beta_2 RUS_{it} + \beta_3 EIS_{it} + \beta_4 X'_{it} + \beta_5 Y'_{it} + \beta_6 NAICs_i + \beta_7 Ano_i + \varepsilon_{it}$$

Eq. (01)

Onde o subscrito i indica a empresa e t denota o ano. O DCF será medido por duas variáveis distintas: Retorno sobre os ativos (ROA) e EBIT, sendo que cada uma delas se refere a uma dimensão do desempenho financeiro. A Pontuação de Uso de Recursos (RUS), a Pontuação de Emissões (ES) e a Pontuação de Inovação Ambiental (EIS) representam as três dimensões do DCA. O índice X' representa as variáveis de controle no nível da empresa, que

são tamanho da empresa (SIZE), tamanho do conselho, rotatividade, despesas de capital (CAP) e alavancagem (LEV). Y' é a matriz de variáveis em nível regional, composta por ECI Trade e ECI Tec. NAICS é uma dummy de nível setorial invariante ao longo do tempo que tenta capturar o efeito do modelo em setores distintos dentro do negócio agroalimentar; e por fim, Ano é uma variável dummy que captura os efeitos do tempo em nossa estratégia de estimação.

A equação (01) avaliará H1, H2 e H3. β_1 avalia H1, se o coeficiente de ES for negativo, então as empresas comprometidas com a redução de emissões apresentam um pior desempenho financeiro, apoiando, portanto, H1. Se $\beta_2 > 0$, isso indica que o compromisso da empresa em melhorar a eficiência no uso de recursos afeta positivamente a DCF e, portanto, a H2 é apoiada. Se $\beta_3 > 0$, a H3 é apoiada, o que significa que o envolvimento da empresa na produção de produtos e processos com design ecológico e na implementação de soluções inovadoras alinhadas às demandas ambientais dos clientes tem um impacto positivo no desempenho financeiro.

As especificações não lineares também serão estimadas para testar as hipóteses H1a e H3a. Para isso, foi necessário incluir o termo quadrático das principais variáveis independentes em nosso modelo. A Equação (02) apresenta a formulação não linear da modelagem econométrica deste estudo:

$$DCF_{it} = \beta_0 + \beta_1 ES_{it} + \beta_2 ES^2_{it} + \beta_3 RUS_{it} + \beta_4 RUS^2_{it} + \beta_5 EIS_{it} + \beta_6 EIS^2_{it} + \beta_7 X'_{it} + \beta_8 Y'_{it} + \beta_9 NAICS_i + \beta_{10} Ano_i + \varepsilon_{it}$$

Eq. (02)

Onde as variáveis e os subscritos podem ser interpretados de forma semelhante à Equação (01), exceto pela adição dos termos quadráticos. Aqui, β_2 avalia H1a e, se ES e seu valor quadrático forem significativos, mas com coeficientes de sinais opostos, nossa hipótese não linear será confirmada. A mesma interpretação pode ser estendida para H3a, que será testada pelo EIS e seu termo quadrático.

3.3 Técnicas que estimação

Para garantir estimativas consistentes, também foram empregados o teste de Wooldridge para autocorrelação (WOOLDRIDGE, 2010) e o teste de Wald modificado para heterocedasticidade em grupos (GREENE, 2002). Como foram detectados problemas de heterocedasticidade e autocorrelação, não é aconselhável empregar cálculos convencionais de efeitos aleatórios e fixos. Portanto, a principal técnica de estimativa empregada neste estudo foi a de Mínimos Quadrados Generalizados de Efeitos Fixos (FE-GLS), para tratar dos

problemas de heterogeneidade individual e heterocedasticidade do painel, bem como da autocorrelação dentro dos painéis (CROISSANT; MILLO, 2008; WOOLDRIDGE, 2010).

Além disso, a endogeneidade deve ser abordada, pois como estamos testando os resultados ambientais e as estratégias ambientais das empresas como preditores dos indicadores financeiros das empresas, a causalidade pode representar um desafio (MILLER; QIU; WANG; YANG, 2022). Para testar a endogeneidade, usaremos a estatística C (também conhecida como estatística Difference-in-Sargan). Se, em cada modelo, nossos instrumentos forem considerados endógenos, usaremos uma técnica de estimativa alternativa, Limited Information Maximum Likelihood (LIML), pois ela tende a apresentar resultados mais consistentes com amostras pequenas e instrumentos fracos (MARK, 2005).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da modelagem econométrica. A Tabela 1 mostra como o DCA, aqui medido por RUS, ES e EIS, afeta o desempenho financeiro das empresas agroalimentares. Conforme descrito anteriormente, todos os modelos foram estimados usando o método GLS de efeitos fixos, já que nenhum apresentava o problema de endogeneidade. Os modelos (1) e (2) capturam a relação linear entre DCA e DCF, e (3) e (4) os efeitos não lineares.

