

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de **13/02/2027**.



MARIANA CRISTINA RAMOS RIBEIRO RUSSANO

**ANÁLISE DO DESEMPENHO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA
AGROALIMENTAR: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE DIVULGAÇÕES
SOBRE SUSTENTABILIDADE**

Sorocaba
2026

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

*ciências
ambientais*



unesp
Sorocaba

MARIANA CRISTINA RAMOS RIBEIRO RUSSANO

**ANÁLISE DO DESEMPENHO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA
AGROALIMENTAR: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE DIVULGAÇÕES
SOBRE SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Regina Monteiro Masalskiene Roveda
Coorientador: Prof. Dr. Henrique Ewbank de Miranda Vieira

Sorocaba

2026

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências
ambientais



unesp
Sorocaba

Dedico este trabalho ao meu esposo Rafael, e aos meus filhos Miguel e Manoela, sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

À Deus por conduzir meus caminhos ao longo desta jornada e por permitir que tudo acontecesse no tempo certo. Sou grata pela força, pelas oportunidades e pela realização deste trabalho,

Aos meus pais, por acreditarem nos meus sonhos desde o início e por me ensinarem, com apoio e dedicação constantes, o valor dos estudos e da perseverança ao longo da vida.

Ao meu esposo, pelo companheirismo, pelo incentivo constante e pelo apoio diário em todos os momentos, especialmente nos mais desafiadores. Sua paciência, compreensão, parceria e presença foram fundamentais para que este trabalho se concretizasse.

Aos meus filhos, pela força que só a maternidade é capaz de nos oferecer. Por serem minha maior motivação, por me ensinarem diariamente sobre resiliência, amor e propósito. E por tornarem cada conquista ainda mais significativa.

A minha rede de apoio, pelo cuidado, pela disponibilidade e pela generosidade em acolher meus filhos nos momentos que precisei me dedicar ao trabalho acadêmico, tornando possível a conciliação entre a vida familiar e a pesquisa.

Aos professores, pela dedicação, pelo conhecimento compartilhado e pelas contribuições essenciais para a minha formação acadêmica e científica.

À professora Sandra Regina Monteiro Masalskiene Roveda, minha orientadora, por ter me acolhido e aceitado o desafio de me orientar, oferecendo-me a oportunidade de desenvolver este trabalho. Agradeço pela confiança, pela generosidade na troca de conhecimentos, pela atenção e pela paciência ao longo de todo o percurso.

Ao professor Henrique Ewbank, por ter aceitado integrar o nosso time como coorientador, pela disponibilidade, pelas contribuições fundamentais, pelas orientações ao longo do desenvolvimento deste trabalho e pela parceria construída durante essa trajetória acadêmica.

À Unesp, Sorocaba, pelo suporte acadêmico e pela infraestrutura disponibilizada para a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“A vida é uma série de colisões com o futuro; não é uma soma de tudo o que fomos, mas do que anunciamos. ”
(José Saramago).

RESUMO

O fortalecimento da agenda global de sustentabilidade intensificou as exigências por transparência ambiental corporativa, especialmente em setores de elevado impacto socioambiental, como o agroalimentar. Apesar do avanço regulatório e da ampla disseminação dos relatórios de sustentabilidade, persistem limitações quanto à confiabilidade, comparabilidade e capacidade explicativa dessas divulgações, ampliando as preocupações relacionadas ao *greenwashing*. Neste contexto, este estudo avalia a eficiência ambiental de 11 empresas brasileiras do setor agroalimentar, pertencentes aos segmentos de proteína animal e alimentos e bebidas, no período de 2021 a 2023, utilizando exclusivamente dados extraídos de relatórios de sustentabilidade elaborados segundo as diretrizes da *Global Reporting Initiative* (GRI). Adota-se uma abordagem quantitativa em dois estágios. No primeiro, aplica-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) com o Índice de Produtividade de Malmquist-Luenberger Modificado, orientado ao produto, com tratamento dos outputs indesejáveis por meio da função de distância direcional, sob retornos variáveis de escala. No segundo estágio, os escores de eficiência são analisados por meio de regressões truncadas estimadas por máxima verossimilhança com reamostragem *bootstrap*, conforme Simar e Wilson, a fim de investigar potenciais determinantes corporativos e setoriais do desempenho ambiental. Os resultados evidenciam elevada heterogeneidade estrutural no setor agroalimentar, porém indicam estagnação da produtividade ambiental ao longo do período analisado. As variações observadas são explicadas predominantemente por ajustes de escala, enquanto o componente de eficiência gerencial permanece próximo à unidade. As regressões *bootstrap* não identificaram determinantes estatisticamente significativos da eficiência ambiental, sugerindo uma dissociação entre as práticas ambientais reportadas e os resultados ambientais mensuráveis. Os relatórios de sustentabilidade exercem majoritariamente uma função simbólica de legitimação, reforçando a necessidade de maior padronização regulatória, verificação independente e uso de métricas quantitativas robustas para subsidiar a governança ambiental e estratégias efetivas de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chaves: eficiência ambiental; relatórios de sustentabilidade; análise envoltória de dados (DEA); Índice Malmquist-Luenberger; *greenwashing*

ABSTRACT

The strengthening of the global sustainability agenda has intensified the demand for corporate environmental transparency, especially in sectors with high socio-environmental impact, such as agri-food. Despite regulatory advances and the widespread expansion of sustainability reports, limitations persist regarding the reliability, comparability, and explanatory power of these disclosures, amplifying issues related to greenwashing. In this context, this study evaluates the environmental efficiency of 11 Brazilian companies in the agri-food sector, belonging to the animal protein and food and beverage segments, from 2021 to 2023, using exclusively data extracted from sustainability reports prepared according to the Global Reporting Initiative (GRI) guidelines. A two-stage quantitative approach is adopted. First, Data Envelopment Analysis (DEA) is applied with the Modified Malmquist–Luenberger Productivity Index, output-oriented, with treatment of undesirable outputs through the directional distance function, under variable returns to scale. In the second stage, efficiency scores are developed using truncated regressions estimated by maximum likelihood with bootstrap resampling, as described by Simar and Wilson, to investigate potential corporate and sectoral determinants of environmental performance. The results show high structural heterogeneity in the agri-food sector but demonstrate stagnation in environmental productivity throughout the period analyzed. The observed variations are predominantly explained by scale adjustments, while the managerial efficiency component remains close to unity. Bootstrap regressions did not identify statistically significant determinants of environmental efficiency, indicating a dissociation between reported environmental practices and measurable environmental outcomes. Sustainability reports primarily serve a symbolic legitimizing function, reinforcing the need for greater regulatory standardization, independent verification, and the use of robust quantitative metrics to support environmental governance and effective sustainable development strategies.

