

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Investimento direto estrangeiro e energias renováveis: uma análise das  
empresas do Brasil e da América Latina e Caribe**

Carolina Fumie Sumikawa Yamazaki  
*Magister Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2026**

**CAROLINA FUMIE SUMIKAWA YAMAZAKI**

**Investimento direto estrangeiro e energias renováveis: uma análise das empresas do Brasil e da América Latina e Caribe**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Elaine Aparecida Fernandes

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2026**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Y19e  
2026 Yamazaki, Carolina Fumie Sumikawa, 2001-  
Ensaio sobre investimento estrangeiro direto no Brasil e na  
América Latina e Caribe / Carolina Fumie Sumikawa Yamazaki.  
– Viçosa, MG, 2026.

1 dissertação eletrônica (86 f.): il.

Orientador: Elaine Aparecida Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Economia, 2026.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2026.221>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Investimentos estrangeiros. 2. Eficiência industrial.  
3. Empresas multinacionais. 4. Energia - Fontes alternativas.  
I. Fernandes, Elaine Aparecida, 1977-. II. Universidade Federal  
de Viçosa. Departamento de Economia. Programa de  
Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDD 22. ed. 332.673

**CAROLINA FUMIE SUMIKAWA YAMAZAKI**

**Investimento direto estrangeiro e energias renováveis: uma análise das empresas do Brasil e da América Latina e Caribe**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 9 de março de 2026.

Assentimento:

---

Carolina Fumie Sumikawa Yamazaki  
Autora

---

Elaine Aparecida Fernandes  
Orientadora

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 20/06/2026 às 14:34:24 e pela orientadora em 21/06/2026 às 12:35:17. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **GOOL.9UDJ.V75Z** e clique no botão 'Validar documento'.



## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Professora Elaine Aparecida Fernandes, e à minha coorientadora, Professora Michelle Márcia Viana Martins, pelos ensinamentos, pela dedicação e pelo carinho ao longo do mestrado.

Aos meus pais e à minha irmã, por todos os anos de incentivo, compreensão e apoio incondicional.

Às minhas colegas de república, Isabella Pinto de Oliveira e Maria Luiza Costa Sepulcri, pela convivência, pelo apoio e pela amizade.

Aos meus amigos de infância, Geovanna Arashiro, Gilson Infran, Júlia Kruki, Joselaine Borges, Silvia Regina Coelho Canevari, Vitória Pinhata e Thislaynne Pinto, pelo amor, apoio e companheirismo ao longo da minha trajetória.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização da pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## RESUMO

YAMAZAKI, Carolina Fumie Sumikawa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2026. **Investimento direto estrangeiro e energias renováveis: uma análise das empresas do Brasil e da América Latina e Caribe.** Orientadora: Elaine Aparecida Fernandes.

A presente pesquisa teve por objetivo analisar a eficiência técnica de empresas receptoras de Investimento Estrangeiro Direto (IED) na América Latina e no Caribe (ALC) e identificar fatores que a discriminam em 2024, bem como investigar a relação entre IED e adoção de energias renováveis na indústria de transformação brasileira entre 2015 e 2017. No primeiro artigo, foram utilizados dados de projetos greenfield de empresas multinacionais na ALC, obtidos na plataforma fDi Markets, estimando-se escores de eficiência técnica por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) com modelo BCC, além de Análises de Correspondência Simples entre quartis de eficiência e países hospedeiros e entre quartis de eficiência e setores, e de Análise Discriminante com variáveis em nível de firma e de país. Os resultados indicaram forte heterogeneidade de eficiência entre firmas e setores, com poucas empresas plenamente eficientes concentradas, sobretudo, em segmentos alimentício e aeroespacial, e apenas uma empresa do setor de aquicultura classificada como totalmente ineficiente. A relação eficiência/setor mostrou-se mais evidente do que a relação eficiência/país, com maior associação dos quartis superiores de eficiência a setores de indústria pesada e de química, energia e meio ambiente, enquanto agro e bens de consumo e serviços intensivos em conhecimento e finanças se concentraram nos quartis inferiores. A função discriminante padronizada evidenciou que níveis mais elevados de receita e maior intensidade de emissões de CO por unidade de produto se associam aos quartis superiores de eficiência, ao passo que maior número de trabalhadores e maior inserção em acordos regionais tendem a deslocar os projetos para quartis inferiores, com capacidade preditiva em torno de três quartos das observações corretamente classificadas. No segundo artigo, foram utilizados dados da PINTEC 2017 para 4.928 empresas da indústria de transformação, organizadas em 24 setores, estimando-se modelos Logit e Logit multinível para captar o efeito do capital estrangeiro e de características estruturais, tecnológicas e locacionais sobre a produção de energia renovável. Os resultados indicaram que aproximadamente 42,5% da variação na adoção de energia renovável decorre de diferenças setoriais e que a localização geográfica também importa, com menor probabilidade de adoção nas regiões Norte e Sul, enquanto porte empresarial e maior consumo de

energia mostraram efeitos positivos robustos. De forma integrada, os dois estudos sugerem que fatores estruturais, institucionais, locacionais e econômicos, combinados a características empresariais e setoriais, condicionam simultaneamente a eficiência técnica de empresas multinacionais receptoras de IED na ALC e a probabilidade de adoção de fontes renováveis na indústria de transformação brasileira, reforçando a importância de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento regional, ao fortalecimento institucional, à inovação e ao crescimento empresarial.

Palavras-chave: Investimento Estrangeiro Direto; Eficiência; Empresas Multinacionais; Energia Renovável.

## ABSTRACT

YAMAZAKI, Carolina Fumie Sumikawa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2026. **Foreign direct investment and renewable energy: an analysis of companies in Brazil and Latin America and the Caribbean.** Adviser: Elaine Aparecida Fernandes.

This research aimed to analyze the technical efficiency of companies receiving Foreign Direct Investment (FDI) in Latin America and the Caribbean (LAC) and to identify factors that discriminate against it in 2024, as well as to investigate the relationship between FDI and the adoption of renewable energies in the Brazilian manufacturing industry between 2015 and 2017. In the first article, data from greenfield projects of multinational companies in LAC, obtained from the fDi Markets platform, were used, estimating technical efficiency scores through Data Envelopment Analysis (DEA) with a BCC model, in addition to Simple Correspondence Analyses between efficiency quartiles and host countries and between efficiency quartiles and sectors, and Discriminant Analysis with variables at the firm and country levels. The results indicated strong heterogeneity in efficiency among firms and sectors, with few fully efficient companies concentrated mainly in the food and aerospace segments, and only one company in the aquaculture sector classified as totally inefficient. The efficiency/sector relationship proved more evident than the efficiency/country relationship, with a greater association of the upper efficiency quartiles with sectors of heavy industry and chemicals, energy, and the environment, while agriculture and consumer goods and knowledge-intensive and finance-intensive services were concentrated in the lower quartiles. The standardized discriminant function showed that higher revenue levels and greater CO emission intensity per unit of output are associated with the upper efficiency quartiles, while a larger number of workers and greater involvement in regional agreements tend to shift projects to lower quartiles, with predictive capacity around three-quarters of the correctly classified observations. In the second article, data from PINTEC 2017 were used for 4,928 manufacturing companies, organized into 24 sectors, estimating Logit and multilevel Logit models to capture the effect of foreign capital and structural, technological, and locational characteristics on renewable energy production. The results indicated that approximately 42.5% of the variation in renewable energy adoption stems from sectoral differences and that geographic location also matters, with lower adoption probabilities in the North and South regions, while company size and higher energy consumption showed robust positive effects. In an integrated manner, the two studies suggest that structural, institutional,

locational, and economic factors, combined with business and sectoral characteristics, simultaneously condition the technical efficiency of multinational companies receiving FDI in Latin America and the Caribbean (LAC) and the probability of adopting renewable energy sources in the Brazilian manufacturing industry, reinforcing the importance of public policies aimed at regional development, institutional strengthening, innovation, and business growth.

Keywords: Foreign Direct Investment; Efficiency; Multinational Companies; Renewable Energy.

SUMÁRIO	
CAPÍTULO I .....	10
1. Introdução.....	10
2. Objetivos .....	13
Referências .....	14
CAPÍTULO II.....	18
1. Introdução.....	18
2. Teorias explicativas e evidências empíricas.....	21
2.1. Teorias explicativas.....	21
2.1.1 Eficiência produtiva, DEA e fronteira de produção.....	22
2.2 Evidências empíricas.....	25
3. Metodologia.....	29
3.1 Fonte de dados .....	29
3.2 Análise Envoltória de Dados .....	31
3.3 Análise de Correspondência .....	33
3.4 Determinação da função discriminante .....	35
4. Resultados e discussão .....	37
4.1 Análise de eficiência .....	37
4.2 Associação entre eficiência, países e setores.....	40
4.3 Análise discriminante.....	45
5. Considerações finais .....	49
Referências .....	51
CAPÍTULO III .....	60
1. Introdução.....	60
2. Aspectos teóricos e empíricos da relação energias renováveis e IED .....	62
2.1 Aspectos teóricos .....	62
2.2 Aspectos empíricos da relação energias renováveis e IED .....	63
3. Metodologia.....	66
3.1 Modelo logit e logit multinível.....	66
3.2 Fonte de dados: PINTEC e suas variáveis.....	68
4. Resultados e discussão .....	70
5. Considerações finais .....	76
Referências .....	77
CAPÍTULO IV .....	84

# CAPÍTULO I

## 1. Introdução

A agenda global de sustentabilidade e transição energética tem impulsionado esforços para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Destaca-se, nesse contexto, o papel das energias renováveis na matriz produtiva mundial. O investimento direto estrangeiro (IED) surge como importante mecanismo para mobilizar capital, transferir tecnologias limpas e promover mudanças nos processos produtivos. Contudo, os efeitos do IED sobre a sustentabilidade são complexos e frequentemente contraditórios. Isso depende das condições institucionais, setoriais e empresariais dos países receptores.

A constatação supracitada motivou o presente estudo que é desenvolvido sob duas perspectivas, dada a relevância e a complexidade dos temas abordados. O primeiro artigo aborda o IED e seus impactos nas empresas multinacionais da América Latina e Caribe (ALC), explorando aspectos setoriais e empresariais que influenciam a eficiência desses investimentos. O segundo estudo analisa especificamente a adoção de energias renováveis na indústria de transformação brasileira, enfatizando o papel do IED na modernização produtiva e na redução das emissões industriais.

No que se refere ao primeiro artigo, a escolha da ALC como objeto de estudo justifica-se pelas suas características estruturais e dinâmicas recentes nos fluxos de IED. De acordo com a Cepal (2024), em 2023, os investimentos na região totalizaram US\$ 149,8 bilhões, com retração em seus dois principais destinos: Brasil (-14%) e México (-23%). Em 2024, os fluxos para a região continuaram em queda, atingindo US\$ 135,4 bilhões, acompanhando a tendência global de redução do IED, também observada na América do Norte, África, Ásia e União Europeia. Apesar deste cenário, os investimentos *greenfield*<sup>1</sup> na região se mantiveram estáveis em relação aos anos anteriores, com aumento no valor total impulsionado por grandes projetos em setores estratégicos, como *commodities*, minerais críticos e energias renováveis, incluindo hidrogênio e amônia verdes (UNCTAD, 2024).

Embora exista potencial para expandir os influxos de IED, desafios como diversificação produtiva, infraestrutura tecnológica e governança institucional influenciam a eficácia desses investimentos na região (Cepal, 2024; Severo, 2023). Assim, o presente estudo busca responder

---

<sup>1</sup> O termo original, em inglês, *greenfield* refere-se a investimentos que trazem recursos e ativos novos e adicionais para a empresa e frequentemente levam à formação bruta de capital fixo, o aumento da produção, do emprego e de melhorias na produtividade (FMI, 2021).

à seguinte questão: até que ponto existe heterogeneidade de eficiência técnica entre empresas multinacionais receptoras de IED na ALC, e quais fatores em nível de empresa e de país discriminam grupos de eficiência?

A relevância deste estudo está em sua capacidade de fornecer evidências empíricas sobre a eficiência técnica, utilizando a Análise Envoltória de Dados (DEA), de empresas multinacionais que realizam investimento direto. Ao integrar variáveis internas e externas em um modelo de eficiência técnica, a pesquisa contribui para preencher lacunas na literatura aplicada a diferentes empresas multinacionais da ALC. Além disso, ao considerar fatores em múltiplos níveis de análise, o estudo identifica determinantes contextuais da eficiência, oferecendo subsídios para decisões estratégicas de empresas e políticas públicas.

Para cumprir o proposto, parte-se da premissa de que níveis mais elevados de receita estão positivamente relacionados à eficiência técnica das empresas multinacionais (EMNs) da ALC. Adicionalmente, pressupõe-se que países com maiores problemas relacionados à poluição tendem a atrair EMNs mais eficientes tecnicamente.

É importante salientar que a ALC apresenta trajetória marcada pela especialização em setores intensivos em recursos naturais. Desde o período colonial, a exploração econômica da região esteve centrada na apropriação de recursos naturais para atender à demanda de economias centrais. Esse padrão de inserção internacional contribuiu para que o IED se concentrasse em atividades primário-exportadoras e em cadeias intensivas em energia e emissões. Nesse contexto, torna-se relevante investigar em que medida características em nível de país, como capacidade inovativa, inserção em acordos de investimentos e comércio, e intensidade de emissões, se associam à eficiência técnica das empresas multinacionais que operam na região

Há ampla literatura que relaciona IED e desempenho macroeconômico em países da ALC e de outras regiões, destacando o papel de fatores como estabilidade macroeconômica, abertura comercial, estrutura produtiva e qualidade institucional (Ramírez, 2006; Gonçalves, 2016; Alvarado; Iñiguez; Ponce, 2017; Dellasta, 2022). Outros estudos enfatizam o papel das políticas públicas e da governança na atração e nos efeitos do IED, com ênfase em estratégias nacionais de desenvolvimento, estrutura regulatória e integração internacional (Narula; Santangelo, 2012; Adams; Neumann; Tabrizy, 2018; Xu et al., 2024). Em paralelo, uma terceira vertente discute a relação entre IED, inovação e tecnologia, incluindo impactos sobre eficiência produtiva, transferência de P&D e adoção de tecnologias ambientais (Wang; Wong, 2012;

Yusuf Tansel et al., 2018; Chachuli et al., 2021). Apesar desses avanços, são ainda escassos os estudos que avaliam, com microdados de empresas multinacionais, a eficiência técnica de projetos de IED na ALC e como características em nível de empresa e de país discriminam grupos de eficiência, lacuna que o presente trabalho busca preencher.

O segundo artigo trata especialmente da economia brasileira. O Brasil ainda não explora integralmente suas vantagens no setor energético, como a diversidade de fontes de energia limpa e a alta disponibilidade de recursos naturais (CNI; Cepal, 2023). Por essa razão, tem potencial para se estabelecer como polo de inovação ambiental. A partir de incentivos adequados, espera-se maior inserção de tecnologias limpas na indústria de transformação no país. Contudo, para evitar que este se torne um ‘paraíso de poluição’, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas que não apenas incentivem a eficiência energética e a adoção de tecnologias de baixo carbono, mas que criem ambiente de negócios favorável à atração de IED ‘verde’. Com isso, é esperado que a empresa multinacional ou o investidor estrangeiro atue como difusor de tecnologias mais avançadas. No entanto, estudos recentes indicam que apenas a presença de capital estrangeiro não garante maior adoção de fontes renováveis. Fatores como o porte das empresas, qualificação da mão de obra, sistemas de gestão ambiental e uso de fontes externas de informação estão tendo maior influência (Cuerva; Triguero- Cano; Córcoles, 2014; Ervilha; Vieira; Fernandes, 2019).