Em nosso teste linear, o ES não afeta a DCF (modelos 1 e 2), portanto, a H1 não pode ser confirmada. Entretanto, no teste quadrático, o ES prejudica o EBIT até um ponto de inflexão, após o qual começa a ter um impacto positivo. Esse comportamento não se reflete em nosso índice de lucratividade, aqui medido pelo ROA (modelo 3). Portanto, há evidências de uma não linearidade entre os esforços de redução de emissões e o desempenho financeiro, confirmando a hipótese H1a. Essa relação não parece estar relacionada à capacidade organizacional das empresas, como o ROA, mas sim a indicadores mais diretos das despesas das empresas, como o EBIT. Esses resultados estão de acordo com Trumpp e Guenther (2017), que encontraram uma relação em forma de U entre o DCA e o DCF e argumentaram esse resultado empregando a teoria de “*Too-Little-of-a-Good-Thing*” (TLGT), ou, muito de algo bom. Aqui, usamos o mesmo argumento: de fato, uma melhoria no ES inicialmente tem um impacto negativo no EBIT das empresas agroalimentares devido ao aumento dos custos operacionais associados à implementação de medidas de redução de emissões. Esses custos podem incluir investimentos em novas tecnologias, conformidade regulatória e maior depreciação. Essas empresas podem ter recursos ou capacidades exclusivas para implementar

estratégias ambientais, como reduções de emissões, que são difíceis de replicar, levando a uma vantagem competitiva e a um melhor desempenho (GALLEGO-ÁLVAREZ; SEGURA; MARTÍNEZ-FERRERO, 2015) que podem se refletir no EBIT.

É possível observar que a RUS afeta positivamente o ROA (1) e negativamente o EBIT (2). O impacto positivo do RUS sobre o ROA leva a conclusões conflitantes em relação a H2. Os resultados relacionados ao ROA confirmam descobertas anteriores de que a utilização positiva de recursos leva ao aumento da produção (KUMAR; MEENA; JHARIYA, 2020), resultando em melhor desempenho financeiro. Além disso, é importante considerar o impacto dos padrões de sustentabilidade no desempenho financeiro de uma empresa, pois isso pode afetar os preços de produção e ter uma relação com a produtividade da mão de obra (AKOYI; MAERTENS, 2018). Quando testadas as interações não lineares, a RUS parece ter apenas um impacto inicial positivo sobre o ROA (modelo 3), seguido por um impacto negativo. A relação quadrática entre a RUS e a DCF não foi confirmada quando testada para o EBIT. Argumentamos que os impactos positivos anteriores observados, seguidos por impactos negativos nessas variáveis, podem ser explicados pela teoria "*Too-Much-Of-a-Good-Thing*" (TMGT) (FUJII; IWATA; KANEKO; MANAGI, 2013). Trumpp e Guenther (2017) aplicaram anteriormente essa teoria para analisar a correlação entre fatores ambientais e desempenho financeiro, e aqui analisamos esse efeito especificamente para empresas agroalimentares nos contextos de emissões, uso de recursos e inovação ambiental.

O EIS, quando testado em um modelo linear, afeta positivamente o ROA e o EBIT (modelos 1 e 2), o que confirma a hipótese H3. Além disso, o teste quadrático mostra que ele tem uma relação quadrática e invertida em u com as duas variáveis dependentes que representam o DCF, comprovando a hipótese H3a. A influência positiva linear entre o Índice de Inovação Ambiental e um índice de lucratividade (ROA) e um resultado financeiro mais direto ponderado pela estrutura de capital (EBIT) indicam que as inovações ambientalmente corretas tendem a ser mais praticadas por empresas financeiramente eficientes. Essas empresas reconhecem o potencial e a importância de investir em produtos e processos mais ecológicos para manter e ampliar sua participação no mercado e seus lucros (PENG; SONG; TU; LIU, 2021). Entretanto, quando esses índices atingem valores muito altos de complexidade financeira e lucratividade, sua infinidade de processos se torna gradualmente mais complicada, possivelmente dificultando o interesse da empresa em direcionar mais gastos para a inovação ambiental. Isso acontece porque grandes quantidades de capital divididas entre vários projetos distintos são mais desafiadoras de gerenciar e podem resultar em uma percepção menos elevada da importância das mudanças sustentáveis (ZAMEER;