Keywords: environmental efficiency; sustainability reports; Data Envelopment Analysis (DEA); Malmquist-Luenberger Index; *greenwashing*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Caracterização das empresas (DMUs) do setor agroalimentar analisadas na pesquisa.	49
Quadro 2 - Estrutura das variáveis do modelo Malmquist-Luenberger.....	50
Quadro 3 - Estrutura das variáveis explicativas do modelo de regressão	54
Quadro 4 - Interpretações das componentes do MLI Modificado.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis para o período de 2021 a 2022.	56
Tabela 2 - Análise descritiva para os setores de proteína animal e alimentos e bebidas para o período total de 2021 a 2023	58
Tabela 3 - Escores calculados pela DEA com fronteira global para os modelos CRS e VRS.....	60
Tabela 4 - Resultados do Índice de Malmquist-Luenberger Modificado com estatísticas descritivas e intervalos de confiança	63
Tabela 5 - Índice de Malmquist-Luenberger e suas componentes.....	64
Tabela 6 - Resultados das regressões simples, estimadas por Máxima Verossimilhança, com <i>bootstrap</i>	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CRS	Constant returns to scale
DDF	<i>Distance directional function</i>
DEA	<i>Data envelopment analysis</i>
DMU	<i>Decision making unit</i>
EFFCH	Mudança de eficiência (<i>efficiency chance</i>)
ESG	<i>Environmental, social and governance</i>
GEE	Gases de efeito estufa
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
IQR	Intervalo interquartilico
MI	Índice <i>Malmquist</i>
MLI	Índice <i>Malmquist-Luenberger</i>
MLI Modificado	Índice <i>Malmquist-Luenberger</i> Modificado
ODM	Objetivos de desenvolvimento do milênio
ODS	Objetivos de desenvolvimento sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PECH	Eficiência pura (<i>pure efficiency</i>)
PPL	Problema de programação linear
SECH	Eficiência de escala (<i>scale efficiency</i>)
TECHCH	Mudança tecnológica (<i>technological change</i>)
VRS	Variable returns to scale

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 PANORAMA HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	20
2.2 ESG E OS RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE	25
2.3 SISTEMA AGROALIMENTAR.....	29
3. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	33
3.1 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (<i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS</i> – DEA)	33
3.2 MODELOS CCR E BCC.....	35
3.3 FUNÇÃO DE DISTÂNCIA DIRECIONAL NO CONTEXTO DA PRODUTIVIDADE TOTAL BASEADA EM DEA	38
3.4 ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE TOTAL BASEADO EM DEA	41
3.5 DEA DOIS ESTÁGIOS	44
4. METODOLOGIA	46
4.1 ABORDAGEM DEA.....	46
4.2 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS E SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS	48
4.2.1 Definição das variáveis e estrutura do modelo de eficiência	49
4.2.2 Tratamento das variáveis faltantes	52
4.2.3 Correção e conversão monetária	52
4.2.4 Saídas Indesejáveis.....	53
4.3 REGRESSÃO TRUNCADA COM <i>BOOSTSTRAP</i>	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA E SAÍDA.	56
5.2 EFICIÊNCIA TÉCNICA COM FRONTEIRA GLOBAL	60
5.3 ÍNDICE MALMQUIST-LUENBERGER MODIFICADO (MMLI)	62
5.4 REGRESSÃO TRUNCADA COM <i>BOOTSTRAP</i>	68
6. CONCLUSÃO	71

REFERÊNCIAS.....73

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o desempenho ambiental das organizações resulta de um processo de institucionalização da agenda ambiental iniciado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972 (UNITED NATIONS, 1972). Desde então, a noção de sustentabilidade se consolida com a definição do termo desenvolvimento sustentável no Relatório “Nosso Futuro Comum” (1987) (Brundtland et al., 1987), e ganha novos contornos com a Agenda 2030 (UNITED NATIONS, 2015a) e o Acordo de Paris (UNITED NATIONS, 2015b).

A Agenda 2030 juntamente com o Acordo de Paris estruturam a governança climática contemporânea, por meio de um modelo que se baseia no engajamento voluntário de governos, empresas e sociedade civil, para o alcance das metas propostas. Essa estrutura reforça a necessidade da colaboração entre todas as nações para o atingimento das metas globais para manter o aumento da temperatura média à 1,5°C (Fan et al., 2025; Fast; Widerberg, 2025).

Nesse cenário, o setor corporativo passou a ocupar papel central na promoção do desenvolvimento sustentável, sendo pressionado a incorporar princípios de responsabilidade ambiental, social e de governança (*Environmental, Social and Governance – ESG*) às suas estratégias e operações (Fan; Chen; Mo, 2024; Fast; Widerberg, 2025). O conceito ESG foi introduzido em 2004 pelo Pacto Global, com o objetivo de integrar fatores socioambientais ao mercado de capitais (UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT, 2004). Desde então, tornou-se referência para investidores e empresas na avaliação de desempenho e geração de valor no longo prazo (Miranda; Frechiani, 2021; UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT, 2004).

O avanço da agenda ESG estimulou a criação de normas e regulamentações voltadas para a transparência e à incorporação de práticas sustentáveis, na tentativa de enfrentar desafios significativos em termos de padronização e efetividade (Lagasio, 2024; Lokuwaduge; De Silva, 2022).

No Brasil, no âmbito federal, destaca-se a Resolução nº 87 da Comissão de Valores Mobiliários, autarquia vinculada ao mercado de capitais, que estabelece diretrizes para divulgação de informações ESG por companhias abertas (CVM, 2022). No campo normativo, a Norma PR2030, da Associação Brasileira de Normas Técnicas consiste em uma diretriz técnica orientativa para incorporação de práticas ESG, não configurando certificação obrigatória (ABNT, 2021).

No âmbito supranacional, a União Europeia instituiu instrumentos vinculantes como o *Sustainable Finance Disclosure Regulation* (SFDR), que obriga instituições financeiras a divulgarem como integram riscos e fatores ESG em suas decisões (European Parliament, 2019), e a Taxonomia Europeia de Finanças Sustentáveis, que define critérios técnicos para classificar atividades econômicas ambientalmente sustentáveis (European Parliament, 2020).