Embora existam estudos que relacionam as entradas de capital estrangeiro e variáveis ambientais, carece-se de análises que abordem como, ao nível da firma, ocorre a adoção de soluções renováveis, utilizando bases de dados abrangentes, como da Pesquisa de Inovação (PINTEC), capazes de detalhar os processos de inovação. A investigação a partir de dados de empresas, em vez de setores agregados, possibilita evidenciar elementos microeconômicos (capacidades gerenciais, estratégias de inovação, fontes de financiamento) que podem explicar a variabilidade na adoção de energias renováveis. Além disso, é possível identificar as firmas a nível regional, o que pode trazer reflexões sobre os efeitos em estabelecimentos localizados dentro dos centros dinâmicos, beneficiando-os por melhores condições de capturar os *spillovers* da inovação.

A questão central dessa pesquisa é: o IED é um determinante importante para que empresas da indústria de transformação brasileira invistam em energias renováveis? Para responder a esse questionamento, o presente estudo propõe avaliar 4.928 empresas do setor de transformação, a partir de informações quanto às práticas de inovação, gasto em P&D e origem

do capital da empresa (nacional ou estrangeiro). Ao relacionar essas variáveis com a adoção de energias renováveis, pretende-se entender em que medida a participação estrangeira no capital empresarial se traduz em maior probabilidade de engajamento em práticas energéticas sustentáveis. Em síntese, o IED pode afetar a indústria de transformação brasileira de forma diferente do investimento nacional porque esse tipo de capital pode trazer maior exposição aos padrões internacionais, acesso a novas tecnologias e possíveis pressões ambientais exercidas por matrizes estrangeiras, o que pode acelerar a modernização e a adoção de fontes limpas.

As análises propostas neste segundo capítulo fundamentam-se principalmente na Nova Economia Institucional (NEI) e no Paradigma Eclético (OLI). A NEI, desenvolvida por North (1990), enfatiza o papel das instituições formais e informais na atração e eficácia do IED, especialmente em contextos institucionais desafiadores. O Paradigma Eclético (OLI), proposto por Dunning (1995), explica as decisões empresariais de internacionalização com base nas vantagens de posse, localização e internalização. Essas teorias possibilitam compreender como diferentes características das empresas influenciam a decisão de investir em energias renováveis.

Além disso, o estudo incorpora elementos da literatura sobre inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental. Reconhece-se que a capacidade tecnológica local, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento e as práticas de gestão ambiental são essenciais para maximizar os benefícios do IED (Horbac; Rammer; Rennings, 2012; Pinsky; Kruglianskas, 2017). Assim, a pesquisa considera não apenas a origem do capital, mas também as condições internas e setoriais das empresas, que potencializam ou limitam a adoção de soluções sustentáveis.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivos gerais**

O presente estudo possui dois objetivos gerais. O primeiro deles é analisar a eficiência técnica das empresas receptoras de IED da América Latina e Caribe e os fatores que a discriminam no ano de 2024. O segundo objetivo é analisar, para as empresas da indústria de transformação brasileira, a inter-relação entre a produção de energias renováveis e o investimento direto estrangeiro no período 2015-2017.

### **2.2 Objetivos específicos**

(a) Estimar a eficiência técnica das empresas multinacionais, considerando trabalhadores e investimentos como *inputs* e receita anual das empresas como *output*.

(b) Investigar os determinantes da eficiência técnica das empresas, considerando as variáveis número de trabalhadores, investimento, receita, Índice de Inovação Global, participação em Tratados Bilaterais de Investimento (TBIs), Inserção em Acordos Comerciais Regionais (RTA) e intensidade de emissões.

(c) Identificar características locais dos países associadas a maiores níveis de eficiência nas empresas dos setores.

(d) Caracterizar a indústria de transformação brasileira em termos de produção de energias renováveis.

(e) Analisar quais variáveis discriminam os grupos dos mais e menos eficientes.

Para cumprir o proposto, o trabalho está estruturado em mais três capítulos, além da introdução e dos objetivos. No Capítulo II apresenta-se o primeiro artigo, dedicado à avaliação da eficiência de empresas receptoras de investimento direto estrangeiro na América Latina e Caribe, abrangendo diferentes setores de atividade e tomando como referência o paradigma eclético (OLI) e métodos de fronteira de eficiência. O Capítulo III reúne o segundo artigo, em que se examina a indústria de transformação brasileira e se investiga em que medida a presença de capital estrangeiro se associa à adoção de fontes renováveis de energia, com base em informações em nível de firma e em modelos logit multinível. No Capítulo IV, tem-se as considerações finais, que sintetizam os principais resultados, registram limitações e indicam desdobramentos para políticas públicas e para pesquisas futuras.

## Referências

ADAMS, Laurel; NEUMANN, Rebecca; TABRIZY, Saleh S. Is ‘no news’ really ‘good news’? Country visibility and FDI location choice. *International Review of Applied Economics*, v. 32, n. 4, p. 489-524, 2018.

ALVARADO, Rafael; IÑIGUEZ, Maria; PONCE, Pablo. Foreign direct investment and economic growth in Latin America. *Economic Analysis and Policy*, v. 56, p. 176-187, 2017.

ASHRAF, Ayesha; HERZER, Dierk. The effects of greenfield investment and M&As on domestic investment in developing countries. *Applied Economics Letters*, v. 21, n. 14, p. 997-1000, 2014.

BASÍLIO, Maria. Renewable energy and energy efficiency: An exploratory study in EU countries. **Sustainable Futures**, v. 9, p. 100514, 2025.

BILBAO-TEROL, Amelia et al. Is investing in the renewable energy stock market both financially and ESG efficient? A COVID-19 pandemic analysis. **Review of Managerial Science**, v. 18, n. 7, p. 1885-1916, 2024.

CEPAL, N. U. **Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2024**: trampa de bajo crecimiento, cambio climático y dinámica del empleo. 2024.

CHACHULI, Fairuz Suzana Mohd et al. Transition of renewable energy policies in Malaysia: Benchmarking with data envelopment analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 150, p. 111456, 2021.

CNI; CEPAL. **Tendências, desafios e oportunidades daecoinovação para a indústria no Brasil.** 2023. Disponível em:

[[https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/62/4e/624ec17c-a0e2-4398-a979d8d24aac239/tendencias\\_desafios\\_e\\_oportunidades\\_da\\_ecoinovacao\\_para\\_a\\_industria\\_no\\_brasil.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/62/4e/624ec17c-a0e2-4398-a979d8d24aac239/tendencias_desafios_e_oportunidades_da_ecoinovacao_para_a_industria_no_brasil.pdf)]([https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/62/4e/624ec17c-a0e2-4398-a979d8d24aac239/tendencias\\_desafios\\_e\\_oportunidades\\_da\\_ecoinovacao\\_para\\_a\\_industria\\_no\\_brasil.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/62/4e/624ec17c-a0e2-4398-a979d8d24aac239/tendencias_desafios_e_oportunidades_da_ecoinovacao_para_a_industria_no_brasil.pdf)).

CUERVA, M. C.; TRIGUERO-CANO, Á.; CÓRCOLES, D. Drivers of green and non-green innovation: empirical evidence in Low-Tech SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 68, p. 104–113, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.049>.

DELLASTA, Heitor Ponce; BIANCONI, Renata. **A busca por transições ao pós-extrativismo na América Latina**: discussões sobre a condição primário-exportadora e o neoextrativismo. **Geosul**, v. 37, n. 84, p. 282-309, 2022.

DEMIRAL, Elif E.; SAĞLAM, Ümit. Sustainable production assessment of the 50 US states. **Journal of Cleaner Production**, v. 419, p. 138086, 2023.

DUNNING, John H. What's wrong—and right—with trade theory?. **The International Trade Journal**, v. 9, n. 2, p. 163-202, 1995.

ERVILHA, G. T.; VIEIRA, W. D. C.; FERNANDES, E. A. Determinantes da ecoinovação nas empresas brasileiras: uma análise empírica. **Economia Aplicada**, v. 23, n. 4, p. 145–174, 2019. DOI:<https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea161617>](<https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea161617>).

FRAGA, Gilberto Joaquim. Investimento estrangeiro direto, liberdade econômica e crescimento: evidências de países desenvolvidos e em desenvolvimento. **Revista de Economia Mackenzie**, v. 15, n. 2, 2018

GONÇALVES, Ricardo Junior de Assis Fernandes. Capitalismo extrativista na América Latina e as contradições da mineração em grande escala no Brasil. **Brazilian Journal of Latin American Studies**, v. 15, n. 29, p. 38-55, 2016.

HORBACH, Jens; RAMMER, Christian; RENNINGS, Klaus. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact—The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. **Ecological economics**, v. 78, p. 112-122, 2012.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. (FMI) **Greenfield Investment and Extension of Capacity. 2021.** Disponível em: [http://www.intranet.imf.org/departments/STA/methodology/STA\\_ISS/DITT/Draft%20Guidance%20Notes/D.1%20Greenfield%20Investment%20and%20Extension%20of%20Capital.pdf](http://www.intranet.imf.org/departments/STA/methodology/STA_ISS/DITT/Draft%20Guidance%20Notes/D.1%20Greenfield%20Investment%20and%20Extension%20of%20Capital.pdf)  
lnk

LIANG, Hong Jing et al. Research on China's regional energy efficiency evaluation and influencing factors based on the DEA-Tobit model. **Pol J Environ Stud**, v. 29, n. 5, p. 3691-3701, 2020.

MOHSIN, Muhammad et al. Assessing the impact of transition from nonrenewable to renewable energy consumption on economic growth-environmental nexus from developing Asian economies. **Journal of environmental management**, v. 284, p. 111999, 2021.

NARULA, Rajneesh; SANTANGELO, Grazia D. New insights on the role of location advantages in international innovation. In: Handbook of research on international strategic management. **Edward Elgar Publishing**, 2012. p. 291-309.

NORTH, D. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I. Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 107–126, 2017. DOI:<https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190008>(<https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190008>).

RAMIREZ, Miguel D. Is foreign direct investment beneficial for Mexico? An empirical analysis, 1960–2001. **World Development**, v. 34, n. 5, p. 802-817, 2006.

SEVERO, Camila Caresia Wexell. **Desenvolvimento, vulnerabilidade externa e integração regional: o caso dos investimentos diretos externos (IED) na América do Sul entre 2000 e 2020**. 2023.

SHUJIE, Yao; ZHONGWEI, Han; GENFU, Feng. On technical efficiency of China's insurance industry after WTO accession. **China Economic Review**, v. 18, n. 1, p. 66-86, 2007.

UNCTAD. **World Investment Report 2024**. Geneva: United Nations, 2024c. Disponível em: <https://unctad.org/publication/world-investment-report-2024>.

WANG, Fei et al. The impact of FDI on energy conservation and emission reduction performance: A FDI quality perspective. **Heliyon**, v. 10, n. 4, 2024.

WANG, Miao; WONG, M. C. Sunny. International R&D transfer and technical efficiency: evidence from panel study using stochastic frontier analysis. **World Development**, v. 40, n. 10, p. 1982-1998, 2012.

XU, Lang et al. Efficiency evaluation and improvement pathway of sulfur-oxide emissions in European ports based on Context-dependent SBM-DEA model. **Marine Pollution Bulletin**, v. 208, p. 117002, 2024.

YUSUF TANSEL et al. Otimização de parâmetros de corte para minimizar a emissão de carbono e maximizar a qualidade do corte em processos de torneamento. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 11, p. 4035-4055, 2018.

ZHAO, Yue et al. Demographic efficiency drivers in the Chinese energy production chain: A hybrid neural multi-activity network data envelopment analysis. **International Journal of Finance & Economics**, v. 29, n. 2, p. 1762-1780, 2024.

## CAPÍTULO II

### EFICIÊNCIA TÉCNICA DE EMPRESAS RECEPTORAS DE IED NA AMÉRICA LATINA E CARIBE: QUAIS FATORES AS DISCRIMINAM?

#### 1. Introdução

Nas últimas décadas, o investimento estrangeiro direto (IED) tem ocupado posição de destaque no debate sobre desenvolvimento, produtividade e inserção internacional, ao atuar como possível canal de transferência de capital, tecnologia e práticas de gestão entre economias. Nesse contexto, entender como esses fluxos se distribuem entre países e setores, e em que medida se convertem em ganhos de eficiência para as empresas receptoras, torna-se fundamental para a formulação de políticas econômicas.

A América Latina e Caribe (ALC) foi a região escolhida como objeto de estudo neste trabalho justamente em função de suas características estruturais e da dinâmica recente dos fluxos de IED. De acordo com a Cepal (2024), em 2023 os investimentos na região totalizaram US\$ 149,8 bilhões, com retração nos dois principais destinos: Brasil (-14%) e México (-23%). Em 2024, os fluxos para a região continuaram em queda, atingindo US\$ 135,4 bilhões, acompanhando a tendência global de redução do IED, também observada na América do Norte, África, Ásia e União Europeia. Apesar desse cenário, o peso relativo da região se manteve, com aumento no valor total concentrado em grandes projetos em setores estratégicos, como *commodities*, minerais críticos e energias renováveis, incluindo hidrogênio e amônia verdes (UNCTAD, 2024).

Do ponto de vista setorial, observa-se crescimento do setor manufatureiro, especialmente em países como Colômbia, Honduras, México e República Dominicana. Esse movimento pode ser associado à reconfiguração das cadeias globais de valor, impulsionada pelas tensões comerciais entre Estados Unidos e China e pelos impactos da pandemia de COVID-19, que levaram empresas multinacionais a buscar maior resiliência e proximidade geográfica com mercados-chave, beneficiando a América Latina. O setor de recursos naturais também registrou expansão nas entradas de IED, com aumento de 16% em 2023 (Cepal, 2024), impulsionado pela crescente demanda global por minerais essenciais à transição energética, como lítio, cobre e níquel, recursos abundantes na região.

Além das vantagens naturais, políticas nacionais de incentivo têm desempenhado papel relevante na atração de IED. No Brasil, destacam-se a Política de Conteúdo Local e a

flexibilização do monopólio da Petrobras sobre o pré-sal, que estimularam a participação de investidores estrangeiros. No Chile, garantias de estabilidade jurídica e tributária atraíram grandes mineradoras, como BHP e Anglo American (Natural Resource Governance Institute, 2016). No Peru, os programas de privatização iniciados nos anos 1990 ampliaram o espaço para o capital estrangeiro (Sargentich, 1991; UNCTAD, 2000), enquanto no México a reforma energética de 2013–2014 encerrou o monopólio da PEMEX, permitindo maior participação de empresas internacionais (US-EIA, 2014).

Conforme supracitado, na ALC, o IED desempenha papel relevante na dinamização de setores estratégicos, podendo contribuir para elevar a eficiência das empresas/setores/países receptores. Diante desse contexto, colocam-se as seguintes questões: qual é o nível de eficiência das empresas multinacionais dos diferentes setores localizados na região? Quais fatores influenciam essa eficiência? Parte-se da hipótese de que condições específicas dos países hospedeiros, captadas por indicadores como o Índice de Inovação Global (GII), a participação em Tratados Bilaterais de Investimento (TBIs), a inserção em Acordos Comerciais Regionais (RTAs) e a intensidade de emissões de CO<sub>2</sub>, influenciam a eficiência técnica das empresas multinacionais com IED na região, modulando as diferenças de desempenho observadas entre grupos de firmas e entre economias hospedeiras.

A literatura especializada demonstra que a questão é complexa, pois, embora o IED tenha aumentado de forma expressiva na região, os resultados em termos de desenvolvimento econômico e social são ambíguos. Segundo a Cepal (2024), apesar do aumento nos fluxos de IED, a região ainda enfrenta desafios estruturais, isso porque os países da ALC estão presos em três armadilhas de desenvolvimento: baixa capacidade de crescimento, com crescimento econômico baixo nos últimos anos; elevada desigualdade; baixa mobilidade e coesão social; além de capacidades institucionais limitadas e governança pouco eficaz.

Ramírez (2006) mostra que fatores como estabilidade macroeconômica, abertura comercial e qualidade das instituições afetam a atração de IED na região. Além disso, o estudo destaca que países com infraestrutura desenvolvida e mão de obra qualificada tendem a atrair mais IED. No entanto, ressalta-se que a mera implementação de reformas econômicas não é suficiente; essas reformas devem ser sustentadas por instituições políticas estáveis e eficazes para maximizar os benefícios do IED.