WANG; SAEED, 2021). Além disso, valores extremamente altos das variáveis de controle indicam que a empresa provavelmente ocupa uma posição confortável em termos de participação de mercado e relevância, reduzindo a necessidade imperativa de sobreviver por meio da melhoria contínua.

TABELA 1. Resultados da estimação por FE-GLS.

Variables	ROA (1)	EBIT (2)	ROA (3)	EBIT (4)
ES_{it}	-0.000479 (0.00265)	-0.00654 (0.00357)	-0.00111 (0.00633)	-0.0506*** (0.0138)
ES^2_{it}			0.000741 (0.00925)	0.0602*** (0.0203)
RUS_{it}	0.00508** (0.00219)	-0.00614** (0.00267)	0.0221*** (0.00663)	0.0145** (0.00715)
RUS^2_{it}			-0.0236*** (0.00702)	-0.0114 (0.00742)
EIS_{it}	0.00746*** (0.00236)	0.0116*** (0.00302)	0.0276*** (0.00674)	0.0202*** (0.00575)
EIS^2_{it}			-0.0310*** (0.00772)	-0.0246*** (0.00658)
$size_{it}$	0.0211*** (0.00755)	0.336*** (0.0257)	0.0332*** (0.00780)	0.318*** (0.0133)
$board\ size_{it}$	-0.0153*** (0.00479)	-0.0174*** (0.00467)	-0.0183*** (0.00355)	-0.0107** (0.00496)
$turnover_{it}$	0.0180*** (0.00555)	0.0266*** (0.00972)	0.0190*** (0.00312)	0.0242** (0.0102)
CAP_{it}	0.0280** (0.0111)	0.0982*** (0.0169)	0.0124 (0.0102)	0.0975*** (0.0195)
LEV_{it}	-0.0251*** (0.00153)	-0.0108*** (0.00134)	-0.0219*** (0.00147)	-0.0112*** (0.00175)
$ECI\ Trade_{it}$	-0.0122** (0.00481)	-0.00873 (0.00538)	-0.00570 (0.00384)	-0.0103** (0.00510)
$ECI\ Tec_{it}$	0.00322 (0.00873)	0.0203** (0.00976)	0.0124 (0.00918)	0.0261*** (0.00885)
$ECI\ Research_{it}$	0.0141*** (0.00419)	0.00764* (0.00435)	0.0147*** (0.00355)	0.00348 (0.00441)
Age_{it}	-5.17e-06** (2.15e-06)	7.03e-06*** (2.12e-06)	-4.33e-06** (1.79e-06)	6.61e-06*** (1.93e-06)
Dummies Setoriais	YES	YES	YES	YES
Dummies de Ano	YES	YES	YES	YES
Constante	0.154*** (0.00766)	0.210*** (0.00752)	0.140*** (0.00863)	0.206*** (0.00808)
Observações	267	292	267	292
Número de firmas	47	54	47	54
Wooldridge	14.302***	10.310***	16.023***	9.838***
Mod. Wald.	19337.80***	1.6e+32***	2.1e+31***	1.5e+32***
Endogeneidade	4.976	4.313	3.824	3.503

Erros padrão entre parênteses *** p<0.01, ** p<0.05.

Fonte: Autores (2024)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou o impacto das medidas de desempenho ambiental sobre os indicadores financeiros de empresas de capital aberto do setor agroalimentar. O setor foi

escolhido devido ao uso intensivo de recursos naturais e à sua importância para o cumprimento dos ODS. A análise do construto DCA foi dividida em três esferas: emissões dessas empresas (ES), eficiência no uso de recursos (RUS) e inclinação para a inovação ambiental (EIS). Os indicadores financeiros podem ser divididos em duas vertentes: ROA, que mede a lucratividade em relação aos ativos, e EBIT, que mede a lucratividade operacional antes de considerar as despesas financeiras.