Nos Estados Unidos, a *Securities and Exchange Commission* (SEC), órgão regulador federal do mercado de capitais, estabeleceu normas que exigem maior transparência na divulgação de riscos climáticos e informações ESG por empresas listadas (U.S. SEC, 2023). Na China, diretrizes emitidas pela autoridade reguladora do mercado de capitais determinam que empresas listadas divulguem relatórios ESG de forma periódica (CSRC, 2022). No Reino Unido, organizações são incentivadas a incluírem os fatores ESG nas operações através do *UK Corporate Governance Code* (FRC, 2024).

No âmbito internacional, organismos normativos de natureza privada, como o *Global Reporting Initiative* (GRI), o *Sustainability Accounting Standards Board* (SASB) e o *International Sustainability Standards Board* (ISSB), desenvolvem padrões técnicos voluntários para padronização de relatórios de sustentabilidade, buscando ampliar a comparabilidade e a transparência (GRI, 2021; IFRS, 2023; SASB, 2021).

Apesar desses avanços, uma lacuna persiste, relacionada a comparabilidade, padronização e confiabilidade das informações divulgadas (Christiansen; Lund, 2024). As divulgações sobre sustentabilidade, em geral, possuem natureza voluntária e são baseadas em métricas autodeclaratórias, o que gera informações desagregadas que, muitas vezes, carecem de relevância, confiabilidade e compreensão (Baboukardos et al., 2023; Buchetti; Arduino; Perdichizzi, 2025; Delmas; Burbano, 2011; Lagasio, 2024; Lokuwaduge; De Silva, 2022).

Essa lacuna é particularmente relevante no setor agroalimentar que possui uma forte interação com questões ambientais e sociais, como emissão de gases de efeito estufa (GEE), uso de recursos naturais, segurança alimentar e impactos sobre ecossistemas (GRI, 2023). Isso, aliado a crescente pressão regulatória e de *stakeholders*, acaba contribuindo, contraditoriamente, para um cenário que favorece práticas de *greenwashing*, nas quais, as organizações utilizam o discurso da sustentabilidade sem mudanças estruturais substanciais (Lu et al., 2026; Nugraha et al., 2024; Serrentino et al., 2024).

Diante desse contexto, torna-se fundamental adotar metodologias capazes de avaliar, de maneira objetiva e comparativa, a eficiência das práticas ambientais corporativas. A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) tem sido amplamente utilizada para mensuração de eficiência em diferentes setores econômicos (Marchetti; Wanke, 2017; Martín-Gamboa et al., 2017; Sueyoshi; Goto, 2011; Voltes-Dorta; Britto; Wilson, 2024; Zhou; Ang; Poh, 2008b), inclusive no agroalimentar (Lucas et al., 2021; Mergoni; Dipierro; Colamartino, 2024; Poore; Nemecek, 2018), permitindo identificar *benchmarks* e níveis relativos de desempenho.

Assim, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a eficiência das adoções de práticas ambientais de empresas do setor agroalimentar, com base em suas divulgações de sustentabilidade, por meio da aplicação da DEA. Busca-se identificar as diferenças de desempenho entre as organizações, propor referências comparativas (*benchmarks*) e verificar se as práticas reportadas refletem efetiva incorporação da sustentabilidade às operações ou apenas conformidade discursiva.

A relevância do estudo reside na agenda climática global, aliada a necessidade de instrumentos que aprimorem a análise das divulgações sobre sustentabilidade corporativa (Castillo-Díaz et al., 2022; Govindan, 2018). A pesquisa contribui para maior transparência, comparabilidade e suporte à tomada de decisão por gestores, investidores e formuladores de políticas públicas comprometidos com práticas sustentáveis (Buchetti; Arduino; Perdichizzi, 2025; Christiansen; Lund, 2024).

6. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência ambiental de 11 empresas do setor agroalimentar a partir de informações extraídas exclusivamente de seus relatórios de sustentabilidade, aplicando o Índice de Malmquist-Luenberger Modificado (MLI Modificado) e procedimentos de regressão truncada com *bootstrap* em um modelo DEA de dois estágios. A análise da eficiência ambiental revela um cenário preocupante de inconsistência informacional. Embora o discurso corporativo do setor esteja cada vez mais alinhado à retórica ESG, os resultados obtidos mostram que esse alinhamento permanece, em grande parte, no campo declaratório.

A elevada heterogeneidade estrutural do setor, marcada pela concentração produtiva e emissora em poucos conglomerados, não é acompanhada por proporcional avanço em eficiência ambiental. Apesar da escala e dos recursos disponíveis, as empresas líderes ainda figuram entre as menos eficientes quando avaliadas por métricas ajustadas de desempenho. Isso indica que grande parte das ações reportadas não se traduz em melhorias reais na relação entre produção e emissões. Em outras palavras, há fortes indícios de que o setor continua priorizando o aumento da produção e a expansão de mercado, enquanto a gestão ambiental permanece secundária ou restrita a iniciativas incrementais.

O comportamento do MLI Modificado reforça essa leitura crítica: a evolução da produtividade ambiental é predominantemente estagnada, sem variações estatisticamente significativas ao longo do período analisado. Como o índice foi estimado com base em uma fronteira global comum, as variações observadas refletem apenas mudanças relativas de posicionamento das empresas, e não deslocamentos da fronteira tecnológica ao longo do tempo.

Nesse contexto, o componente tecnológico não indica transformação estrutural do setor, mas sim manutenção de padrões produtivos próximos à tecnologia global previamente observada. O resultado é um setor que opera majoritariamente por ajustes marginais, sem evidências robustas de transformação ambiental capaz de alterar padrões produtivos historicamente intensivos em emissões e resíduos.

A regressão truncada com *bootstrap*, ao não identificar relações estatisticamente consistentes entre as variáveis explicativas e a eficiência ambiental, escancara uma fragilidade que vai além dos métodos, apontando para a baixa qualidade ou insuficiência na confiabilidade dos dados autorrelatados.

A desconexão entre indicadores reportados e desempenho ambiental mensurável indica que os relatórios de sustentabilidade podem cumprir função predominantemente simbólica de legitimação, em detrimento de refletirem ganhos efetivos de produtividade ambiental.

Não é possível afirmar a ocorrência de *greenwashing* em nível individual, dado que os resultados não diferem estatisticamente da unidade, contudo, a ausência de progresso mensurável, combinada à intensificação das divulgações ambientais no período, sugere desalinhamento potencial entre narrativa e desempenho técnico.