Sá (2011) aponta que em países emergentes, os fatores que influenciam as estratégias empresariais de IED são reflexo das políticas de atração de IED dos governos dos países

anfitriões, objetivando atender as demandas das empresas transnacionais com relação aos fatores humanos, tecnológicos e econômicos (vantagens de localização). A autora destaca que em alguns países, subsidiárias estrangeiras têm obtido tratamento privilegiado em relação ao dado às empresas nacionais, beneficiadas por incentivos não disponíveis para produtores domésticos.

Alvarado et al. (2017) investigam a relação entre o IED e o crescimento econômico na América Latina, concluindo que o IED não é um mecanismo adequado para acelerar o crescimento econômico na região, exceto em países de alta renda. Os autores argumentam que isso ocorre porque países receptores de baixa renda apresentam baixos níveis de capital humano e, conseqüentemente, baixa capacidade de absorção de tecnologia, além de o IED concentrar-se em alguns setores, o que pode provocar aumento da desigualdade. De forma similar, Quinonez (2024) mostra que, embora o IED contribua para a redução da pobreza na América Latina, seu efeito sobre o crescimento econômico não apresenta significância estatística quando analisado de forma agregada, corroborando a ideia de que os benefícios são mais evidentes em países de renda mais alta.

De forma contrária, Adams; Neumann; Tabrizy (2018) mostram que o IED pode ter efeitos positivos duradouros sobre o crescimento econômico, desde que acompanhados de políticas públicas adequadas. No entanto, os efeitos variam entre os países, com destaque para Brasil, Chile e Colômbia, onde o IED se mostrou mais fortemente relacionado ao crescimento do PIB. O estudo também aponta que o IED é mais eficaz quando direcionado a setores produtivos estratégicos e quando há estabilidade macroeconômica. Além disso, a presença de instituições sólidas e capital humano qualificado afetaram positivamente para a amplificação dos efeitos do IED. Os autores concluem que os investimentos estrangeiros, por si só, não garantem crescimento, mas pode ser um instrumento de relevância se integrado a uma estratégia nacional de desenvolvimento.

A literatura supracitada não é conclusiva a respeito do efeito dos investimentos diretos estrangeiros nas economias da América Latina e Caribe e nem explora a eficiência destes ao nível de empresas. Isso motivou a presente pesquisa que procura contribuir de duas formas. Primeiro, propõem-se análise utilizando microdados das empresas da região, observando quais as suas características específicas e as características em nível de países que podem contribuir para maior atração e eficiência das empresas. Em seguida, a partir de uma análise setorial e

comparativa entre as principais economias receptoras, busca-se verificar quais fatores diferenciam a eficiência das empresas de diferentes setores.

Neste contexto, a presente investigação avança ao identificar os setores econômicos que mais atraem IED e examinar se, e em que medida, esses investimentos têm promovido efeitos positivos nos países que os recebem. Em termos práticos, os resultados oferecem perspectivas para a formulação de políticas públicas mais direcionadas à atração do IED de forma a potencializar seus efeitos sobre a diversificação produtiva e a redução das desigualdades regionais.

O presente estudo objetiva, de forma geral, analisar a eficiência técnica das empresas receptoras de IED da ALC e os fatores que as discriminam no ano de 2024. Especificamente, pretende-se: a) estimar a eficiência técnica das empresas multinacionais, considerando trabalhadores e investimentos como *inputs* e receita anual como *output*; b) investigar como essas e outras variáveis discriminam a eficiência técnica das empresas, considerando as variáveis número de trabalhadores, investimento, receita<sup>2</sup>, Índice de Inovação Global (GII), participação em TBIs, Inserção em ACR e intensidade de emissões; e c) identificar características locais dos países associadas a maiores níveis de eficiência nas empresas dos setores.

Para isso, o artigo divide-se em mais quatro seções, além desta introdução. Na próxima, tem-se as correntes teóricas que embasam as razões da existência de investimento direto estrangeiro. Nas terceira e quarta seções, apresentam-se a metodologia utilizada e os principais resultados encontrados. Por fim, na última seção, tem-se as principais conclusões do estudo.

## **2. Teorias explicativas e evidências empíricas**

### **2.1. Teorias explicativas**

Nesta seção, busca-se apresentar a DEA, o paradigma eclético OLI, o contexto institucional das EMNs e as evidências empíricas. Na primeira parte, é discutida a teoria da eficiência produtiva da DEA, sua fundamentação no conceito de Pareto-Koopmans e como ela operacionaliza o conceito de eficiência técnica de Farrell (1957). Em seguida, é apresentado o modelo OLI, e papel das vantagens de localização na atração de IED para ALC. Por fim, são

---

<sup>2</sup> Embora o lucro fosse a variável mais adequada para explicar a eficiência técnica das empresas multinacionais, a base de dados disponibiliza apenas informações de receita.

discutidas as evidências empíricas que sustentam a discussão sobre a eficiência das EMNs na ALC.

### **2.1.1 Eficiência produtiva, DEA e fronteira de produção**

Segundo Kruglianskas (1996), tecnologia corresponde ao conjunto de conhecimentos necessários para conceber, produzir e distribuir bens e serviços de forma competitiva. A incorporação tecnológica no processo produtivo permite a obtenção do produto máximo dado determinado nível de insumos, contribuindo para o aumento da eficiência empresarial.

Nessa pesquisa, destaca-se que a Análise Envoltória de Dados (DEA) constitui uma técnica de fronteira determinística, não paramétrica, construída por meio de programação linear. Trata-se de uma abordagem de eficiência relativa, uma vez que compara unidades produtivas entre si. Dada sua estrutura linear, o uso de modelos de otimização matemática mostra-se adequado para avaliar o desempenho produtivo das empresas multinacionais. Ademais, a DEA apresenta vantagens em amostras pequenas, como a utilizada nesta pesquisa, pois, em contextos com número reduzido de observações, torna-se difícil separar estatisticamente ruído e ineficiência (Moreira; da Fonseca, 2005).

O modelo permite a utilização de múltiplos insumos e produtos, possibilitando a comparação da eficiência entre empresas inseridas em diferentes economias. A técnica foi formalizada por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), com base no conceito de fronteira de produção desenvolvido por Farrell (1957). O modelo original, conhecido como modelo CCR, assume retornos constantes de escala. Posteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984) incorporaram a hipótese de retornos variáveis de escala, originando o modelo BCC, adotado no presente trabalho.

A DEA fundamenta-se no conceito de eficiência de Pareto-Koopmans (1951), derivado da teoria do bem-estar social de Pareto (Charnes et al., 1985). A noção de otimalidade de Pareto-Koopmans estabelece que uma unidade de decisão (DMU) é eficiente quando não é possível aumentar qualquer produto sem elevar ao menos um insumo, ou reduzir qualquer insumo sem diminuir ao menos um produto. Nesse sentido, uma DMU é fortemente dominada quando outra unidade, operando sob a mesma tecnologia, a supera simultaneamente em todos os insumos e produtos.

Farrell (1957) distinguiu eficiência técnica e eficiência de escala. Sob retornos constantes de escala, um aumento proporcional dos insumos gera aumento proporcional dos

produtos. Já sob retornos variáveis de escala, o aumento proporcional dos insumos pode gerar aumento mais que proporcional (economias de escala) ou menos que proporcional (deseconomias de escala) dos produtos. Para Farrell, eficiência técnica corresponde à capacidade de produzir o máximo possível de outputs a partir de determinado conjunto de inputs. A DEA operacionaliza esse conceito ao estimar fronteiras empíricas de eficiência relativa, permitindo identificar o desempenho comparativo das unidades analisadas.

No presente trabalho, a discussão teórica sobre eficiência produtiva se materializa na comparação entre empresas multinacionais receptoras de IED na América Latina e Caribe, tratadas como unidades tomadoras de decisão. A eficiência técnica de cada firma é mensurada a partir de sua capacidade de gerar receita anual com o volume observado de trabalhadores e investimento total, relativamente às demais empresas da amostra. Nesse sentido, a DEA constitui instrumento apropriado, pois permite estimar a fronteira de eficiência de forma não paramétrica e comparar unidades heterogêneas em termos setoriais e locais, sem a imposição prévia de uma forma funcional para a tecnologia de produção.

### **2.1.2 Dunning e o paradigma eclético OLI**

No Paradigma Eclético, Dunning (1995a, 2001b, 2007, 2008a, 2009b) sustenta que a realização de investimento direto estrangeiro decorre da combinação entre vantagens de propriedade, vantagens de internalização e vantagens de localização. As vantagens de propriedade referem-se aos ativos específicos das empresas multinacionais, como tecnologia, capacidades organizacionais, marca e experiência gerencial. As vantagens de internalização dizem respeito à decisão de manter determinadas atividades sob controle da própria firma, em vez de transferi-las a terceiros, de forma a reduzir custos de transação, proteger ativos estratégicos e coordenar com maior eficiência as operações internacionais. Já as vantagens de localização se relacionam aos atributos do país hospedeiro que tornam economicamente mais atrativa a instalação ou expansão das atividades produtivas.

Nesse sentido, a escolha do país hospedeiro não se explica apenas pela possibilidade de operar com custos de produção mais baixos do que no país de origem. As empresas multinacionais tendem a direcionar seus investimentos para economias em que atributos locais ampliem a rentabilidade esperada e favoreçam a coordenação de suas atividades, como acesso a mercados, disponibilidade de recursos naturais e estratégicos, escala de produção, inserção internacional, qualidade institucional, previsibilidade regulatória e

condições de inovação. Assim, o componente locacional do paradigma OLI permite compreender que a atratividade do IED depende não apenas da dotação de fatores, mas também do ambiente institucional e regulatório em que a firma passa a operar.

Esse cenário corrobora com estudos que enfatizam a relevância da governança, da regulação e dos custos de transação na atração do IED. Em contextos de maior segurança jurídica, melhor proteção ao investidor, maior capacidade de execução contratual e regras mais estáveis, as empresas tendem a enfrentar menores incertezas e menores custos de coordenação, o que reforça a atratividade do país hospedeiro. De modo semelhante, condições relacionadas à abertura econômica, à integração comercial e ao ambiente competitivo também podem influenciar o comportamento dos fluxos de IED, sobretudo em economias emergentes, nas quais a qualidade institucional e a capacidade estatal afetam diretamente o retorno esperado dos investimentos estrangeiros.

No contexto deste estudo, o componente locacional do paradigma OLI é aproximado por variáveis em nível de país que captam diferentes dimensões desse ambiente de acolhimento ao investimento. O Índice de Inovação Global (GII) procura refletir a capacidade inovativa e tecnológica do país hospedeiro. A participação em Tratados Bilaterais de Investimento (TBIs) e a inserção em Acordos Comerciais Regionais (RTAs) funcionam como indicadores do grau de integração econômica e de proteção institucional oferecida ao capital estrangeiro. Já a intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> representa uma característica do padrão produtivo e energético do país, podendo refletir, simultaneamente, o perfil setorial da economia, a matriz energética predominante e o contexto regulatório ambiental. Dessa forma, parte-se da hipótese de que essas condições locacionais não determinam automaticamente o desempenho das empresas, mas podem contribuir para diferenciar os níveis de eficiência técnica observados entre empresas multinacionais receptoras de investimento direto estrangeiro na América Latina e Caribe.

O modelo do paradigma eclético OLI foi desenvolvido por Dunning e estabelece os parâmetros que atraem o IED. Cada um dos três parâmetros é uma vantagem que as EMNs terão ao realizar o investimento no país receptor. No Paradigma Eclético, Dunning argumenta que a decisão de realizar investimento direto estrangeiro decorre da combinação entre vantagens de propriedade, vantagens de internalização e vantagens de localização. Assim, a escolha do país hospedeiro não se explica apenas pela possibilidade de redução de custos de produção em relação ao país de origem, mas também pelo acesso a mercados, pela disponibilidade de recursos naturais e estratégicos, pela escala de produção, pela qualidade do ambiente

institucional e regulatório e pelo grau de integração econômica internacional. Dessa forma, as empresas multinacionais tendem a direcionar seus investimentos para economias em que essas vantagens locacionais ampliem a rentabilidade esperada e favoreçam a coordenação eficiente de suas atividades.

No contexto deste estudo, essas vantagens locacionais são aproximadas por variáveis em nível de país, como capacidade inovativa, participação em tratados bilaterais de investimento, inserção em acordos comerciais regionais e intensidade de emissões, que podem influenciar de forma diferenciada a eficiência técnica das empresas multinacionais receptoras de IED.

## **2.2 Evidências empíricas**

Em aplicações recentes, a Análise Envoltória de Dados (DEA) tem sido utilizada não apenas para ordenar firmas e regiões segundo seu desempenho relativo, mas também para investigar como características institucionais, tecnológicas e setoriais se associam à proximidade da fronteira de eficiência. Bielov, Mitomo e Hämmäinen (2022), por exemplo, avaliam a eficiência de operadoras móveis da OCDE e comparam empresas multinacionais e domésticas, mostrando que firmas domésticas podem apresentar maior eficiência em mercados maduros. Esse resultado sugere que a atuação internacional, por si só, não assegura desempenho superior. Em linha semelhante, Nkambule et al. (2022) verificam que empresas multinacionais de *software* apresentam, em média, escores de eficiência mais elevados do que firmas não multinacionais. Contudo, os resultados indicam que a multinacionalidade, isoladamente, não explica o desempenho com robustez, enquanto ativos intangíveis e capital intelectual exercem papel mais decisivo.

Essas evidências mostram que a eficiência técnica das empresas multinacionais não decorre mecanicamente de sua condição internacional. Em vez disso, ela resulta da combinação entre escala, capacidades tecnológicas, organização interna e ambiente de operação. Essa discussão é central para o presente estudo, pois cada empresa receptora de IED é tratada como uma unidade tomadora de decisão, sendo trabalhadores e investimento os insumos e receita o produto. Nesse contexto, a DEA constitui estratégia apropriada para mensurar a eficiência relativa das firmas receptoras de IED na América Latina e Caribe, uma vez que permite comparar empresas de setores distintos sem impor uma forma funcional específica à tecnologia de produção.

A relação entre investimento direto estrangeiro e eficiência empresarial, contudo, permanece teoricamente ambígua. De um lado, a literatura sobre multinacionais sustenta que firmas internacionalizadas podem explorar ativos específicos, difundir conhecimento entre filiais, acessar novos mercados e internalizar capacidades estratégicas, o que tende a elevar produtividade e eficiência. De outro, a internacionalização também pode ampliar custos de coordenação, exposição a riscos cambiais, dificuldades regulatórias e assimetrias informacionais entre unidades dispersas geograficamente, reduzindo os ganhos esperados de desempenho. Essa coexistência aparece de forma clara nos estudos empíricos recentes. Yang; Chen; Huang (2013), por exemplo, ao analisarem firmas manufatureiras de Taiwan, encontram correlação positiva entre investimento direto no exterior e eficiência técnica, sobretudo quando as empresas combinam avanços tecnológicos com reorganização produtiva. Os autores também mostram que comparações entre firmas investidoras e não investidoras exigem cautela metodológica, pois diferenças prévias de tamanho, tecnologia e produtividade podem enviesar os resultados. Da mesma forma, Cheng et al. (2020) concluem que o investimento externo pode mitigar perdas de produtividade associadas a distorções de preços de fatores, funcionando, em alguns casos, como mecanismo de ajuste estratégico frente a restrições do ambiente doméstico.

Todavia, a literatura também mostra que os efeitos do IED dependem das características da firma e do setor. No caso das empresas multinacionais de *software* analisadas por Nkambule et al. (2022), a superioridade média das multinacionais não se traduz em efeito sistemático da multinacionalidade sobre a eficiência, justamente porque ativos intangíveis, intensidade de P&D e organização interna parecem importar mais do que a simples presença em múltiplos mercados. De forma convergente, Le; Lu (2025) mostram que a relação entre *Environmental, Social, and Governance* (ESG) e eficiência em empresas multinacionais é não linear e que a multinacionalidade atua como moderadora negativa, reduzindo os ganhos de eficiência associados ao engajamento em sustentabilidade. Segundo os autores, operar em múltiplas jurisdições amplia a complexidade de coordenação e a heterogeneidade institucional, o que limita os ganhos de desempenho esperados.