O estudo revela uma relação não linear entre o ES e o desempenho financeiro das empresas desse setor. Entretanto, essa relação só é evidente nas medidas de lucratividade operacional (EBIT) e não em outras variáveis de lucratividade. Essa conclusão contrasta com a medida de uso de recursos. A análise mostra que a RUS tem uma relação linear positiva inicial com a lucratividade das variáveis financeiras. Entretanto, ao considerar uma relação não linear, fica evidente que a RUS tem um impacto positivo sobre o ROA somente até certo ponto, além do qual tem um impacto negativo sobre essa variável.

Com relação à variável inovação ambiental, este estudo apresenta resultados conflitantes. O modelo principal mostra uma relação positiva entre EIS e ROA e EBIT. Entretanto, quando testado de forma não linear, observa-se uma relação em forma de U.

Nosso estudo se diferencia dos demais por se concentrar especificamente em empresas do setor agroalimentar. Analisamos não apenas as diferentes esferas do desempenho ambiental, mas também o desempenho financeiro das empresas. Essa distinção permite uma análise desagregada desses efeitos. Entretanto, o número limitado de empresas analisadas pode limitar a extrapolação dos resultados obtidos nesta pesquisa. Argumenta-se que o número de empresas que fornecem informações suficientes para calcular os indicadores ambientais mencionados neste estudo ainda é limitado. O painel desbalanceado usado neste estudo confirma a tendência recente de divulgação de variáveis relacionadas a questões ambientais. As sugestões para pesquisas futuras incluem a exploração de métodos alternativos para testar relações não lineares que não sejam exclusivamente quadráticas e a expansão da análise para incluir mais empresas.

REFERÊNCIAS

ABOUD, A.; DIAB, A. The impact of social, environmental and corporate governance disclosures on firm value: Evidence from Egypt. **Journal of Accounting in Emerging Economies**, 8, n. 4, p. 442-458, 2018.

AKOYI, K. T.; MAERTENS, M. Walk the Talk: Private Sustainability Standards in the Ugandan Coffee Sector. **The Journal of Development Studies**, 54, n. 10, p. 1792-1818, 2018/10/03 2018.

ALBITAR, K.; AL-SHAER, H.; LIU, Y. S. Corporate commitment to climate change: The effect of eco-innovation and climate governance. **Research Policy**, 52, n. 2, p. 104697, 2023/03/01/ 2023.

ALI, J. Does mandatory corporate social responsibility expenditure affect the financial performance of food and agribusiness firms? Evidence from India. **European Business Review**, 35, n. 4, p. 520-533, 2023.

BAIRD, P. L.; GEYLANI, P. C.; ROBERTS, J. A. Corporate Social and Financial Performance Re-Examined: Industry Effects in a Linear Mixed Model Analysis. **Journal of Business Ethics**, 109, n. 3, p. 367-388, 2012/09/01 2012.

BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. **Trends in Food Science & Technology**, 31, n. 2, p. 118-129, 2013/06/01/ 2013.

BOUNTHONE, S.; PHOUPHET, K. The Dynamic Relationship Between the Services Trade Sector and Economic Growth in the Lao People's Democratic Republic. In: BARNETT, W. A. e SERGI, B. S. (Ed.). **Comparative Analysis of Trade and Finance in Emerging Economies**: Emerald Publishing Limited, 2023. v. 31, p. 85-99. (International Symposia in Economic Theory and Econometrics).

BUALLAY, A. Sustainability reporting and agriculture industries' performance: worldwide evidence. **Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies**, 12, n. 5, p. 769-790, 2022.

CROISSANT, Y.; MILLO, G. **Journal of Statistical Software Panel Data Econometrics in R: The plm Package**. 2008.

CUPERTINO, S.; VITALE, G.; RICCABONI, A. Sustainability and short-term profitability in the agri-food sector, a cross-sectional time-series investigation on global corporations. **British Food Journal**, 123, n. 13, p. 317-336, 2021.

DE MEDEIROS, J. F.; RIBEIRO, J. L. D.; CORTIMIGLIA, M. N. Success factors for environmentally sustainable product innovation: a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, 65, p. 76-86, 2014/02/15/ 2014.

DE WIT, C. T. Resource use efficiency in agriculture. **Agricultural Systems**, 40, n. 1, p. 125-151, 1992/01/01/ 1992.