Do ponto de vista teórico, o estudo evidencia que análises baseadas apenas em informações autodeclaradas são insuficientes para capturar o verdadeiro desempenho ambiental do setor agroalimentar, reforçando a necessidade de triangulação de fontes, auditorias externas obrigatórias e padronização regulatória. Do ponto de vista prático, os resultados alertam investidores, consumidores e formuladores de políticas para a limitação de confiar em relatórios de sustentabilidade como instrumento primário de avaliação de risco ambiental.

As limitações deste estudo reforçam, paradoxalmente, sua principal contribuição crítica, a dependência da informação voluntária e heterogênea dos relatórios expõe a falta de transparência e a insuficiência de instrumentos de responsabilização nas declarações públicas. Pesquisas futuras devem integrar bases independentes, auditorias de emissões e métodos de análise textual para confrontar discurso e prática.

Em síntese, apesar do crescente protagonismo discursivo da sustentabilidade, os resultados mostram que o setor agroalimentar apresenta avanço limitado em eficiência ambiental e permanece distante de uma trajetória consistente de melhoria produtiva ambiental. As evidências não permitem concluir pela existência de *greenwashing* de forma categórica, entretanto, indicam que o compromisso declarado não foi acompanhado por evolução estatisticamente comprovável da produtividade ambiental, reforçando a necessidade de mecanismos regulatórios mais rigorosos e métodos de avaliação que reduzam a margem para narrativas de sustentabilidade dissociadas do desempenho operacional mensurável.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT PR 2030: Diretrizes para os princípios ESG na gestão, nos processos, nos produtos e serviços das organizações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

AGBAKWURU, Victoria. Beyond the greenwash: identifying genuine corporate sustainability. **Lincoln Memorial University Law Review**, v. 12, n. 1, p. 133–157, 2024.

AGOVINO, M.; MATRICANO, D.; GAROFALO, A. Water and waste management strategies as drivers of the financial performance of food companies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 200, p. 528–540, 2024.

AL-SAIDI, Mohammad; HUSSEIN, Hussam. The water-energy-food nexus and COVID-19: Towards a systematization of impacts and responses. **The Science of the Total Environment**, v. 779, 2021.

ARMINDO, Joaquim; ALMEIDA, Pinto. Hermenêutica histórica da sustentabilidade. **TMQ - Techniques, Methodologies and Quality**, v. 7, p. 10–32, 2016.

AUSTIN, K. G. *et al.* Shifting patterns of oil palm driven deforestation in Indonesia and implications for zero-deforestation commitments. **Land Use Policy**, v. 69, p. 41–48, 2017.

AYOMPE, Lacour M.; SCHAAFSMA, M.; EGOH, Benis N. Towards sustainable palm oil production: The positive and negative impacts on ecosystem services and human wellbeing. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, 2021.

AZNAR-SÁNCHEZ, José A. *et al.* Farmers' profiles and behaviours toward desalinated seawater for irrigation: Insights from South-east Spain. **Journal of Cleaner Production**, v. 296, 2021.

BABOUKARDOS, Diogenis *et al.* The multiverse of non-financial reporting regulation. **Accounting Forum**, v. 47, n. 2, p. 147–165, 2023.

BÄCKSTRAND, Karin. Multi-stakeholder partnerships for sustainable development: Rethinking legitimacy, accountability and effectiveness. **European Environment**, v. 16, n. 5, p. 290–306, 2006.

BADUNENKO, Oleg; MOZHAROVSKYI, Pavlo. Nonparametric frontier analysis using Stata. **European Journal of Operational Research**, v. 16, n. 3, p. 115–132, 2016.

BADUNENKO, Oleg; TAUCHMANN, Harald. Simar and Wilson two-stage efficiency analysis for Stata. **FAU Discussion Papers in Economics**, 2018.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. SOME MODELS FOR ESTIMATING TECHNICAL AND SCALE INEFFICIENCIES IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.

BCB. **Tabela 7.4.3.1 - Taxa média de câmbio - real/dólar - 2018-2023**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2024.

BEAR, Stephen; RAHMAN, Noushi; POST, Corinne. The Impact of Board Diversity and Gender Composition on Corporate Social Responsibility and Firm Reputation. **Journal of Business Ethics**, v. 97, n. 2, p. 207–221, 2010.

BELINKY, Aron. Seu ESG é sustentável. **GV Executivo**, v. 20, p. 37–4, 2021.

BERGER, Markus; FINKBEINER, Matthias. Methodological Challenges in Volumetric and Impact-Oriented Water Footprints. **Journal of Industrial Ecology**, v. 17, n. 1, p. 79–89, 2013.

BOTTA-DUKÁT, Zoltán. Quartile coefficient of variation is more robust than CV for traits calculated as a ratio. **Scientific Reports 2023 13:1**, v. 13, n. 1, p. 1–6, 2023.

BROOM, D. M.; GALINDO, F. A.; MURGUEITIO, E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1771, 2013.

BRUNDTLAND, G. H. *et al.* Our Common Future. **Oxford: Oxford University Press.**, 1987.

BUCHETTI, Bruno; ARDUINO, Francesca Romana; PERDICHIZZI, Salvatore. A literature review on corporate governance and ESG research: Emerging trends and future directions. **International Review of Financial Analysis**, v. 97, p. 1–27, 2025.

CALABRESE, Armando *et al.* A fuzzy analytic hierarchy process method to support materiality assessment in sustainability reporting. **Journal of Cleaner Production**, v. 121, p. 248–264, 2016.

CALABRESE, Armando *et al.* Materiality analysis in sustainability reporting: A tool for directing corporate sustainability towards emerging economic, environmental and social opportunities. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 25, n. 5, p. 1016–1038, 2019.

CASTILLO-DÍAZ, Francisco José *et al.* Impact of the new measures related to the circular economy on the management of agrochemical packaging in Spanish agriculture and the use of biodegradable plastics. **Environmental Sciences Europe**, v. 34, n. 1, p. 1–17, 2022.

CASTILLO-DÍAZ, Francisco José *et al.* Assessment of the sustainability of the European agri-food sector in the context of the circular economy. **Sustainable Production and Consumption**, v. 40, p. 398–411, 2023.

CAVES, Douglas W.; CHRISTENSEN, Laurits R.; DIEWERT, W. Erwin. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1393–1414, 1982.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.