Em conjunto, esses estudos sugerem que a eficiência das empresas multinacionais deve ser entendida como resultado da interação entre características internas da firma e condições externas do país hospedeiro. Essa interpretação é particularmente útil para a ALC, onde o IED se distribui de forma desigual entre países e setores, e onde as empresas multinacionais

combinam estratégias distintas em termos de estrutura produtiva, intensidade tecnológica e inserção em cadeias globais de valor.

Uma segunda vertente relevante da literatura enfatiza que os efeitos do IED sobre a eficiência não dependem apenas das firmas, mas também das condições locais e institucionais dos países ou regiões hospedeiras. Estudos sobre inovação regional mostram que o IED pode elevar a eficiência inovativa quando encontra ambientes com capacidade de absorção, ativos complementares e infraestrutura de conhecimento suficientes para internalizar *spillovers* tecnológicos. Li; Li; He (2018), por exemplo, mostram que as diferenças regionais de eficiência inovativa na China são explicadas, em parte, pelos fluxos de IED e, em parte, pelas condições locais de absorção e complementaridade institucional. De modo semelhante, a literatura sobre ambientes regionais de inovação indica que concorrência, abertura, ativos complementares e capacidade de assimilação do conhecimento são fatores decisivos para que o IED se converta em ganhos de desempenho, em vez de apenas ampliar a competição sobre firmas domésticas (Li; Li; He, 2018).

No campo ambiental e de recursos naturais, a literatura é ainda mais ambígua. Abban; Ze;Obi (2025) mostram que o IDE chinês na África apresentou níveis de eficiência técnica entre baixos e médios e que, ao longo do tempo, a abundância de recursos naturais passou a exercer efeito negativo sobre a eficiência técnica e a eficiência técnica pura. O mesmo estudo mostra que abertura comercial e nível de renda podem melhorar componentes específicos da eficiência, mas que tais efeitos variam ao longo do tempo e entre grupos de países. De forma semelhante, Gong (2023) encontra associação negativa entre abundância de recursos naturais e ecoeficiência regional na China. O autor também mostra que o efeito do IED sobre a ecoeficiência varia entre regiões, podendo ser positivo, nulo ou negativo, a depender das condições locais e do padrão de especialização produtiva.

Zhao; Go; Feng (2023) discutem a importância da divulgação de informações ambientais na ecoeficiência e no rumo a recuperação verde. O score de eficiência das empresas na utilização que divulgam em seus sites informações ambientais é maior que aquelas que não fazem. Isso pois a relação entre a eficiência e o índice de divulgação de informações ambientais tem formato de U invertido, que nos demonstra que é necessário a divulgação de dados sobre inovações verde pode aumentar a eficiência das multinacionais ecoinovadoras. Bu et al (2022) tiveram conclusões semelhantes. Eles atribuem o aumento da eficiência das empresas a existência de uma assimetria de informações ambientais. E considerando que a heterogeneidade

das empresas afeta a divulgação de informações, por meio de testes de heterogeneidade foi descoberto que empresas exportadoras de grande porte são mais afetadas do que empresas estatais e com longa história, pela capacidade das empresas de investir capital e na sua sensibilidade à informação.

Nesse contexto, a sensibilidade das informações ambientais exerce impactos diretos no comércio de créditos de carbono. Wang (2024) analisou a eficiência desse mercado em três regiões da China, considerando tipos de patentes verdes, setores industriais e a natureza da propriedade das empresas. O autor observou que a eficiência do mercado de carbono não possui um impacto discernível imediato sobre as patentes de inovação verde, mas afeta positivamente a eficiência das empresas ao elevar a intensidade de P&D e atrair subsídios governamentais destinados a tecnologias limpas. Previamente, Zhang et al. (2020) já haviam testado empiricamente a implementação do mercado de comércio de emissões de carbono (MCE) no formato *cap-and-trade*, utilizando a técnica DEA. A política aumenta o dividendo econômico gerado pelo valor bruto da produção industrial, ao mesmo tempo em que reduz significativamente as emissões de CO<sub>2</sub> industrial em todos os sete projetos-piloto do sistema chinês.

Essas evidências são especialmente relevantes para a América Latina e Caribe. A região apresenta forte heterogeneidade institucional, integração internacional desigual e persistente especialização em recursos naturais e manufaturas inseridas em cadeias globais de valor. Nesse contexto, indicadores como capacidade inovativa, participação em tratados bilaterais de investimento, inserção em acordos comerciais regionais e intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> funcionam como *proxies* úteis para captar diferentes dimensões das vantagens locais. Em termos analíticos, essas variáveis não determinam automaticamente o desempenho das firmas, mas podem contribuir para explicar por que empresas com estruturas semelhantes de trabalhadores e investimento convertem seus recursos em receita com níveis distintos de eficiência.

A partir dos trabalhos supracitados, pode-se destacar três pontos centrais. Primeiro, a DEA constitui estratégia metodológica consolidada para medir eficiência relativa em contextos de forte heterogeneidade setorial e tecnológica, sendo adequada para comparar empresas multinacionais em diferentes países e setores. Segundo a literatura empírica sobre multinacionalidade e eficiência permanece inconclusiva, pois, em alguns casos, o investimento estrangeiro e a atuação multinacional elevam produtividade e eficiência, enquanto, em outros,

os ganhos são limitados por custos de coordenação, restrições institucionais e diferenças tecnológicas. Terceiro, os efeitos do IED sobre o desempenho dependem do ambiente locacional, incluindo inovação, integração internacional, disponibilidade de ativos complementares e padrão de recursos naturais e emissões.

É neste contexto ambíguo que o presente estudo se insere e busca contribuir para a literatura ao analisar a eficiência técnica de empresas multinacionais receptoras de IED na América Latina e Caribe em nível de firma. Ao combinar a mensuração da eficiência com a investigação de fatores setoriais e variáveis em nível de país, o estudo busca identificar em que medida o desempenho relativo dessas empresas é condicionado por características internas, pelo setor em que operam e pelo contexto locacional dos países hospedeiros.

### **3. Metodologia**

#### **3.1 Fonte de dados**

A presente pesquisa utilizou dados da plataforma fDi Markets, que fornece informações sobre IED a nível global desenvolvida pelo *Financial Times*. A ferramenta fornece dados detalhados sobre projetos de investimento anunciados por empresas multinacionais, permitindo análises por país, setor econômico e tipo de atividade. São disponibilizadas variáveis como empresa investidora, país de origem, país de destino, setor de atuação, atividade empresarial, número de trabalhadores, investimento e receita anual. A plataforma também contempla dados qualitativos, como os motivos estratégicos do investimento como acesso a mercados, incentivos fiscais, mão de obra qualificada e sinais iniciais de intenção de internacionalização.

O fDi Markets é um banco de dados pago e é composto por duas partes principais, o Projects Database, que reúne todos os projetos registrados com dados atualizados; e o Company Database, que contém informações específicas das empresas, incluindo perfis institucionais e contatos. Devido à sua cobertura internacional, riqueza de variáveis, o sistema é utilizado em análises de políticas públicas relacionadas aos fluxos de IED.

Foram analisadas 48 empresas sediadas na ALC de 25 setores econômicos. Entre os setores, os principais foram: fabricação de alimentos e bebidas, serviços bancários e financeiros, serviços de tecnologia da informação e soluções digitais, pertencentes a 10 países. Brasil, México, Chile, Argentina, Peru, Jamaica, Panamá, Colômbia Uruguai e Costa Rica podem ser citados como exemplos. As empresas, descritas na Tabela 1, foram categorizadas segundo sua eficiência e o retorno de escala (crescente ou decrescente).

Para a análise do Índice Global de Inovação (GII), utilizou-se as informações fornecidas pelo relatório anual de inovação da WIPO, que fornece dados sobre a população, PIB, PIB per capita e os escores de inovação das 139 economias incluídas no relatório.

Os dados sobre os TBIs foram retirados na base do Programa de Trabalho da sobre Acordos Internacionais de Investimento (AIIs) da UNCTAD, que disponibiliza dados sobre TBIs e sobre Tratados com Disposições sobre Investimentos (TIPs). A plataforma contempla informações sobre o número de tratados assinados, data de assinatura, *status*, data de entrada em vigor e texto do documento

Utilizou-se a base da OMC, que fornece informações sobre Acordos Comerciais Regionais (RTA) em vigor ao longo do tempo, dos países membros da organização. A coleta de informações sobre a intensidades de emissões foi feita no Banco de Dados de Emissões para Pesquisa Atmosférica Global (EDGAR) da União Europeia. A plataforma fornece dados globais sobre as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos por país e em uma grade espacial. As variáveis explicativas são selecionadas conforme a literatura, para as empresas e países selecionados. Essas variáveis são visualizadas no Quadro 1.

**Quadro 1-** Variáveis e suas descrições.

Variável	Descrição	Sinal Esperado	Trabalhos
<b>Variáveis - nível de empresa</b>			
Número de trabalhadores	Capital humano da empresa, média de trabalhadores.	positivo	Alvarez; Crespi, 2003; Shujie; Zhongwei; Genfu, 2007.
Investimento	Aplicações em capital físico moderno e capacitação de trabalhadores, incluindo investimentos em P&D	positivo	Dunning, 1995; Ramirez, 2006; Adams; Neuman; Tabrizy, 2018.
Receita Anual	Saldo anual de receitas da empresa.	positivo	Lee, 2009; Park; Cho, 2011; Mahdavi; Moghaddam; Alipour, 2012.
<b>Variáveis – nível de país</b>			
Índice de Inovação Global	Índice da OMPI que mede o desempenho de inovação. Identifica as tendências globais.	positivo	Basílio, 2025.
Participação em Tratados Bilaterais de Investimento (TBIs),	Conjunto de normas que regulamentam os investimentos estrangeiros privados de um país em outro.	positivo	Dunning; Lundan, 2009
Inserção em Acordos Comerciais Regionais (RTA)	Acordos comerciais recíprocos entre dois ou mais parceiros, não necessariamente pertencentes à mesma região.	positivo	Sunge; Ngepah, 2020
Intensidade de emissões	Emissões Totais de CO <sub>2</sub> /PIB	negativo	Soares; Cunha, 2019, Fontes Filho, 2023, Tiburcio, 2024.

Fonte: elaboração própria.

### 3.2 Análise Envoltória de Dados

A metodologia utilizada para mensurar a eficiência técnica das empresas multinacionais é a Análise Envoltória de Dados (DEA), uma técnica não paramétrica baseada em programação matemática. A DEA é aplicada para avaliar a eficiência relativa de Unidades Tomadoras de Decisão Homogêneas (DMUs), ao comparar seu desempenho na transformação de insumos em produtos.

O método foi originalmente desenvolvido por Charnes; Cooper; Rhodes (1978), a partir do conceito de fronteira de produção formulado por Farrell (1957). Os autores propuseram o modelo conhecido como CCR, em referência às iniciais de seus nomes, que calcula a eficiência com orientação aos insumos, sob a hipótese de Retornos Constantes de Escala (CRS), ou seja, assumem que a produção varia proporcionalmente aos insumos utilizados.

Posteriormente, o modelo foi estendido por Banker; Charnes; Cooper (1984), que introduziram o modelo BCC, incorporando a hipótese de Retornos Variáveis à Escala (VRS). Essa versão permite considerar tecnologias com rendimentos crescentes, constantes ou decrescentes, tornando a análise mais aderente à heterogeneidade produtiva das unidades avaliadas. Segundo Ferreira; Gomes (2009), tais extensões ampliaram o potencial analítico da DEA, tornando-a uma ferramenta adequada para estudos de eficiência em diferentes contextos produtivos.

A escolha pela aplicação da DEA justifica-se pelas vantagens que a metodologia oferece diante da complexidade do problema de pesquisa. A técnica possibilita a consideração simultânea de múltiplos insumos e produtos, mesmo quando expressos em unidades distintas, o que é especialmente adequado para avaliar o desempenho de empresas multinacionais com estruturas operacionais heterogêneas. Além disso, a técnica DEA não requer especificação prévia de uma forma funcional entre insumos e produtos, conferindo maior flexibilidade analítica.

Outro aspecto é a capacidade do modelo de identificar, para cada unidade ineficiente, um conjunto de referências eficientes (*benchmarks*), fornecendo direções para a melhoria do desempenho relativo. Para Mahdavi; Moghaddam; Alipour (2012), a técnica DEA reconhece *benchmarks* entre unidades eficientes para ajudar as ineficientes a atingir níveis ótimos de custo, receita e lucro. Além disso, a DEA também opera com base em observações individuais e não

em médias agregadas (Gomes; Baptista, 2004), o que a torna particularmente apropriada para estudos com microdados empresariais.

Neste estudo, é adotado o modelo BCC, que assume retornos variáveis à escala, por refletir de forma mais realista o contexto analisado, no qual se espera encontrar empresas operando em diferentes escalas de produção, dadas suas especificidades organizacionais e setoriais. Entre essas variáveis, destacam-se indicadores como a receita comercial, frequentemente associada à eficiência operacional (Lee, 2009; Park; Cho, 2011; Pérez-Gomes; Arbelo-Pérez; Arbelo, 2020) e o GII (Basílio, 2025) importante para caracterizar o ambiente inovador. Como o foco da análise recai sobre a maximização dos produtos (receita) a partir de um conjunto de recursos (insumos), é utilizada a orientação produto.

### 3.2.1 Matemática do Modelo

O modelo BCC com orientação ao produto tem como objetivo maximizar a expansão proporcional de seus produtos, para cada DMU que está sendo analisada, dado que seus insumos permaneçam constantes. Neste estudo o produto é a receita das empresas e os insumos são número de trabalhadores e investimentos. Para cada DMU, o modelo se propõe a resolver o problema de programação linear apresentado a seguir:

$$\max \phi, \text{ sujeito a: } -\phi y_i + Y\lambda \geq 0, \quad x_i - X\lambda \geq 0, \quad N1\lambda = 1, \quad \lambda \geq 0 \quad (1)$$

em que  $(\phi)$  é o *escore* de eficiência da DMU observada em que  $1 \leq \phi \leq \infty$ ; é um vetor  $(n \times 1)$ , cujos valores são calculados de forma a obter a solução ótima;  $x_i$  e  $y_i$  são as quantidades do insumo  $i$  e do produto  $i$  da DMU observada;  $Y$  é a matriz de produto, de dimensão  $(m \times n)$ , representando os dados de todas as  $n$  DMUs;  $X$  é a matriz de insumos, de dimensão  $(k \times n)$ , representando os dados de todas as  $n$  DMUs; e  $N1$  é o vetor unitário de dimensão  $(n \times 1)$ .

O *escore* de eficiência resultante da otimização do modelo define os *status* das DMUs em dois grupos, eficiente e ineficientes:

- i. A DMU é dita (tecnicamente) eficiente se, e somente se, o resultado ótimo for igual a 1. Neste caso, os valores variam de zero para todas as DMUs, exceto para a própria DMU em análise, 1. Isso significa que essa unidade já está na fronteira e serve de exemplo para si mesma.

- ii. A DMU é dita ineficiente se apresentar score menor do que 1. Em que  $(\phi-1)$  representa o aumento proporcional nos produtos que poderiam ser obtidos pela  $i$ -ésima DMU, mantendo-se constante a utilização de insumos.

O diferencial desse modelo consiste na implementação da restrição de convexidade ( $\sum \lambda = 1$ ), garantindo que a fronteira de eficiência seja formada por uma combinação convexa das DMUs existentes, ao considerar retornos variáveis de escalas. Sendo, portanto, uma metodologia consistente para avaliar o desempenho e identificar oportunidades de melhoria em cenários onde o objetivo é maximizar resultados a partir de recursos limitados, levando em conta que as unidades podem operar em diferentes escalas de produção.