ELLIMÄKI, P.; AGUILERA, R. V.; HURTADO-TORRES, N. E.; ARAGÓN-CORREA, J. A. The link between foreign institutional owners and multinational enterprises' environmental outcomes. **Journal of International Business Studies**, 54, n. 5, p. 910-927, 2023/07/01 2023.

ENDRIKAT, J.; GUENTHER, E.; HOPPE, H. Making sense of conflicting empirical findings: A meta-analytic review of the relationship between corporate environmental and financial performance. **European Management Journal**, 32, n. 5, p. 735-751, 2014/10/01/ 2014.

FAO. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome 2017.

FATEMI, A.; FOOLADI, I.; TEHRANIAN, H. Valuation effects of corporate social responsibility. **Journal of Banking & Finance**, 59, p. 182-192, 2015/10/01/ 2015.

FATEMI, A.; GLAUM, M.; KAISER, S. ESG performance and firm value: The moderating role of disclosure. **Global finance journal**, 38, p. 45-64, 2018.

FISCHER, T. M.; SAWCZYN, A. A. The relationship between corporate social performance and corporate financial performance and the role of innovation: evidence from German listed firms. **Journal of Management Control**, 24, n. 1, p. 27-52, 2013/05/01 2013.

FLOREA, M. N.; BADIRCEA, M. R.; PIRVU, C. R.; MANTA, G. A. *et al.* The impact of agriculture and renewable energy on climate change in Central and East European Countries. **Agricultural Economics**, 66, n. 10, p. 444-457, / 2020.

FU, Y.-J.; SHEN, J.-Q. Research Article Correlation Analysis between Corporate Social Responsibility and Financial Performance of Chinese Food-processing Enterprises. **Advance Journal of food science and technology**, 7, n. 11, p. 850-856, 2015.

- FUJII, H.; IWATA, K.; KANEKO, S.; MANAGI, S. Corporate Environmental and Economic Performance of Japanese Manufacturing Firms: Empirical Study for Sustainable Development. **Business Strategy and the Environment**, 22, n. 3, p. 187-201, 2013/03/01 2013.
- GALLEGO-ÁLVAREZ, I.; SEGURA, L.; MARTÍNEZ-FERRERO, J. Carbon emission reduction: the impact on the financial and operational performance of international companies. **Journal of Cleaner Production**, 103, p. 149-159, 2015/09/15/ 2015.
- GHOUL, S. E.; GUEDHAMI, O.; KIM, Y. Country-level institutions, firm value, and the role of corporate social responsibility initiatives. **Journal of International Business Studies**, 48, n. 3, p. 360-385, 2017/04/01 2017.
- GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. Prentice Hall, 2002. 9780130661890.
- GROFOVA, S.; SRNEC, K. Food crisis, food production and poverty. **Agricultural Economics**, 58, n. 3, p. 119-126, / 2012.
- GUENTHER, E. M.; HOPPE, H. Merging Limited Perspectives. **Journal of Industrial Ecology**, 18, n. 5, p. 689-707, 2014/10/01 2014.
- HARJOTO, M.; JO, H.; KIM, Y. Is Institutional Ownership Related to Corporate Social Responsibility? The Nonlinear Relation and Its Implication for Stock Return Volatility. **Journal of Business Ethics**, 146, n. 1, p. 77-109, 2017/11/01 2017.
- HOJNIK, J.; RUZZIER, M. What drives eco-innovation? A review of an emerging literature. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 19, p. 31-41, 2016/06/01/ 2016.
- IKA, S. R.; AKBAR, F. A.; PUSPITASARI, D.; SUMBODO, B. T. *et al.* Corporate social responsibility reporting of agriculture companies: evidence from Indonesia. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 800, n. 1, p. 012037, 2021/07/01 2021.
- JEAN VASILE, A.; RALUCA ANDREEA, I.; POPESCU, G. H.; ELVIRA, N. *et al.* Implications of agricultural bioenergy crop production and prices in changing the land use paradigm—The case of Romania. **Land Use Policy**, 50, p. 399-407, 2016/01/01/ 2016.
- KUMAR, S.; MEENA, R. S.; JHARIYA, M. K. **Resources use efficiency in agriculture**. Springer, 2020. 9811569525.
- LI, J.; LIAN, G.; XU, A. How do ESG affect the spillover of green innovation among peer firms? Mechanism discussion and performance study. **Journal of business research**, 158, p. 113648, 2023.
- MARK, E. S. XTIVREG2: Stata module to perform extended IV/2SLS, GMM and AC/HAC, LIML and k- class regression for panel data models (Version S456501). Boston College Department of Economics. 2005.
- MEEMKEN, E.-M.; BARRETT, C. B.; MICHELSON, H. C.; QAIM, M. *et al.* Sustainability standards in global agrifood supply chains. **Nature Food**, 2, n. 10, p. 758-765, 2021/10/01 2021.
- MILLER, S. M.; QIU, B.; WANG, B.; YANG, T. Institutional investors and corporate environmental and financial performance. **European Financial Management**, n/a, n. n/a, 2022/08/22 2022.
<https://doi.org/10.1111/eufm.12392>.
- NIRINO, N.; MIGLIETTA, N.; SALVI, A. The impact of corporate social responsibility on firms' financial performance, evidence from the food and beverage industry. **British Food Journal**, 122, n. 1, p. 1-13, 2020.
- NOTARNICOLA, B.; HAYASHI, K.; CURRAN, M. A.; HUISINGH, D. Progress in working towards a more sustainable agri-food industry. **Journal of Cleaner Production**, 28, p. 1-8, 2012/06/01/ 2012.
- ONG, T. S.; LEE, A. S.; TEH, B. H.; MAGSI, H. B. Environmental Innovation, Environmental Performance and Financial Performance: Evidence from Malaysian Environmental Proactive Firms. **Sustainability**, v.11, n. 12, DOI: 10.3390/su11123494.