CHEN, Chien Ming; DELMAS, Magali A. Measuring eco-inefficiency: A new frontier approach. **Operations Research**, v. 60, n. 5, p. 1064–1079, 2012.

CHRISTIANSEN, Kirstine Lund; LUND, Jens Friis. Seeing the limits of voluntary corporate climate action in food and technology sustainability reports. **Energy Research and Social Science**, v. 118, 2024.

CHUNG, Y. H.; FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. Productivity and undesirable outputs: A directional distance function approach. **Journal of Environmental Management**, v. 51, n. 3, p. 229–240, 1997.

CIRONE, Francesco *et al.* A sustainability scoring system to assess food initiatives in city regions. **Sustainable Production and Consumption**, v. 36, p. 88–99, 2023.

COELLI, Timothy J. *et al.* An introduction to efficiency and productivity analysis. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**, p. 1–349, 2005.

COOK, Wade D.; SEIFORD, Larry M. Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. **European Journal of Operational Research**, v. 192, n. 1, p. 1–17, 2009.

COOK, Wade D.; TONE, Kaoru; ZHU, Joe. Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. **Omega**, v. 44, p. 1–4, 2014.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. **Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**. 2^a ed. Nova York, NY: Springer US, 2007.

CRONIN, Mary; DOYLE-KENT, Mary. Creating Value with Environmental, Social, Governance (ESG) in Irish Manufacturing SMEs': A Focus on Disclosure of Climate Change Risks and Opportunities. **IFAC-PapersOnLine**, v. 55, n. 39, p. 48–53, 2022.

CSRC. **Guidelines on Environmental, Social and Governance (ESG) Reporting for Listed Companies**. Beijing: Ministry of Finance of the People's Republic of China, 2022.

CVM. **CVM Resolution N° 87, of 22 de december 2021**. Rio de Janeiro, RJ: Comissão de Valores Imobiliários, 2022.

DELMAS, Magali A.; BURBANO, Vanessa Cuerel. The Drivers of Greenwashing. **University of California**, v. 54, n. 1, p. 64–87, 2011.

D'INVERNO, Giovanna; SMET, Mike; DE WITTE, Kristof. Impact evaluation in a multi-input multi-output setting: Evidence on the effect of additional resources for schools. **European Journal of Operational Research**, v. 290, n. 3, p. 1111–1124, 2021.

DOGAN, Eyup *et al.* The roles of technology and Kyoto Protocol in energy transition towards COP26 targets: Evidence from the novel GMM-PVAR approach for G-7 countries. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 181, 2022.

DU, Juan; CHEN, Yao; HUANG, Ying. A Modified Malmquist-Luenberger Productivity Index: Assessing Environmental Productivity Performance in China. **European Journal of Operational Research**, v. 269, n. 1, p. 171–187, 2018.

DUQUE-ACEVEDO, Mónica *et al.* The Management of Agricultural Waste Biomass in the Framework of Circular Economy and Bioeconomy: An Opportunity for Greenhouse Agriculture in Southeast Spain. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 1–22, 2020.

EASTERLY, William. How the Millennium Development Goals are Unfair to Africa. **World Development**, v. 37, n. 1, p. 26–35, 2009.

EMROUZNEJAD, Ali; YANG, Guo liang. A framework for measuring global Malmquist–Luenberger productivity index with CO2 emissions on Chinese manufacturing industries. **Energy**, v. 115, p. 840–856, 2016.

EMROUZNEJAD, Ali; YANG, Guo liang. A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 61, p. 4–8, 2018.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Regulation (EU) 2019/2088 on sustainability-related disclosures in the financial services sector**. Brussels: European Parliament, Council of the European Union, 2019.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Regulation (EU) 2020/852 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment (EU Taxonomy Regulation)**. Brussels: European Parliament, Council of the European Union, 2020.

FAN, Xiaoyun *et al.* The Paris Agreement and firms' carbon information disclosure: Honesty or catering? **International Review of Economics and Finance**, v. 99, 2025.

FAN, Zhangmei; CHEN, Ying; MO, Yifan. Management myopia and corporate ESG performance. **International Review of Financial Analysis**, v. 92, 2024.

FANCELLO, Gianfranco; CARTA, Michele; SERRA, Patrizia. Data Envelopment Analysis for the assessment of road safety in urban road networks: A comparative study using CCR and BCC models. **Case Studies on Transport Policy**, v. 8, n. 3, p. 736–744, 2020.

FAO. **The State of Agricultural Commodity Markets 2022. The geography of food and agricultural trade: Policy approaches for sustainable development**. Rome: FAO, 2022.

FAO. **World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2024**. Rome: FAO, 2024.

FÄRE, Rolf *et al.* “Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A nonparametric approach”. **Review of Economics and Statistics**, v. 71, n. 1, p. 90–98, 1989.

FÄRE, Rolf *et al.* Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries on JSTOR. **The American Economic Review**, v. 84, n. 1, p. 66–83, 1994.

FÄRE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna. Directional distance functions and slacks-based measures of efficiency. **European Journal of Operational Research**, v. 200, n. 1, p. 320–322, 2010.

FÄRE, Rolf; GROSSKOPF, Shawna; PASURKA, Carl A. Environmental production functions and environmental directional distance functions. **Energy**, v. 32, n. 7, p. 1055–1066, 2007.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society**, v. 120, n. 3, p. 253–281, 1957.

FAST, Cornelia; WIDERBERG, Oscar. Governance through goals in action: How multi-stakeholder partnerships translate and connect the SDGs. **Earth System Governance**, v. 23, 2025.

FENG, Suling *et al.* Convergence analysis of environmental efficiency from the perspective of environmental regulation: Evidence from china. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 26, n. 5, p. 1074–1097, 2020.

FRC. **The UK Corporate Governance Code**. London: FRC, 2024.

GALEMA, Rients; GERRITSEN, Dirk. ESG rating changes and stock returns. **Journal of International Money and Finance**, v. 154, p. 1–28, 2025.

GE, Hua Hua; ZHANG, Xiao Xi. From uncertainty to sustainability: How climate policy uncertainty shapes corporate ESG? **International Review of Economics & Finance**, v. 98, p. 1–13, 2025.

GIL, Carlos *et al.* Assessing soil contamination and temporal trends of heavy metal contents in greenhouses on semiarid land. **Land Degradation & Development**, v. 29, n. 10, p. 3344–3354, 2018.

GOVINDAN, Kannan. Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework. **International Journal of Production Economics**, v. 195, p. 419–431, 2018.