### **3.3 Análise de Correspondência**

A etapa exploratória deste trabalho empregou Análise de Correspondência Simples (ACS), em linha com a formulação apresentada por Fávero; Belfiore (2017). Seguiu-se o procedimento proposto pelos autores quanto à construção das tabelas de contingência, à codificação indicadora das categorias, à decomposição da inércia associada ao qui-quadrado e à interpretação geométrica da proximidade entre categorias no plano perceptual de baixa dimensão. A aplicação dos testes de independência do qui-quadrado, a extração das dimensões fatoriais e o uso da inércia explicada em cada eixo seguiram o procedimento descrito pelos referidos autores para avaliação de associações entre perfis categóricos em pesquisas amostrais.

Foram realizadas duas análises de correspondência bivariadas. Em um primeiro passo, os escores de eficiência calculados pelo modelo DEA, medidos em escala contínua, foram convertidos em uma variável categórica pela divisão de sua distribuição empírica em quatro quartis, resultando em quatro grupos de empresas, do quartil menos eficiente ao quartil mais eficiente. Essa discretização em quartis permite trabalhar com um número reduzido de categorias, o que facilita a aplicação e a interpretação gráfica da análise de correspondência. Na primeira especificação, os quartis de eficiência foram então cruzados com os países hospedeiros dos projetos de investimento direto estrangeiro.

Na segunda especificação, analisaram-se conjuntamente as categorias de eficiência e os setores de atividade econômica, definidos a partir do agrupamento dos setores originais em quatro grupos mais homogêneos em termos de natureza produtiva e intensidade de capital. Em ambas as especificações, o objetivo foi verificar se existem padrões sistemáticos de associação

entre os quartis de eficiência, primeiramente, para os países em que os projetos se localizam e depois para grupos setoriais em que as empresas estão inseridas.

Em cada uma das duas análises, construiu-se inicialmente uma tabela de contingência cruzando as categorias de eficiência com as categorias de país e, em seguida, com as categorias de setor. Em cada caso, aplicou-se o teste de independência do qui-quadrado, de forma a avaliar a hipótese nula de ausência de associação entre as distribuições condicionais de eficiência e as distribuições de países ou setores. Na sequência, estimou-se a ACS por meio da codificação indicadora das categorias da tabela de contingência, e foram extraídas as dimensões fatoriais, bem como a inércia associada a cada dimensão. Por fim, geraram-se mapas perceptuais bidimensionais, utilizados para interpretar a proximidade entre categorias e a direção das associações entre eficiência, países e setores.

Em todas as análises, a interpretação baseou-se na configuração espacial das categorias no plano formado pelas duas primeiras dimensões. Categorias mais próximas nesse plano foram interpretadas como apresentando perfis semelhantes de distribuição conjunta entre eficiência e país ou entre eficiência e setor. A posição relativa de cada categoria em relação à origem foi utilizada para identificar associações mais fortes com os eixos latentes extraídos pela análise. A parcela de inércia explicada por cada dimensão foi utilizada como medida de importância relativa de cada eixo na decomposição da variabilidade conjunta das variáveis categóricas.

A utilização da ACS é adequada para este estudo porque a variável de interesse foi transformada em categorias e descreve o perfil de eficiência de empresas multinacionais. A relação entre eficiência técnica e características de país ou setor não é, em princípio, linear e não se resume a variações contínuas de intensidade, mas se manifesta em perfis combinados de inserção geográfica e produtiva que diferem entre grupos de empresas. A análise de correspondência possibilita captar esses perfis sem impor forma funcional paramétrica, reduz a dimensionalidade do conjunto de categorias e oferece uma representação visual que torna possível identificar quais combinações de países e setores se aproximam de níveis mais altos ou mais baixos de eficiência.

Por fim, as três variáveis categóricas utilizadas nas análises de correspondência foram construídas da seguinte forma. A eficiência técnica foi inicialmente estimada como escore contínuo no intervalo de 0 a 1, a partir do modelo DEA BCC. Em seguida, esses escores foram convertidos em categorias (1, 2, 3, 4) por meio da divisão da distribuição em quatro quartis. O primeiro quartil agrupa as empresas com menores níveis de eficiência relativa (categoria 1),

enquanto o quarto quartil reúne aquelas mais próximas da fronteira de eficiência (categoria 4). Esses quartis de eficiência são a base para as categorias de grupo utilizadas tanto nos mapas perceptuais quanto na função discriminante.

A variável país corresponde ao país hospedeiro de cada projeto de investimento direto estrangeiro registrado na base fDi Markets e foi tratada como variável categórica nominal. Foram considerados os países da América Latina e Caribe presentes na amostra, a saber: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Jamaica, México, Panamá, Peru e Uruguai. Para fins de processamento estatístico, cada país recebeu um código numérico (1 a 10, na ordem que aparecem no texto), mas a interpretação dos resultados é feita sempre em termos dos nomes dos países.

A variável setor foi inicialmente observada em categorias setoriais mais desagregadas, tal como reportadas pela fDi Markets, o que gerava número elevado de categorias e dificultava a leitura dos mapas de correspondência. Para tornar a análise mais parcimoniosa e captar padrões mais gerais, esses setores foram agregados em quatro categorias: (1) agro e bens de consumo, que inclui atividades agroindustriais e de produção de bens finais voltados ao consumo; (2) indústria pesada e materiais, que reúne metalurgia, bens de capital e manufaturas intensivas em capital físico; (3) química, energia e ambiental, que abrange químico-petroquímicos, energia e segmentos relacionados a soluções ambientais; e (4) serviços intensivos em conhecimento e finanças, que engloba serviços financeiros, de telecomunicações e outros serviços baseados em conhecimento. Assim como no caso dos países, esses grupos foram codificados numericamente apenas para fins de estimação, sendo apresentados e discutidos no texto pelos respectivos rótulos descritivos.

### **3.4 Determinação da função discriminante**

Na etapa de análise discriminante, buscou-se verificar em que medida variáveis explicativas em nível de empresa e de país são capazes de diferenciar grupos de eficiência. A variável de grupo corresponde às categorias de eficiência, obtidas a partir da divisão dos escores de eficiência em quartis. Dessa forma, as empresas multinacionais foram classificadas em quatro grupos, do primeiro quartil, que reúne as observações menos eficientes, ao quarto quartil, que concentra as observações mais eficientes.

Uma vez definidas as variáveis independentes, construiu-se uma combinação linear dessas variáveis que maximiza a separação entre os grupos de eficiência. Em termos gerais, a análise discriminante procura estimar funções do tipo apresentadas na expressão (2).

$$Y_i = B_i X_i \quad (2)$$

em que  $Y_i$  representa a variável de grupo, com valores variando de 1 a 4, com valor 1 para observações menos eficientes e valor 4 para as mais eficientes. Os parâmetros  $b_i$  são estimados pela análise discriminante. As variáveis independentes foram: número de trabalhadores, investimento, receita, Índice de Inovação Global, participação em TBI, inserção em ACR e intensidade de emissões, medida pela razão entre emissões de CO<sub>2</sub> e PIB.

A escolha dessas variáveis se justifica pelo interesse em capturar simultaneamente características internas das empresas e atributos locacionais em nível de país. Espera-se que empresas mais eficientes apresentem maior escala de operação, refletida em maiores níveis de emprego, investimento e receita, e que estejam inseridas em ambientes nacionais com maior capacidade inovativa, maior densidade de acordos internacionais de investimento e comércio e padrões distintos de intensidade de emissões. O GII procura captar o ambiente de conhecimento e tecnologia disponível no país hospedeiro. A participação em TBIs e a inserção em ACRs representam o grau de integração institucional do país à economia internacional. A intensidade de emissões indica o padrão de uso de energia e a estrutura produtiva, associada a custos ambientais e a pressões regulatórias que podem afetar o comportamento eficiente das empresas.

A análise discriminante permite, ainda, identificar quais variáveis independentes contribuem de forma mais relevante para a separação entre os grupos. Para isso, foram examinados os coeficientes da função discriminante e os testes associados, em especial os testes F de igualdade de médias das variáveis entre os grupos e a estatística lambda de Wilks. A estatística lambda de Wilks expressa a proporção da variabilidade total não explicada pelas diferenças entre os grupos e permite testar a hipótese nula de igualdade dos centroides. Valores próximos de zero indicam maior diferença entre os grupos, enquanto valores próximos de um sugerem maior semelhança. Por fim, avalia-se o grau de previsão do modelo, por meio da matriz de classificação, que resume quantas empresas são corretamente alocadas no quartil de eficiência ao qual pertencem, dadas as características observadas em relação às variáveis explicativas.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1 Análise de eficiência

A análise de eficiência técnica foi realizada para empresas multinacionais com projetos de investimento direto estrangeiro na América Latina e Caribe. Os resultados indicaram que apenas nove empresas atingiram a fronteira de eficiência. Essas empresas atuam em segmentos diversos, como indústria de alimentos e bebidas, metalurgia de minério de ferro, serviços bancários e financeiros, telecomunicações, fabricação de equipamentos náuticos e embarcações de luxo e fabricação de equipamentos aeroespaciais. No extremo oposto, somente uma empresa do setor de aquicultura foi classificada como totalmente ineficiente.

A eficiência média estimada foi igual a 0,346, valor considerado baixo, o que indica que a maior parte das empresas multinacionais receptoras de IED opera abaixo da fronteira de melhor prática e apresenta margem significativa para redução de insumos, dadas as receitas observadas. Observou-se predominância de retornos decrescentes de escala, situação em que aumentos proporcionais nos insumos geram aumentos menos que proporcionais no produto. Apenas uma empresa apresentou retornos crescentes de escala, sugerindo que, para esta unidade, a expansão do porte poderia, em princípio, estar associada a ganhos adicionais de eficiência.

A Tabela 1 apresenta a eficiência técnica em 2024, por empresa, com seus respectivos setores e o tipo de retornos de escala.

**Tabela 1** - Scores de eficiência por empresa, setor e tipo de retornos de escala

DMU	Setores	Eficiência técnica	Retornos de escala
1	Fab. produtos alimentícios	1	Constante
2	Aquicultura	0	Constante
3	Serviços de tecnologia da informação e soluções digitais	0,046	Decrescente
4	Serviços bancários e financeiros	0,098	Decrescente
5	Serviços bancários e financeiros	0,354	Decrescente
6	Fab. de equipamentos aeroespaciais	0,143	Decrescente
7	Fab. de bebidas	0,077	Decrescente
8	Metalurgia de minério de ferro, pelotas e níquel	1	Decrescente
9	Fab. de produtos alimentícios e bebidas	0,002	Decrescente
10	Fab. de produtos alimentícios e bebidas	0,293	Decrescente
11	Fab. de equipamentos eletrônicos	0,309	Decrescente
12	Serviços bancários e financeiros	1	Decrescente
13	Fab. de produtos alimentícios	0,103	Decrescente
14	Fab e refinamento de produtos petroquímicos	0,696	Decrescente
15	Gestão de resíduos	0,102	Decrescente
16	Distribuição e fornecimento de produtos de iluminação elétrica e energia solar	0,449	Decrescente
17	Fab. equipamentos eletrônicos	0,299	Decrescente
18	Serviços e-commerce	0,262	Decrescente

19	Fab. de produtos de organização doméstica e limpeza	0,035	Decrescente
20	Fab. de equipamentos e materiais de construção	0,384	Decrescente
21	Fab. de produtos farmacêuticos	0,069	Decrescente
22	Fab. de tubos e conexões hidráulicas	0,274	Decrescente
23	Fab. de produtos alimentícios	0,453	Decrescente
24	Serviços bancários e financeiros	0,315	Decrescente
25	Serviços de tecnologia da informação e soluções digitais	0,001	Decrescente
26	Fab. equipamentos eletrônicos	0,225	Decrescente
27	Serviços bancários e financeiros	0,196	Decrescente
28	Fab. de produtos alimentícios	0,126	Decrescente
29	Fab. de bebidas	0,019	Decrescente
30	Serviços bancários e financeiros	0,01	Decrescente
31	Piscicultura	0,071	Decrescente
32	Serviços bancários e financeiros	0,004	Decrescente
33	Fab. de produtos e equipamentos náuticos e embarcações de luxo	1	Crescente
34	Fab. de produtos alimentícios	1	Decrescente
35	Fab. de tecidos e vestuário	0,003	Decrescente
36	Fab. de celulose e produtos de papel	0,088	Decrescente
37	Serviços de tecnologia da informação	0,043	Decrescente
38	Produção e comercialização de café	0,01	Decrescente
39	Fab. de bebidas	1	Decrescente
40	Fab. de equipamentos e materiais para construção	0,87	Decrescente
41	Serviços de telecomunicações	1	Decrescente
42	Fab. de alimentos e bebidas	0,075	Decrescente
43	Serviços financeiros, fab. de produtos petroquímicos e materiais de construção	0,294	Decrescente
44	Fab. de produtos petroquímicos, engenharia e construção	0,11	Decrescente
45	Serviços e-commerce	0,346	Decrescente
46	Fab. de equipamentos aeroespaciais	1	Decrescente
47	Fab. de equipamentos aeroespaciais	1	Constante
48	Fab. de produtos petroquímicos	0,341	Decrescente
<b>Média</b>		0,346	

Fonte: Elaboração própria.

Entre as empresas eficientes, com escore igual a 1, 22,2% pertencem ao setor alimentício, 22,2% ao segmento aeroespacial e 11,1% a cada um dos demais setores, bebidas, metalurgia de minério de ferro, serviços bancários e financeiros, telecomunicações e equipamentos náuticos e embarcações de luxo. Em termos de firmas, destacam-se BRF Brasil Foods e JBS, Latam Airlines e EMBRAER, Vale, FEMEX, Sessa Marine Alfa e América Movil. Esses resultados podem ser associados à forte inserção internacional desses setores e à participação mais intensa nas cadeias globais de valor.

Outro setor em destaque na eficiência é o setor aeroespacial, que está na fronteira tecnológica de produção de sistemas de sensoriamento remoto, células solares, satélites e

baterias de íons de lítio (Matos, 2016). O setor destaca pela eficiência operacional, pelas tecnologias da Indústria 4.0, integradas de forma fluida à fabricação de aeronaves e pela integração de tecnologias de *blockchain* e Inteligência Artificial (IA) (Abdulrhman, 2023; Bathia et al, 2024, Lira; Ribeiro; Oliveira, 2024). As inovações promovidas pelo setor servem de insumos para outras indústrias, como a de energia renovável, auxiliando nos investimentos, aumento de receitas, monitoramento meteorológico e no desenvolvimento de materiais mais leves.

O score observado para os setores de metalurgia, serviços bancários, equipamentos náuticos, bebidas e telecomunicações pode ser explicado pelo fato de as indústrias dependerem fortemente da inovação tecnológica para incorporar práticas mais sustentáveis, com baixa emissão de CO<sub>2</sub> em seus processos produtivos. Essas rotas de desenvolvimento são mantidas por empresas que buscam o melhor posicionamento de seus negócios (Rodrigues et al., 2025). As práticas envolvem automação e *softwares* que reduzem desperdícios e consumo energético. Na metalurgia, a economia circular, as tecnologias de *big data*, a impressão 3D e os novos materiais têm reduzido o ciclo de vida e o tempo de desenvolvimento de novos produtos (Mesquita; Carvalho; Ogando, 2016; Rodrigues et al., 2025).

O setor de serviços bancários tem investido no comércio eletrônico bancário; o termo em inglês *e-banking* integra serviços financeiros e plataformas *online* para pagamentos e transações (Treptow et al., 2020; Da Silva Ferreira; Tumelero; Rossett, 2022; Luna et al., 2023). Para equipamentos náuticos e embarcações de luxo, observa-se a exclusividade de atendimento e produto e da formação de uma conexão emocional profunda entre cliente empresa, importantes para o aumento de receitas (Dogan, 2024). No setor de bebidas, a eficiência do setor está associada principalmente a investimentos em de logísticas, gestão de transporte e gestão operacional (Cristian, 2024).