ORLITZKY, M. Corporate Social Responsibility, Noise, and Stock Market Volatility. **Academy of Management Perspectives**, 27, n. 3, p. 238-254, 2013/08/01 2013.

PENG, J.; SONG, Y.; TU, G.; LIU, Y. A study of the dual-target corporate environmental behavior (DTCEB) of heavily polluting enterprises under different environment regulations: Green innovation vs. pollutant emissions. **Journal of Cleaner Production**, 297, p. 126602, 2021/05/15/ 2021.

PIRTEA, G. M.; NOJA, G. G.; CRISTEA, M.; PANAIT, M. Interplay between environmental, social and governance coordinates and the financial performance of agricultural companies. **Agricultural Economics**, 67, n. 12, p. 479-490, / 2021.

RESMI, S.; BEGUM, N.; HASSAN, M. Impact of CSR on Firm's Financial Performance: A Study on Some Selected Agribusiness Industries of Bangladesh. p. 74-85, 01/01 2018.

ROUDAKI, J. Corporate governance structures and firm performance in large agriculture companies in New Zealand. **Corporate Governance: The International Journal of Business in Society**, 18, n. 5, p. 987-1006, 2018.

SIVA, V.; GREMYR, I.; BERGQUIST, B.; GARVARE, R. *et al.* The support of Quality Management to sustainable development: A literature review. **Journal of cleaner production**, 138, p. 148-157, 2016.

SOLTANI, A.; RAJABI, M. H.; ZEINALI, E.; SOLTANI, E. Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan, Iran. **Energy**, 50, p. 54-61, 2013/02/01/ 2013.

TRUMPP, C.; ENDRIKAT, J.; ZOPF, C.; GUENTHER, E. Definition, Conceptualization, and Measurement of Corporate Environmental Performance: A Critical Examination of a Multidimensional Construct. **Journal of Business Ethics**, 126, n. 2, p. 185-204, 2015/01/01 2015.

TRUMPP, C.; GUENTHER, T. Too Little or too much? Exploring U-shaped Relationships between Corporate Environmental Performance and Corporate Financial Performance. **Business Strategy and the Environment**, 26, n. 1, p. 49-68, 2017/01/01 2017.

TÖBELMANN, D.; WENDLER, T. The impact of environmental innovation on carbon dioxide emissions. **Journal of Cleaner Production**, 244, p. 118787, 2020/01/20/ 2020.

VRABCOVA, P.; URBANCOVA, H. Approaches of selected organisations in the Czech Republic to promoting the concept of sustainable development and corporate social responsibility. **Agricultural Economics**, 67, n. 7, p. 255-265, / 2021.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT press, 2010. 0262296799.

ZAMEER, H.; WANG, Y.; SAEED, M. R. Net-zero emission targets and the role of managerial environmental awareness, customer pressure, and regulatory control toward environmental performance. **Business Strategy and the Environment**, 30, n. 8, p. 4223-4236, 2021/12/01 2021.