GOYETTE, J. O. *et al.* Agriculture specialization influence on nutrient use efficiency and fluxes in the St. Lawrence Basin over the 20th century. **Science of The Total Environment**, v. 856, p. 1–13, 2023.

GRI. **GRI 1: Fundation 2021- Universal Standard**. Amsterdam: Global Reporting Initiative, 2021a.

GRI. **GRI 3: Temas Materiais**. Amsterdam: Global Reporting Initiative, 2021b.

GRI. **GRI 13: Agriculture, aquaculture and fishing sectors 2022**. Amsterdam: Global Reporting Initiative, 2023.

HAINES, Andy *et al.* From the Earth Summit to Rio+20: integration of health and sustainable development. **The Lancet**, v. 379, p. 2189, 2012.

HALKOS, George; PETROU, Kleoniki Natalia. Treating undesirable outputs in DEA: A critical review. **Economic Analysis and Policy**, v. 62, p. 97–104, 2019.

HOOIJSCHUUR, Elena *et al.* Analysis of cost-effective reduction pathways for major emitting countries to achieve the Paris Agreement climate goal. **Global Environmental Change Advances**, v. 4, p. 100014, 2025.

HU, Shiwei; ZHANG, Yuyao. COVID-19 pandemic and firm performance: Cross-country evidence. **International Review of Economics & Finance**, v. 74, p. 365–372, 2021.

IBGE. **IBGE explica: Inflação**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, , 2025. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>>. Acesso em: 8 jun. 2025

IEA. **World Energy Outlook 2023**. [S.l.]: International Energy Agency, 2023.

IFRS - INTERNATIONAL SUSTAINABILITY STANDARDS BOARD. **IFRS S1 General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information**. London: IFRS Foundation, 2023.

IPCC. **Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems: summary for policymakers**. Geneva, Suíça: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019.

IPCC. **Summary for Policymakers**. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>>.

ISO. **ISO 14046:2014(en), Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines**. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14046:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 7 maio. 2025.

IVO DE CARVALHO, Mafalda; RELVAS, Susana; BARBOSA-PÓVOA, Ana P. A roadmap for sustainability performance assessment in the context of Agri-Food Supply Chain. **Sustainable Production and Consumption**, v. 34, p. 565–585, 2022.

JACOB, Arun. Mind the Gap: Analyzing the Impact of Data Gap in Millennium Development Goals' (MDGs) Indicators on the Progress toward MDGs. **World Development**, v. 93, p. 260–278, 2017.

KAO, Chiang. Network data envelopment analysis: A review. **European Journal of Operational Research**, v. 239, n. 1, p. 1–16, 2014.

KIM, Yoomi. Technological innovation, the kyoto protocol, and open innovation. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 7, n. 3, 2021.

KNORR, Dietrich; AUGUSTIN, Mary Ann. Vanishing Water: Rescuing the Neglected Food Resource. **Food Engineering Reviews** 2023 15:4, v. 15, n. 4, p. 609–624, 2023.

KPMG. **Big shifts, small steps: Survey os Sustainability Reporting 2022**. Amstelveen, Países Baixos: KPMG International Cooperative, 2022.

KRISHNAN, C. N. V.; YANG, Jiemin; TAN, Xiyao. Do Environmental, Social, and Governance (ESG) Factors Matter? Analyzing the Relationships Between Firm Characteristics and ESG Scores. **Businesses**, v. 4, n. 4, p. 566–581, 2024.

KUOSMANEN, T. Data envelopment analysis with missing data. **Journal of the Operational Research Society**, v. 60, n. 12, p. 1767–1774, 2009.

LAGASIO, Valentina. ESG-washing detection in corporate sustainability reports. **International Review of Financial Analysis**, v. 96, 2024.

LI, Dong *et al.* Sustainable food supply chain management. **International Journal of Production Economics**, v. 152, p. 1–8, 2014.

LI, Ke; LIN, Boqiang. Impact of energy conservation policies on the green productivity in China's manufacturing sector: Evidence from a three-stage DEA model. **Applied Energy**, v. 168, p. 351–363, 2016.

LI, Pengtai *et al.* Evaluation of Carbon Emission Efficiency and Analysis of Influencing Factors of Chinese Oil and Gas Enterprises. **Energy Science & Engineering**, v. 13, n. 3, p. 1156–1170, 2025.

LIU, Weifeng *et al.* Global economic and environmental outcomes of the Paris Agreement. **Energy Economics**, v. 90, 2020.

LOBRY, Jean R. *et al.* The CV is dead, long live the CV! **Methods in Ecology and Evolution**, v. 14, n. 11, p. 2780–2786, 1 nov. 2023.

LOKUWADUGE, Chitra S. De Silva; DE SILVA, Keshara M. ESG Risk Disclosure and the Risk of Green Washing. **Australasian Accounting, Business and Finance Journal**, v. 16, n. 1, p. 146–159, 2022.

LONG, Tengju *et al.* Quantifying consumption-based environmental productivity from “Energy-Environment Footprints”. **Energy**, v. 313, p. 134046, 2024.

LOZANO, Sebastián; BORREGO-MARÍN, María M. A metafrontier network DEA approach for water usage efficiency assessment in the light of SDG target 6.4. **Environmental Science & Policy**, v. 160, p. 103857, 2024.

LU, Wen Min *et al.* Dynamic performance evaluation of Taiwan's food industry: ESG insights and strategic implications. **Omega**, v. 138, p. 103376, 2026.

LUCAS, Elysia *et al.* Global environmental and nutritional assessment of national food supply patterns: Insights from a data envelopment analysis approach. **Science of The Total Environment**, v. 755, p. 1–13, 2021.

LUKÁCS, Bence; MOLNÁR, Péter. Companies' ESG performance under soft and hard regulation environment. **Discover Sustainability 2025 6:1**, v. 6, n. 1, p. 1–15, 2025.

MALMQUIST, Sten. Index numbers and indifference surfaces. **Trabajos de Estadística**, v. 4, n. 2, p. 209–242, 1953.

MARCHETTI, Dalmo; WANKE, Peter. Brazil's rail freight transport: Efficiency analysis using two-stage DEA and cluster-driven public policies. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 59, p. 26–42, 2017.

MARTÍN-GAMBOA, Mario *et al.* A review of life-cycle approaches coupled with data envelopment analysis within multi-criteria decision analysis for sustainability assessment of energy systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 150, p. 164–174, 2017.