Observa-se ainda que apenas uma empresa do setor de aquicultura. Quemchi, foi totalmente ineficiente. Esse resultado pode ser explicado, pois a taxa de crescimento das atividades aquícolas foi maior do que quase todas as outras fontes de alimento, atingindo 222 milhões de toneladas em 2022 (FAO, 2025). Os impactos econômicos e sociais gerados pelo aumento na escala produtiva das atividades aquícolas foram tão abrangentes que o setor passou a fazer parte da chamada Revolução Azul (Siqueira, 2022; FAO, 2025). A revolução tem gerado sérios impactos ambientais associados à reavaliação dos parâmetros utilizados nos projetos de

aquicultura, como escala de produção, diversificação de espécies, concentração dos grupos de tanques-rede, uso adequado de antibióticos e substituição por probióticos (Siqueira, 2022).

Outro fato importante é observar as empresas que tiveram eficiência muito baixa, como as dos setores alimentício, de vestuário e de tecnologia da informação, as empresas San Miguel Global, Ci&T e Supertex, com eficiências de 0,002, 0,001 e 0,003, respectivamente. A baixa eficiência está associada principalmente a práticas inadequadas de pré e pós-colheita que frequentemente levam a perdas nas receitas e ameaçam a segurança alimentar. Além do fator sustentável, uma vez que a produção excessiva aumenta em especial a intensidade de emissões de GEE (Eičaitė et al, 2023; Shahbazi, Shahbazi; Bazi, 2025). No setor de vestuário o sistema é caracterizado por taxas relativamente altas de reutilização, mas taxas muito baixas de reciclagem, que comprometem o ICC dos países. Mais roupas são destruídas (por meio de aterros sanitários e incineração) do que reutilizadas e recicladas. (Millward-Hopkins, Purnell; Baurley, 2023; E Soares et al, 2024).

Com a ascensão da inteligência artificial (IA), o setor de tecnologia da informação sofre principalmente com as emissões de GEE. O crescimento da IA está acelerando a implantação de servidores de alto desempenho, os chamados *datacenters* (IEA, 2025) que geram implicações de sustentabilidade em termos dos impactos combinados em energia, água e clima. Segundo Xiao et al (2025), a implantação desses servidores de IA nos Estados Unidos pode gerar uma pegada hídrica anual que varia de 731 a 1.125 milhões de m<sup>3</sup> e emissões adicionais de carbono equivalente entre 24 e 44 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> entre 2024 e 2030.

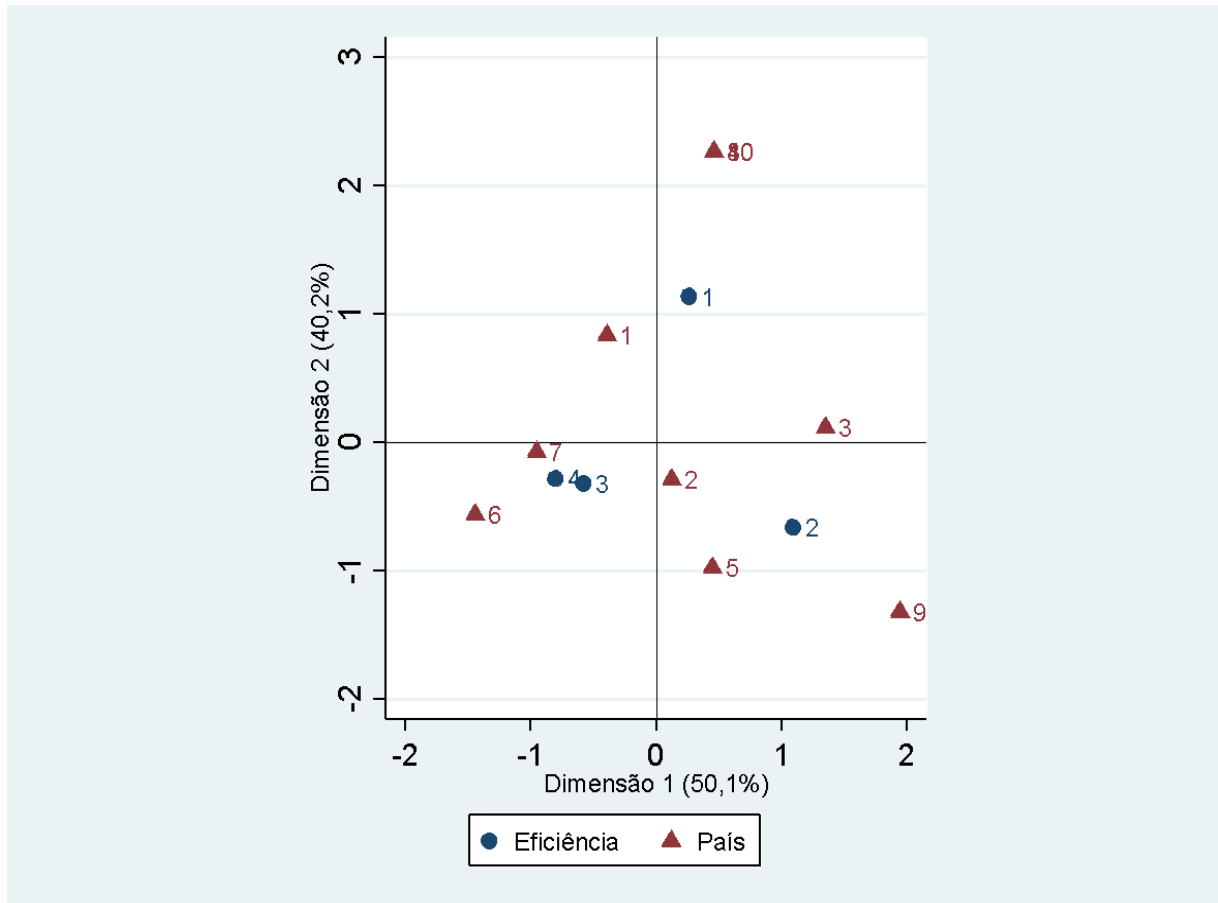
Um resultado interessante de se observar são os retornos de escala. Somente uma empresa do setor náutico apresentou retornos crescentes, as demais tiveram retornos decrescentes. Esse resultado pode ser explicado, pois a empresa Sessa Marine pertence ao setor de produção de bens de luxo, em que os consumidores valorizam a exclusividade, a qualidade e o *status* que o bem proporciona. O perfil dos consumidores, pode ter favorecido o desempenho da empresa, tornando-a a única do setor a operar sob retornos crescentes de escala.

#### **4.2 Associação entre eficiência, países e setores**

A Figura 1 apresenta o mapa de correspondência entre eficiência e país. As duas primeiras dimensões explicam cerca de 90% da inércia total, o que indica que a maior parte da associação entre as categorias está bem representada no plano bidimensional. No gráfico, o quartil inferior de eficiência localiza-se principalmente à direita do eixo horizontal, em maior proximidade com Argentina, Panamá e Uruguai. O segundo quartil aparece mais associado a

Brasil e Costa Rica, enquanto o terceiro quartil se aproxima de Chile e Jamaica. Já o quartil superior de eficiência permanece próximo à origem, sem forte associação com países específicos. Esse padrão sugere que as empresas menos eficientes tendem a se concentrar em alguns mercados específicos, ao passo que as mais eficientes se distribuem de forma mais homogênea entre os diferentes países da amostra.

**Figura 1** - Mapa perceptual para eficiência e país.



Fonte: Resultados da pesquisa.

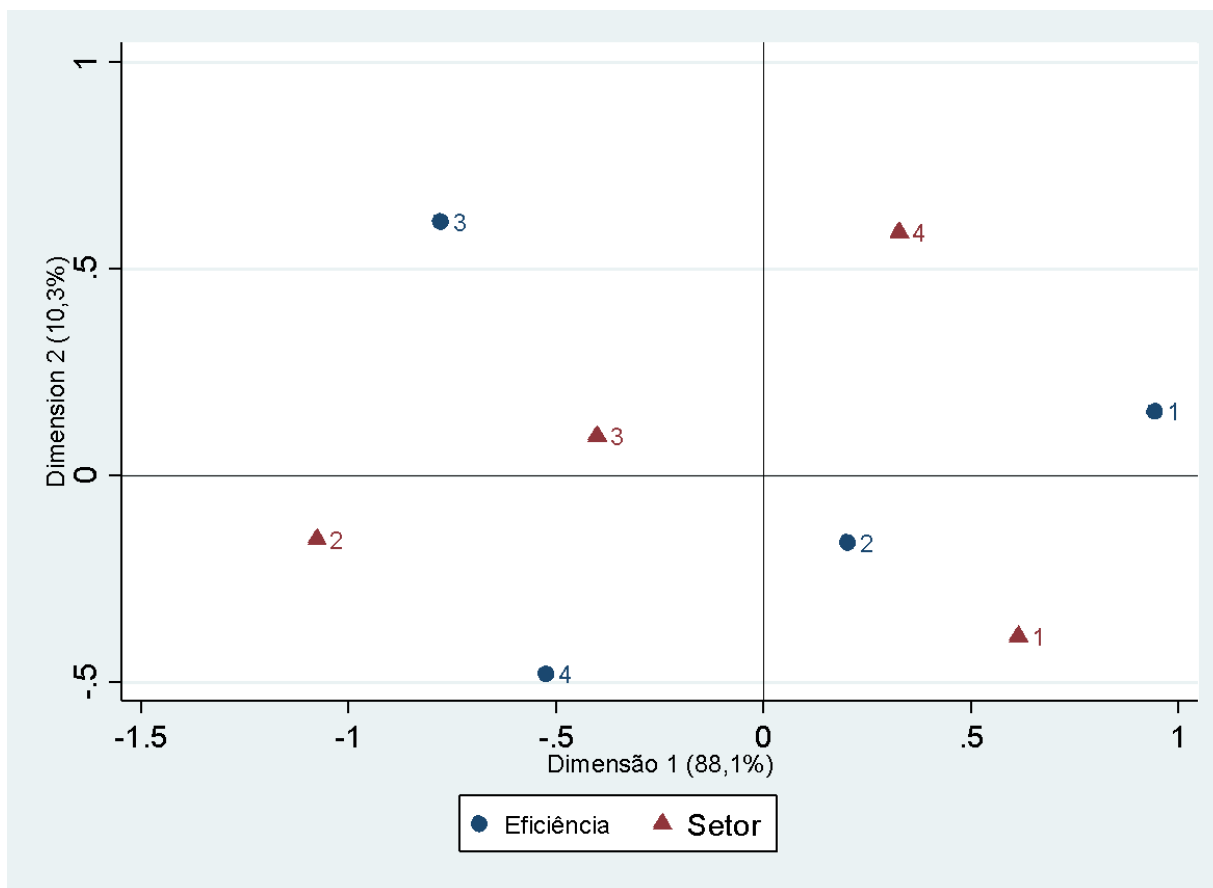
Nota: Argentina (1), Brasil (2), Chile (3), Colômbia (4), Costa Rica (5), Jamaica (6), México (7), Panamá (8), Peru (9) e Uruguai (10).

Do ponto de vista econômico, o resultado sugere que o país hospedeiro influencia a eficiência das empresas com IED, mas não de forma determinística. Argentina, Panamá e Uruguai apresentam menor presença relativa de empresas nos quartis superiores de eficiência, o que pode estar associado a uma composição setorial menos voltada a atividades intensivas em inovação, ou ainda a restrições institucionais e de escala de mercado. Brasil, Chile e Costa Rica ocupam posição intermediária no mapa, relacionada aos quartis centrais de eficiência,

indicando a coexistência de projetos com desempenho técnico mais elevado e mais reduzido em um mesmo país. A ausência de um país nitidamente ligado ao quartil superior de eficiência sugere que, na amostra analisada, as empresas mais eficientes se beneficiam de diferentes combinações de vantagens locais e não se concentram em uma única economia hospedeira.

Quando se analisaram conjuntamente setores e eficiência, conforme Figura 2, o gradiente setorial tornou-se mais definido. As duas primeiras dimensões explicaram praticamente toda a inércia da figura, indicando forte alinhamento entre os quartis de eficiência e os grupos setoriais. Os megagrupos Indústria pesada e materiais e Química, energia e ambiental associam-se predominantemente aos quartis superiores de eficiência, enquanto agro e bens de consumo e serviços intensivos em conhecimento e finanças se aproximam dos quartis inferiores. Esse padrão é consistente com a etapa de DEA, em que as empresas eficientes se concentram em setores como metalurgia, petroquímica, alimentos, bebidas, aeroespacial e telecomunicações, segmentos nos quais a estrutura de custos, a exposição regulatória e a relevância estratégica da transição energética tendem a favorecer a adoção de arranjos produtivos mais eficientes.

**Figura 2** - Mapa perceptual para eficiência e setor.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: (1) agro e bens de consumo, que inclui atividades agroindustriais e de produção de bens finais voltados ao consumo; (2) indústria pesada e materiais, que reúne metalurgia, bens de capital e manufaturas intensivas em capital físico; (3) química, energia e ambiental, que abrange químico-petroquímicos, energia e segmentos relacionados a soluções ambientais; e (4) serviços intensivos em conhecimento e finanças, que engloba serviços financeiros, de telecomunicações e outros serviços baseados em conhecimento.

A associação positiva entre indústria pesada e materiais e química, energia e ambiental e os quartis superiores indica que projetos mais intensivos em capital físico, infraestrutura energética e tecnologias ambientais conseguem converter de forma mais eficiente os recursos utilizados em receita, possivelmente em razão de economias de escala, difusão mais rápida de inovações e pressão regulatória por desempenho ambiental.

Já a aproximação de agro e bens de consumo e serviços intensivos em conhecimento e finanças dos quartis inferiores de eficiência sugere que, na definição adotada neste estudo, em que eficiência reflete a capacidade de transformar trabalhadores e investimentos em receita no ano de 2024, os projetos de IED nesses segmentos não convertem insumos em produto com a

mesma intensidade observada em indústria pesada e materiais e em Química, energia e ambiental.

No caso de agro e bens de consumo, a proximidade com os quartis inferiores de eficiência pode estar relacionada à forma como o valor é gerado e apropriado ao longo das cadeias agroalimentares. Fuglie et al. (2020) mostram que, embora a difusão de tecnologias modernas no campo tenha elevado a produtividade em diversos segmentos, persistem grandes diferenças de desempenho entre produtores e elos da cadeia, especialmente em economias em desenvolvimento, nas quais a adoção tecnológica é desigual e os gargalos de infraestrutura são mais presentes. Relatórios da Cepal, Fao e IICA (2020) destacam ainda que os sistemas agroalimentares na América Latina e Caribe são fortemente afetados por custos logísticos elevados, ineficiências em transporte, armazenagem e distribuição, além de volatilidade de preços e forte poder de barganha de intermediários e grandes varejistas. Nesse contexto, mesmo projetos com níveis significativos de trabalhadores e investimento podem enfrentar margens relativamente estreitas e elevada pressão de custos, de modo que a receita observada em um dado período não reflète integralmente o esforço de insumos. Quando a eficiência é mensurada pela relação entre trabalhadores, investimento e receita em um único ano, essas características estruturais podem contribuir para que empresas classificadas em agro e bens de consumo apresentem escores médios de eficiência mais baixos em comparação a setores industriais intensivos em capital e tecnologia.

Para os serviços intensivos em conhecimento e finanças, os modelos de negócio tendem a se apoiar em ativos intangíveis, como software, dados, marca, reputação e capacidades organizacionais. Como discutido por Van Assche (2020), esses ativos intangíveis ocupam posição central nas cadeias globais de valor, capturam parcela elevada do valor gerado e dependem fortemente de economias de aglomeração e de alta conectividade internacional para se traduzirem em desempenho econômico. Nesse tipo de atividade, uma parte importante do esforço de investimento assume a forma de custos fixos em intangíveis, cujos retornos se materializam de forma mais difusa e ao longo do tempo, em contratos recorrentes, fidelização de clientes ou fortalecimento de posição na cadeia, e nem sempre em maior receita observada em um único ano. Quando a eficiência é medida apenas pela relação entre trabalhadores, investimento total e receita em um corte temporal específico, essa dinâmica pode fazer com que empresas de Serviços intensivos em conhecimento e finanças apareçam com escores

relativamente menores, contribuindo para sua maior concentração nos quartis inferiores de eficiência.