MERGONI, Anna; DIPIERRO, Anna Rita; COLAMARTINO, Chiara. European agricultural sector: The tortuous path across efficiency, sustainability and environmental risk. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 92, p. 1–13, 2024.

MERGONI, Anna; EMROUZNEJAD, Ali; DE WITTE, Kristof. Fifty years of Data Envelopment Analysis. **European Journal of Operational Research**, p. 1–24, 2024.

MIRANDA, Ana Cristina Viana; FRECHIANI, Renata S. Moreira. Sustainability: an analysis of the impact of the ESG model on the business environment – the Harsco case. **Espaço Transdisciplinar**, p. 1–25, 2021.

MORALES, M.; LLORENS, F.; PASTOR, J. T. **deaR: Data Envelopment Analysis in R**. CRAN, 2023.

MOUTINHO, Victor; MADALENO, Mara. A Two-Stage DEA Model to Evaluate the Technical Eco-Efficiency Indicator in the EU Countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, p. 1–21, 2021.

MOYO, Sam. Land concentration and accumulation after redistributive reform in post-settler Zimbabwe. **Review of African Political Economy**, v. 38, n. 128, p. 257–276, 2011.

NACIF, Flávia Badini; DE MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares; MEZA, Lidia Angulo. Choosing weights in optimal solutions for DEA-BCC models by means of a N-dimensional smooth frontier. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 3, p. 623–642, 2009.

NAJARZADEH, Reza *et al.* Kyoto Protocol and global value chains: Trade effects of an international environmental policy. **Environmental Development**, v. 40, 1 dez. 2021.

NUGRAHA, Widya Satya *et al.* Greenwashing in the food industry: A systematic review exploring the current situation and possible countermeasures. **Cleaner and Responsible Consumption**, v. 15, p. 1–16, 2024.

OECD; FAO. **OCDE-FAO agricultural outlook 2023-2032**. Paris: OECD Publishing, 2023.

OH, Dong hyun. A global Malmquist-Luenberger productivity index. **Journal of Productivity Analysis**, v. 34, n. 3, p. 183–197, 2010.

OH, Dong Hyun; HESHMATI, Almas. A sequential Malmquist–Luenberger productivity index: Environmentally sensitive productivity growth considering the progressive nature of technology. **Energy Economics**, v. 32, n. 6, p. 1345–1355, 2010.

PAMBUDI RAHARJO, Tyas; HASNAWATI, Hasnawati. The Influence of Company Strategy, Enterprise Risk Management, Company Size and Leverage On Environmental Performance. **Devotion: Journal of Research and Community Service**, v. 3, n. 12, 2022.

PANWAR, Ankita *et al.* A Review on the 40 Years of Existence of Data Envelopment Analysis Models: Historic Development and Current Trends. **Archives of Computational Methods in Engineering** 2022 29:7, v. 29, n. 7, p. 5397–5426, 2022.

PASTOR, Jesús T.; LOVELL, C. A. Knox. A global Malmquist productivity index. **Economics Letters**, v. 88, n. 2, p. 266–271, 2005.

PATA, Ugur Korkut; ERTUGRUL, Hasan Murat. Do the Kyoto Protocol, geopolitical risks, human capital and natural resources affect the sustainability limit? A new environmental approach based on the LCC hypothesis. **Resources Policy**, v. 81, 2023.

PETRESKI, Marjan; TANEVSKI, Stefan; STOJMENOVSKA, Irena. Employment, labor productivity and environmental sustainability: Firm-level evidence from transition economies. **Business Strategy and Development**, v. 7, n. 1, 2024.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. **Science**, v. 360, n. 6392, p. 987–992, 2018.

PORTER, Michael E.; KRAMER, Mark R. Strategy e society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility. **Harvard Business Review**, p. 78–93, 2006.

PRI. **What are the Principles for Responsible Investment?** Disponível em: <<https://www.unpri.org/about-us/what-are-the-principles-for-responsible-investment>>. Acesso em: 23 abr. 2025.

PUTMAN, G. *et al.* **Sustainability Assessment of U.S. Beef Production Systems.** Arkansas: University of Arkansas Resiliency Center, 2017.

QU, Yi; LI, Jian; WANG, Shuguang. Green total factor productivity measurement of industrial enterprises in Zhejiang Province, China: A DEA model with undesirable output approach. **Energy Reports**, v. 8, p. 307–317, 2022.

QURESHI, Muhammad Azeem *et al.* The impact of sustainability (environmental, social, and governance) disclosure and board diversity on firm value: The moderating role of industry sensitivity. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 3, p. 1199–1214, 2020.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024.

RAFAQAT, Simon *et al.* The Impact of Workforce Diversity on Organizational Performance: A Review. **Journal of Economics and Behavioral Studies**, v. 14, n. 2, p. 39–50, 2022.

RAY, Subhash C.; DESLI, Evangelia. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Comment. **The American Economic Review**, v. 87, n. 5, p. 1033–1039, 1997.

RUGGERIO, Carlos Alberto. **Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions.** *Science of the Total Environment* Elsevier B.V., 2021.

SARTORI, Simone; LATRÔNICO, Fernanda; CAMPOS, Lucila M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, p. 1–22, 2014.

SASB - SUSTAINABILITY ACCOUNTING STANDARDS BOARD. **SASB Standards.** San Francisco, CA: IFRS Foundation, 2021.

SBTI. **Criteria and recommendations of the Science Based Targets initiative.** São Paulo, SP: Rede Brasil do Pacto Global, 2021.

SCHMIDHUBER, Josef; TUBIELLO, Francesco N. Global food security under climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 50, p. 19703–19708, 2007.

SEEG. **Estimate of Greenhouse Gas Emissions from Food System in Brazil.** Brazil: Climate Observatory, 2023.

SEIFORD, Lawrence M.; ZHU, Joe. Infeasibility of super-efficiency data envelopment analysis models. **INFOR Journal**, v. 37, n. 2, p. 174–187, 1999.

SEIFORD, Lawrence M.; ZHU, Joe. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. **European Journal of Operational Research**, v. 142, n. 1, p. 16–20, 2002.

SERRENTINO, Francesca *et al.* Assessing major food companies in Australia on their policies and practices related to environmental sustainability, 2023. **Current Research in Environmental Sustainability**, v. 8, p. 100269, 2024.

SIMAR, Léopold; WILSON, Paul W. Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. **Source: Management Science**, v. 44, n. 1, p. 49–61, 1998.