Em conjunto, os mapas perceptuais reforçam que a heterogeneidade de eficiência das empresas com IED na ALC está mais relacionada à composição setorial do que à localização geográfica isolada. A dimensão país ainda exerce influência, sobretudo na concentração relativa de empresas nos quartis inferiores em determinadas economias, porém a estrutura setorial dos investimentos parece desempenhar papel mais decisivo na probabilidade de as empresas alcançarem a fronteira de eficiência técnica.

### **4.3 Análise discriminante**

Os resultados da análise de correspondência indicaram que a associação entre eficiência e setores é mais nítida do que a relação entre eficiência e países, sugerindo que a composição setorial exerce papel central na proximidade das empresas em relação à fronteira de eficiência. Ainda assim, permanece a questão de em que medida características em nível de país contribuem para diferenciar grupos de eficiência entre empresas multinacionais que recebem investimento direto estrangeiro na América Latina e Caribe. Esta seção aprofunda essa dimensão por meio da estimação de uma função discriminante, na qual os quartis de eficiência são tratados como variável de grupo e as variáveis em nível de país, como Índice de Inovação Global, participação em Tratados Bilaterais de Investimento, inserção em Acordos Comerciais Regionais e intensidade de emissões de CO<sub>2</sub>, são utilizadas como discriminantes, além de variáveis em nível de firma. Essa abordagem permite avaliar se, dado o padrão setorial já evidenciado, existe um gradiente locacional adicional que contribui para separar empresas mais e menos eficientes e, assim, caracterizar de forma mais precisa como os contextos institucional, tecnológico e ambiental dos países da região se articula com a eficiência técnica das empresas receptoras de IED e com o próprio direcionamento dos fluxos de investimento.

A análise discriminante foi então realizada para identificar as variáveis que melhor distinguem os níveis de eficiência das empresas estudadas. A combinação das três funções canônicas produziu um Lambda de Wilks igual a 0,314, indicando um bom poder de diferenciação do modelo. O teste de significância associado apresentou um Qui-quadrado de 34,510, com significância de 1%, o que confirma a validade estatística do modelo para discriminar os grupos. Do ponto de vista da estrutura das funções, a primeira função canônica demonstrou ser a mais robusta, respondendo por 74,5% da variância explicada, com uma correlação canônica de 0,812, evidenciando uma forte associação entre as variáveis

independentes e os *escores* de eficiência. No que diz respeito à performance preditiva, o modelo apresentou um grau de precisão considerável, uma vez que o percentual de classificação correta ficou em torno de 78,38%.

A Matriz de Estrutura o Teste de igualdade das médias do grupo, Tabelas 2 e 3 respectivamente, permitem identificar a contribuição relativa de cada variável para a composição da função discriminante através de suas cargas fatoriais e o nível de significância das variáveis individuais para discriminar os grupos. A preponderância estatística da variável Receita (0,922) ratifica a escala operacional como o principal determinante da distinção entre os estratos de eficiência.

Adicionalmente, observa-se uma correlação positiva significativa para a variável Emissões de CO<sub>2</sub>/PIB (0,403). Sob a ótica econômica, tal resultado sugere que a eficiência observada nas empresas multinacionais analisadas não converge, necessariamente, para padrões de sustentabilidade ambiental. Ao contrário, indica uma eficiência produtiva na qual a expansão do *output* permanece intrinsecamente vinculada ao consumo energético e à intensidade de carbono. Em contrapartida, as variáveis GII (Inovação). Total de Empregos e Nível de Investimento apresentaram cargas fatoriais reduzidas. Esse comportamento denota que, para este recorte amostral, o esforço em inovação, a densidade da força de trabalho e nível de investimento não constituem os fatores críticos de definição da fronteira de eficiência.

**Tabela 2** - Matriz de estruturas

Variável	Função
Receita anual	<b>0,922</b>
Emissões totais de CO <sub>2</sub> /PIB em ton Co <sub>2</sub> / mil US\$ de receita	<b>0,403</b>
Índice Global de Inovação (GII)	0,055
Total de trabalhadores	-0,002
Inserção em Acordos Comerciais Regionais (RTA)	-0,014
Participação em Tratados Bilaterais de Investimento (TBIs)	-0,097
Nível de investimento	-0,123

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela 3.** Testes de igualdade das médias do grupo.

Variável	Lambda de Wilks	F
Receita anual	0,792***	11,552
Emissões totais de CO2/PIB em ton Co2/ mil US\$ de receita	0,922***	3,711
Índice Global de Inovação (GII)	0,971 <sup>NS</sup>	1,295
Total de trabalhadores	0,970 <sup>NS</sup>	1,326
Inserção em Acordos Comerciais Regionais (RTA)	0,996 <sup>NS</sup>	0,147
Participação em Tratados Bilaterais de Investimento (TBIs)	0,984 <sup>NS</sup>	0,696
Nível de investimento	0,978 <sup>NS</sup>	0,954

\*\*\* Significativo a 1%. NS – não significativo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Diferentemente da matriz de estrutura, que descreve as correlações bivariadas, os coeficientes canônicos padronizados, Tabela 4, permitem isolar a contribuição líquida de cada variável para a função discriminante. O coeficiente relativo à variável Receita (1,272) ratifica sua centralidade na explicação do desempenho das empresas. Em contrapartida, observam-se coeficientes negativos para Total de Trabalhadores, TBIs e Nível de Investimento. Sob a ótica da teoria econômica, a relação inversa entre o contingente laboral e a função discriminante, por exemplo, sugere que, para um mesmo nível de receita, o incremento no fator trabalho resulta em decréscimos na eficiência relativa. Tal fenômeno pode ser interpretado como um indício de retornos decrescentes de escala ou de baixa produtividade marginal do trabalho em determinadas unidades amostrais.

De modo análogo, o sinal negativo associado à participação em Acordos Comerciais Regionais indica que a integração comercial não atua como uma determinante exógena de eficiência. Pelo contrário, a exposição a mercados competitivos pode evidenciar assimetrias operacionais, em que organizações com menor capacidade de adaptação estrutural sofrem uma deterioração em seu desempenho relativo frente à concorrência internacional.

**Tabela 4** - Função discriminante canônica padronizada

Variável	Coefficiente padronizado
Receita anual	1,272

Emissões totais de CO <sub>2</sub> /PIB em ton Co <sub>2</sub> / mil US\$ de receita	<b>0,455</b>
Índice Global de Inovação (GII)	0,089
Total de trabalhadores	-0,269
Inserção em Acordos Comerciais Regionais (RTA)	0,034
Participação em Tratados Bilaterais de Investimento (TBIs)	-0,309
Nível de investimento	-0,137

Fonte: Resultados da pesquisa

Por meio da Tabela 4 pode-se observar que projetos com maior receita anual e maior intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> por produto tendem a ser alocados nos quartis superiores de eficiência, enquanto projetos com mais trabalhadores e inserção mais intensa em acordos regionais, mantendo constantes as demais variáveis, são deslocados para pontuações menores na função, mais próximas dos quartis inferiores. Este resultado é corroborado por estudos que mostram que, na ALC, o IED se concentra em atividades de maior escala, associadas a setores intensivos em recursos naturais e energia, em que ganhos de produtividade caminham junto com maiores níveis de produção e emissões. A trajetória de especialização extrativista e a reprimarização produtiva descritas para a região ajudam a entender por que projetos localizados em contextos de maior intensidade de emissões tendem a aproximar-se da fronteira de eficiência técnica, sobretudo em setores industriais de grande porte e forte inserção em cadeias globais. Esses resultados dialogam com evidências que associam IED, modernização produtiva e desempenho em eficiência, ainda que com efeitos ambíguos sobre emissões, em função do padrão setorial e da qualidade regulatória (Ramírez, 2006; Alvarado; Iñiguez; Ponce, 2017; Wang; Wong, 2012; Wang et al., 2024; Aguilar-Pesantes et al., 2021).

Por outro lado, o papel mais discreto do Índice de Inovação Global, da participação em tratados bilaterais de investimento e da inserção em acordos comerciais regionais é compatível com a evidência de que variáveis institucionais e de integração internacional condicionam, mas não determinam automaticamente, os ganhos de eficiência associados ao IED. A literatura para a ALC mostra resultados heterogêneos quanto ao impacto do investimento estrangeiro sobre crescimento, produtividade e estrutura produtiva, justamente porque esses efeitos dependem da combinação entre qualidade institucional, estratégia nacional de desenvolvimento e composição setorial dos fluxos (Narula; Santangelo, 2012; Adams; Neumann; Tabrizy, 2018; Severo, 2023; Dellasta, 2022). Nesse contexto, o percentual de classificação correta em torno de 78% indica que o modelo de análise discriminante capta parte relevante dessa

heterogeneidade em nível de país, mas reforça a conclusão, também presente nos estudos empíricos sobre eficiência eecoinovação, de que fatores microeconômicos e setoriais como capacidades tecnológicas internas, estratégias de P&D e trajetórias de adoção de tecnologias ambientais continuam a desempenhar papel central na explicação da eficiência técnica das empresas multinacionais (Yusuf Tansel et al., 2018; Chachuli et al., 2021; Zhao et al., 2024).

Sob a ótica do paradigma OLI, tem-se que componente econômico da Função, dominado pela receita, remete à exploração de vantagens de localização associadas a escala de mercado, infraestrutura produtiva e organização das cadeias de valor, que permitem às empresas multinacionais internalizar operações em países onde a combinação de custos e demanda favorece maior utilização da capacidade produtiva. O componente ambiental, captado pela intensidade de emissões, pode ser interpretado como expressão do padrão tecnológico e energético do país hospedeiro. Países com matriz produtiva mais intensiva em carbono oferecem, por um lado, acesso a recursos e infraestrutura que favorecem ganhos de escala e, por outro, impõem restrições regulatórias e reputacionais. A forma como as empresas multinacionais se posiciona nesse ambiente traduz a articulação entre vantagens de propriedade, vantagens de internalização e vantagens de localização. Projetos mais eficientes são aqueles que conseguem explorar as condições locais para gerar receita, ao mesmo tempo em que operam em setores e matrizes energéticas nos quais a redução de emissões ainda não se converteu em critério dominante de seleção dos investimentos.

## **5. Considerações finais**

A análise da eficiência técnica das empresas multinacionais com projetos de investimento direto estrangeiro na ALC mostrou um cenário marcado por forte heterogeneidade entre firmas e setores. A fronteira estimada por meio da Análise Envoltória de Dados indicou que apenas uma parcela restrita das empresas opera próxima do padrão de melhor prática, enquanto a maioria apresenta espaço relevante para ganhos de eficiência, em especial em contextos de retornos decrescentes de escala.

Os resultados da análise de correspondência mostraram que a associação entre eficiência e setores é mais nítida, embora a dimensão locacional também exerça influência. No cruzamento entre eficiência e país, observa-se que o quartil inferior de eficiência se aproxima mais de Argentina, Panamá e Uruguai, enquanto Brasil e Costa Rica se relacionam sobretudo ao segundo quartil e Chile e Jamaica ao terceiro quartil, ao passo que o quartil superior permanece próximo da origem, sem forte vínculo com países específicos. Esse padrão sugere

que as empresas menos eficientes tendem a se concentrar em alguns mercados, ao contrário das mais eficientes, que se distribuem de forma mais homogênea entre os países hospedeiros.

Quando a eficiência foi relacionada aos setores, o gradiente entre categorias tornou-se ainda mais nítido. Indústria pesada e materiais e o grupo química, energia e ambiental se alinharam aos quartis superiores de eficiência, enquanto agro e bens de consumo e serviços intensivos em conhecimento e finanças se aproximaram dos quartis inferiores. Esse resultado reforça o peso da estrutura produtiva e da natureza dos ativos específicos de cada setor na materialização das vantagens de propriedade e de localização, destacadas pelo paradigma OLI, já que atividades mais intensivas em capital, tecnologia e ativos energéticos parecem converter melhor trabalhadores e investimentos em receita quando inseridas em cadeias produtivas ligadas à transição energética.

A análise discriminante complementou esse quadro ao mostrar que a separação entre os quartis de eficiência é explicada sobretudo por variáveis econômicas e ambientais em nível de empresa e país. A função discriminante principal indicou associação positiva entre maiores níveis de eficiência e maior receita, além de maior intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> por produto, enquanto maior número de trabalhadores e inserção mais intensa em acordos regionais se relacionaram a menores valores na função, próximos aos quartis inferiores. Isso sugere que projetos com maior escala de receita e inseridos em segmentos de maior intensidade energética e de emissões tendem a estar mais próximos da fronteira, o que se relaciona com a vocação extrativista e com a especialização em setores de recursos naturais da região.

Em síntese, os resultados obtidos confirmam apenas parcialmente a hipótese formulada no início do artigo, de que condições específicas dos países hospedeiros se associariam de forma positiva à maior eficiência técnica das empresas multinacionais na ALC. Assim, o ambiente locacional importa, mas a eficiência técnica das empresas receptoras de IED na região parece depender mais da combinação entre características setoriais e desempenho microeconômico do que de condições institucionais captadas por indicadores agregados.

A partir dos resultados encontrados, algumas implicações de políticas públicas podem ser destacadas para o aumento da eficiência das firmas com IED nos países da ALC. A sintonia entre políticas de atração de investimento e a estrutura produtiva existente mostra-se central, com necessidade de estratégias que favoreçam a entrada de projetos em setores com maior potencial de ganhos de produtividade e *spillovers*, ao mesmo tempo em que se promovem mecanismos de difusão tecnológica e de qualificação gerencial nos segmentos que se situam

nos quartis inferiores de eficiência. Medidas voltadas ao fortalecimento do ambiente institucional, como maior previsibilidade regulatória, melhoria da qualidade das infraestruturas e aprofundamento de acordos de integração que efetivamente reduzam barreiras não tarifárias e favoreçam encadeamentos produtivos, podem contribuir para que o IED se traduza em ganhos de eficiência mais generalizados. A articulação entre instrumentos horizontais de competitividade e políticas setoriais focadas em inovação e modernização produtiva tende a ser mais promissora do que estratégias baseadas apenas na ampliação do volume de fluxos de IED, permitindo que os países da ALC avancem de forma mais consistente na direção de uma base de empresas multinacionais operando próximas à fronteira de eficiência técnica.

Em termos pesquisas futuras, sugere-se, em primeiro lugar, a realização de estudos comparativos que ampliem o escopo geográfico para além da América Latina e Caribe, incorporando outros países emergentes com características econômicas semelhantes, de modo a avaliar se os padrões de eficiência observados se reproduzem em diferentes contextos. Recomenda-se, ainda, o desenvolvimento de análises longitudinais que acompanhem a evolução da eficiência técnica ao longo do tempo, permitindo identificar trajetórias de convergência ou divergência entre grupos de empresas e países. Por fim, são indicados trabalhos que examinem de forma mais direta os efeitos de políticas públicas específicas, como programas de incentivo à inovação, instrumentos de apoio ao investimento, linhas de crédito direcionadas ou estratégias de atração de IED, sobre a eficiência técnica das empresas receptoras.

## Referências

ABBAN, Priscilla Nyamekye; ZE, Tian; OBI, Chris Jojo. Does Africa's natural resource impact Chinese enterprise FDI efficiency? A DEA-Tobit model. *Future Business Journal*, [s. l.], v. 12, art. 9, 2026. DOI: 10.1186/s43093-025-00723-3.

ABDULRAHMAN, Yusra et al. AI and blockchain synergy in aerospace engineering: an impact survey on operational efficiency and technological challenges. *IEEE Access*, v. 11, p. 87790-87804, 2023.