SIMAR, Léopold; WILSON, Paul W. Estimating and bootstrapping Malmquist indices. **European Journal of Operational Research**, v. 115, n. 3, p. 459–471, 1999.

SIMAR, Leopold; WILSON, Paul W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. **Journal of Econometrics**, v. 136, n. 1, p. 31–64, 2007.

SIMAR, Léopold; WILSON, Paul W. Two-stage DEA: caveat emptor. **Journal of Productivity Analysis** 2011 36:2, v. 36, n. 2, p. 205–218, 9 jul. 2011.

SMITH, B. Gail. Developing sustainable food supply chains. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1492, p. 849–861, 2007.

SOUZA, Maria Cristina Oliveira; CORAZZA, Rosana Icassatti. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 42, 2017.

STREIMIKIS, Justas; SARAJI, Mahyar Kamali. Green productivity and undesirable outputs in agriculture: a systematic review of DEA approach and policy recommendations. **Economic Research-Ekonomska Istrazivanja**, v. 35, n. 1, p. 819–853, 2022.

SUEYOSHI, Toshiyuki; GOTO, Mika. Methodological comparison between two unified (operational and environmental) efficiency measurements for environmental assessment. **European Journal of Operational Research**, v. 210, n. 3, p. 684–693, 2011.

SUNDARASEN, Sheela; ZYZNARSKA-DWORCZAK, Beata; GOEL, Sanjay. Sustainability reporting and greenwashing: a bibliometrics assessment in G7 and non-G7 nations. **Cogent Business and Management**, v. 11, n. 1, 2024.

THANASSOULIS, Emmanuel. Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis. **Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis**, 2001.

TIAN, Hanqin *et al.* Global soil nitrous oxide emissions since the preindustrial era estimated by an ensemble of terrestrial biosphere models: Magnitude, attribution, and uncertainty. **Global Change Biology**, v. 25, n. 2, p. 640–659, 2019.

TSAPLES, G.; PAPATHANASIOU, J. Data envelopment analysis and the concept of sustainability: A review and analysis of the literature. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 138, p. 110664, 2021.

ULKHAQ, M. Mujiya; OGGIONI, Giorgia; RICCARDI, Rossana. Two-stage super-efficiency model for measuring efficiency of education in South-East Asia. **Decisions in Economics and Finance** 2024 47:2, v. 47, n. 2, p. 513–543, 2024.

ULRICH, Emily. **Entendendo os investimentos com base em fatores ESG**. New York, NY: S&P Dow Jones Indices, 2016.

UNEP FI. Finance Initiative: Innovative financing for sustainability. 2005.

UNITED NATIONS. **United Nations Conference on the Human Environment**. Stockholm: United Nations, 1972. Disponível em: <<https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>>. Acesso em: 12 jan. 2026.

UNITED NATIONS. **United Nations Framework Convention on Climate Change**. New York: 1992a. Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/united-nations-framework-convention-on-climate-change>>.

UNITED NATIONS. **Agenda 21**. Rio de Janeiro: United Nations, 1992b. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm>>.

UNITED NATIONS. **Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change**. Kyoto: 1995. Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol>>. Acesso em: 14 ago. 2025.

UNITED NATIONS. **United Nations Millennium Declaration** (United Nations, Org.). New York: United Nations, 2000. Disponível em: <<https://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UNITED NATIONS. **Johannesburg declaration on sustainable development**. Joahnnesburg: 2002. Disponível em: <https://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POI_PD.htm>. Acesso em: 14 dez. 2025.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015a. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/2030agenda>>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UNITED NATIONS. **Paris Agreement**. Paris: United Nations, 2015b. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.

UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT. **Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World**. Washington D.C.: United Nations Global Compact, International Finance Corporation, World Bank Group, 2004.

U.S. SEC. **Enhanced Disclosures by Certain Investment Advisers and Investment Companies about Environmental, Social, and Governance (ESG) Investment Practices**. Washington, D.C.: Securities and Exchange Commission (SEC), 2023.

VALDÉS DURÁN, Ana *et al.* The environmental geochemical baseline, background and sources of metal and metalloids present in urban, peri-urban and rural soils in the O'Higgins region, Chile. **Environmental Geochemistry and Health** 2021 44:10, v. 44, n. 10, p. 3173–3189, 2021.

VAN OORSCHOT, Kim E. *et al.* Standardization cycles in sustainability reporting within the Global Reporting Initiative. **European Management Journal**, v. 42, n. 4, p. 492–502, 2024.

VANTHOOR, Bram H. E. *et al.* A methodology for model-based greenhouse design: Part 5, greenhouse design optimisation for southern-Spanish and Dutch conditions. **Biosystems Engineering**, v. 111, n. 4, p. 350–368, 2012.

VILELA, Mateus *et al.* Evaluating the efficiency of financial resource transformation into ESG performance. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 3, p. 2467–2467, 2025.

VOLTES-DORTA, Augusto; BRITTO, Rodrigo; WILSON, Bradley. Efficiency of global airlines incorporating sustainability objectives: A Malmquist-DEA approach. **Journal of Air Transport Management**, v. 119, p. 102634, 2024.

WANG, Hongyu; DU, Lei. Agricultural credit scale and agricultural green production efficiency: a Metafrontier-Malmquist-Luenberger and panel Tobit approach. **Frontiers in Environmental Science**, v. 11, p. 1191012, 2023.

ZHANG, Dongyang. Marketization, environmental regulation, and eco-friendly productivity: A Malmquist–Luenberger index for pollution emissions of large Chinese firms. **Journal of Asian Economics**, v. 76, p. 101342, 2021.

ZHANG, Ning; ZHOU, Peng; KUNG, Chih Chun. Total-factor carbon emission performance of the Chinese transportation industry: A bootstrapped non-radial Malmquist index analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 584–593, 2015.

ZHOU, P.; ANG, B. W.; POH, K. L. A survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies. **European Journal of Operational Research**, v. 189, n. 1, p. 1–18, 2008a.

ZHOU, P.; ANG, B. W.; POH, K. L. Measuring environmental performance under different environmental DEA technologies. **Energy Economics**, v. 30, n. 1, p. 1–14, 1 jan. 2008b.

ZHU, Joe. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets and DEA Excel Solver**. New York: Springer, 2003.

ZHU, Qingyuan *et al.* The total factor carbon emission productivity in China's industrial Sectors: An analysis based on the global Malmquist-Luenberger index. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 56, p. 103094, 2023.