ACEMOGLU, Daron; JOHNSON, Simon; ROBINSON, James A. Institutions as a fundamental cause of long-run growth. **Handbook of Economic Growth**, v. 1, p. 385-472, 2005.

ADAMS, Laurel; NEUMANN, Rebecca; TABRIZY, Saleh S. Is ‘no news’ really ‘good news’? Country visibility and FDI location choice. **International Review of Applied Economics**, v. 32, n. 4, p. 489-524, 2018.

AGUILAR-PESANTES, Alby et al. A comparative study of mining control in Latin America. **Mining**, v. 1, n. 1, p. 6-18, 2021.

ALVARADO, Rafael; IÑIGUEZ, Maria; PONCE, Pablo. Foreign direct investment and economic growth in Latin America. **Economic Analysis and Policy**, v. 56, p. 176-187, 2017.

ALVAREZ, Roberto; CRESPI, Gustavo. Determinants of technical efficiency in small firms. **Small Business Economics**, v. 20, n. 3, p. 233-244, 2003.

ALVES, Maschion Maschion. O investimento externo direto brasileiro: a América do Sul enquanto destino estratégico. **Meridiano 47**, v. 12, n. 127, p. 36, 2011.

ASHRAF, Ayesha; HERZER, Dierk. The effects of greenfield investment and M&As on domestic investment in developing countries. **Applied Economics Letters**, v. 21, n. 14, p. 997-1000, 2014.

BANCO MUNDIAL. **Rendas minerais em 2021**. Disponível em: [https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MINR.RT.ZS?end=2021&name\\_desc=false&start=1970&view=map](https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MINR.RT.ZS?end=2021&name_desc=false&start=1970&view=map).

BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham; COOPER, William Wager. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BASÍLIO, Maria. Renewable energy and energy efficiency: An exploratory study in EU countries. **Sustainable Futures**, v. 9, p. 100514, 2025.

BIELOV, Constantine; MITOMO, Hitoshi; HÄMMÄINEN, Heikki. Efficiency frontier of OECD MNOs: Multinational vs domestic. **Telecommunications Policy**, v. 46, n. 5, p. 102344, 2022.

BHATIA, Vineet et al. Intelligent manufacturing in aerospace: integrating industry 4.0 technologies for operational excellence and digital transformation. In: *Industry 4.0 Driven Manufacturing Technologies*. Cham: **Springer Nature Switzerland**, 2024. p. 389-434.

BU, Caiqi et al. Does environmental information disclosure improve energy efficiency?. **Energy Policy**, v. 164, p. 112919, 2022.

CARBALLO, Jerónimo et al. How do investment promotion policies affect sustainability?. **IDB Working Paper Series**, 2023.

CEPAL; FAO; IICA. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020. San José, C.R.: IICA, 2020. 134 p. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45111-perspectivas-la-agricultura-desarrollo-rural-americas-mirada-america-latina>. Acesso em: 14 fev. 2026.

CEPAL, N. U. **Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2024**: trampa de bajo crecimiento, cambio climático y dinámica del empleo. 2024.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHENG, Hua; WANG, Ziqi; PENG, Dan; KONG, Qunxi. Firm's outward foreign direct investment and efficiency loss of factor price distortion: Evidence from Chinese firms. *International Review of Economics and Finance*, [s. l.], v. 67, p. 176-188, 2020. DOI: 10.1016/j.iref.2020.01.008.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE – CEPAL. **CEPALSTAT**. 2025. Disponível em: [https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?indicator\\_id=1824&area\\_id=119&lang=es](https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?indicator_id=1824&area_id=119&lang=es).

CRESCENZI, Riccardo; DI CATALDO, Marco; GIUA, Mara. FDI inflows in Europe: Does investment promotion work?. **Journal of International Economics**, v. 132, p. 103497, 2021.

CHRISTIAN, Ifekanandu Chukwudi et al. Logistics Management and Operational Efficiency of Food and Beverage Firms in Port Harcourt. *Development*, v. 7, n. 1, p. 111-122, 2024.

DALONGARO, Roberto Carlos et al. **A importância da potencialização de todas as fases do ciclo de vida do produto por parte da cadeia produtiva automobilística brasileira**. In: 3º Fórum Internacional ECOINNOVAR, 2014.

DA SILVA FERREIRA, Giovani; TUMELERO-CLEONIR, Cleonir; ROSSETTO-DENNYSEDUARDO, Dennys Eduardo. **Inovação Frugal em Serviços Bancários de uma Agência Cashless**: O Caso de uma Cooperativa de Crédito Brasileira. 2022. Disponível em: <https://anpad.com.br/uploads/articles/120/approved/b7f91ee1b94f1ed3dbb2959607f4b784.pdf>

DELLASTA, Heitor Ponce; BIANCONI, Renata. A busca por transições ao pós-extratativismo na América Latina: discussões sobre a condição primário-exportadora e o neoextrativismo. **Geosul**, v. 37, n. 84, p. 282-309, 2022.

DOGAN, Rana. **STRATEGY AND TOOLS FOR THE DEFINITION OF A NEW BRAND IDENTITY ENHANCING BOTH LUXURY AND INNOVATION OFFER IN THE SUPERYACHT AGENCY INDUSTRY**. 2024.

DUNNING, J. The Eclectic Paradigm Of International Production: A Restatement and Some Possible Extensions. **Journal of International Business Studies**, 1988.

DUNNING, John H. The eclectic (OLI) paradigm of international production: past, present and future. **International journal of the economics of business**, v. 8, n. 2, p. 173-190, 2001.

DUNNING, John H. **Toward an eclectic theory of international production: Some empirical tests**. In: **The eclectic paradigm: A framework for synthesizing and comparing theories of international business from different disciplines or perspectives**. London: Palgrave Macmillan UK, 1980. p. 23-49.

DUNNING, John H. What's wrong—and right—with trade theory?. **The International Trade Journal**, v. 9, n. 2, p. 163-202, 1995.

DUNNING, John H.; LUNDAN, Sarianna M. Institutions and the OLI paradigm of the multinational enterprise. **Asia Pacific Journal of Management**, v. 25, p. 573-593, 2008.

DUNNING, John H.; LUNDAN, Sarianna M. The internationalization of corporate R&D: a review of the evidence and some policy implications for home countries. **Review of Policy Research**, v. 26, n. 1-2, p. 13-33, 2009b.

DUNNING, John H.; PAK, Yong Suhk; BELDONA, Sam. Foreign ownership strategies of UK and US international franchisors: An exploratory application of Dunning's envelope paradigm. **International Business Review**, v. 16, n. 5, p. 531-548, 2007.

E SOARES, Ricardo de Moraes et al. Impact of research and development expenses on the profitability of assets: The case of textile and clothing industry in Portugal. **Problems and Perspectives in Management**, v. 22, n. 1, p. 702, 2024.

EIČAITĖ, Ovidija et al. Exploring food loss in the food industry: A survey-based approach for Lithuania. **Journal of Cleaner Production**, v. 399, p. 136668, 2023.

EIA, U. S. Energy information administration, 2013. **International Energy Outlook**. US Department of Energy, 2014.

FARRELL, Michael James. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society**, v. 120, n. 3, p. 253-281, 1957.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®**. Elsevier Brasil, 2017.

FEIL, Alexandre et al. indicadores de sustentabilidade empregados na avaliação do desempenho da indústria de bebidas no Brasil. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, v. 6, n. 1, p. 01-23, 2024.

FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho; GOMES, Adriano Provezano. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009.

FREIRE-VINUEZA, Camila; MENESES, Karla; CUESTA, Gustavo. América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? **Revista de Ciencias Ambientales**, v. 55, n. 2, p. 1–18, 2021.

FUGLIE, Keith; GAUTAM, Madhur; GOYAL, Aparajita; MALONEY, William F. **Harvesting prosperity: technology and productivity growth in agriculture**. Washington, DC: World Bank, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10986/32350>. Acesso em: 14 fev. 2026.

GALA, P. A teoria institucional de Douglas North. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 23, n. 2, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-31572003-0684>.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S. Análise Envoltória de Dados. In: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C. (ed.). **Métodos Quantitativos em Economia**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 121-160.

GONÇALVES, Ricardo Junior de Assis Fernandes. Capitalismo extrativista na América Latina e as contradições da mineração em grande escala no Brasil. **Brazilian Journal of Latin American Studies**, v. 15, n. 29, p. 38-55, 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy demand from IA**. 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/energy-demand-from-ai>

KARWACKA, Magdalena et al. Sustainable development in the agri-food sector in terms of the carbon footprint: A Review. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6463, 2020.

KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de marketing**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 2025. *Aquaculture development – 10. Responsible investment for sustainable aquaculture*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 5, Suppl. 10. Rome.
- FONTES FILHO, Anderson José de Oliveira. Eficiência técnica e ambiental das empresas do setor sucroenergético: uma abordagem utilizando Análise Envoltória de Dados (DEA). 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- GONG, Wenchao. A study on the effects of natural resource abundance and foreign direct investment on regional eco-efficiency in China under the target of COP26. **Resources Policy**, [s. l.], v. 82, art. 103529, 2023. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103529
- LEE, Chia-Chi. Analysis of overall technical efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency in the medium-sized audit firms. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 8, p. 11156-11171, 2009.
- LE, Minh-Hieu; LU, Wen-Min. The moderating effect of multinationality on environmental, social, and governance and efficiency: A strategic analysis of multinational enterprises. **Business Strategy and the Environment**, [s. l.], v. 34, p. 10723-10740, 2025. DOI: 10.1002/bse.70126.
- LI, Zheng; LI, Jun; HE, Bin. Does foreign direct investment enhance or inhibit regional innovation efficiency? Evidence from China. **Chinese Management Studies**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 35-55, 2018. DOI: 10.1108/CMS-02-2017-0034.
- LIRA, Glaucia; RIBEIRO, Maria Fernanda; OLIVEIRA, Pedro Henrique. **Análise de estoques industriais**: estudo de caso realizado em uma empresa do ramo aeroespacial.
- LOPES, O. A. C.; MARIN, S. F.; FONSECA, L. G. L. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/novosite/br/xxii-encontro-de-economia-da-regiao-sul--artigosselecionados>. 2019.
- LUNA, Thaylson Barros et al. Inovação, liderança e práticas ambientais na performance organizacional do setor bancário: Uma Survey no nordeste brasileiro. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 20, n. 1, p. 28-53, 2023.
- MAHDAVI, Gholamhossein; MOGHADDAM, Ali Ghayouri; ALIPOUR, Safdar. An investigation of cost, revenue and profit efficiency: The case of Iranian companies. **African Journal of Business Management**, v. 6, n. 30, p. 8879, 2012.

MATOS, Patrícia de Oliveira. **Sistemas espaciais voltados para defesa**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9653>

MESQUITA, Pedro Paulo Dias; CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; OGANDO, Laura Duarte. **Desenvolvimento e inovação em mineração e metais**. Ecodesign, com o intuito de projetar uma embarcação onde sejam mínimos os impactos ambientais. 2016.

MAHMOOD, Nasir et al. Role of environmental regulations and eco-innovation in energy structure transition for green growth: Evidence from OECD. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 183, p. 121890, 2022.

MILLWARD-HOPKINS, Joel; PURNELL, Phil; BAURLEY, Sharon. A material flow analysis of the UK clothing economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 407, p. 137158, 2023.

MORAN, Theodore H. The product cycle model of foreign direct investment and developing country welfare. **Journal of International Management**, v. 6, n. 4, p. 297–311, 2000.

NATURAL RESOURCE GOVERNANCE INSTITUTE. Natural Resource revenue sharing. 2016. Disponível em: [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/NRGI\\_UNDP\\_Natural\\_Resource\\_Revenue\\_Sharing\\_web.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/NRGI_UNDP_Natural_Resource_Revenue_Sharing_web.pdf)

NKAMBULE, Ncamsile Ashley et al. Intellectual capital and firm efficiency of US multinational software firms. *Journal of Intellectual Capital*, v. 23, n. 6, p. 1404-1434, 2022.

NORTH, D. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

ONYENA, Amarachi Paschaline; SAM, Kabari. The blue revolution: sustainable water management for a thirsty world. **Discover Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 63, 2025.

PARK, K. Sam; CHO, Jin-Wan. Pro-efficiency: Data speak more than technical efficiency. **European Journal of Operational Research**, v. 215, n. 1, p. 301-308, 2011.

QUIÑÓNEZ, Luis Alberto. Análisis comparativo de la política de Japón y la República Popular China hacia América Latina. **Revista Política Internacional**, v. 6, n. 4, p. 283-297, 2024.

RAMIREZ, Miguel D. Is foreign direct investment beneficial for Mexico? An empirical analysis, 1960–2001. **World Development**, v. 34, n. 5, p. 802-817, 2006.

RODRIGUES, Maria Clara de Oliveira et al. Economia circular na indústria metalúrgica: uma análise bibliométrica sobre os avanços, desafios e oportunidades no processamento de metais. 2025.

SÁ, C. **Fatores que influenciam as estratégias empresariais de investimento externo direto em países emergentes no segmento de geração de energia elétrica**. 2011. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado em Administração apresentada à Escola de Administração de Empresas da Fundação Getulio Vargas. Orientador: Flávio Carvalho de Vasconcelos. São Paulo.

SAPKOTA, Pratikshya; BASTOLA, Umesh. Foreign direct investment, income, and environmental pollution in developing countries: Panel data analysis of Latin America. **Energy Economics**, v. 64, p. 206–212, 2017.

SARGENTICH, Thomas J. Privatization and foreign investment statutes. University of Miami Inter-American **Law Review**, v. 23, n. 2, p. 313–347, 1991. Disponível em: <https://repository.law.miami.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1229&context=umiclr>.

SEEG. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil**. 2023.

SEVERO, Camila Caresia Wexell. **Desenvolvimento, vulnerabilidade externa e integração regional: o caso dos investimentos diretos externos (IED) na América do Sul entre 2000 e 2020**. 2023.

SHAHBAZI, Feizollah; SHAHBAZI, Saba; ZARE, Dariush. Losses in agricultural produce: Causes and effects on food security. **Food and Energy Security**, v. 14, n. 3, p. e70086, 2025.

SIQUEIRA, Tagore Villarim de. **Investimentos estrangeiros diretos (IED): origens, significado e benefícios**. 2022.

SHUJIE, Yao; ZHONGWEI, Han; GENFU, Feng. On technical efficiency of China's insurance industry after WTO accession. **China Economic Review**, v. 18, n. 1, p. 66-86, 2007.

SOARES, Thiago Costa; CUNHA, Dênis Antônio da. Emissões de gases de efeito estufa e eficiência ambiental no Brasil. **Nova Economia**, v. 29, n. 2, p. 429-458, 2019.

SUNGE, Regret; NGEPAH, Nicholas. Agricultural trade liberalization, regional trade agreements and agricultural technical efficiency in Africa. **Outlook on Agriculture**, v. 49, n. 1, p. 66-76, 2020.

TIBURCIO, Lucas Samuel de Lima. **Tendências em eficiência energética e emissões de CO<sub>2</sub>: uma análise envoltória de dados**. 2024.

TREPTOW, Igor Ceratti et al. Modelo de negócios sustentável no setor de serviços bancários: um estudo em bancos públicos. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), v. 10, n. 2, p. 32-57, 2020.

UNCTAD. **Investment Policy Review: Peru**. New York; Geneva: United Nations, 2000a. Disponível em: [https://unctad.org/system/files/official-document/iteipcmisc13\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/iteipcmisc13_en.pdf).

UNCTAD. **World Investment Report 2024**. Geneva: United Nations, 2024c. Disponível em: <https://unctad.org/publication/world-investment-report-2024>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL AGENCY (EPA). **Climate change impacts on agriculture and food supply. 2025**. Disponível em: <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-impacts-agriculture-and-food-supply>

VERNON, R. International investment and international trade in the product cycle. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 80, n. 2, p. 190–207, 1966.

WANG, Dan et al. Can carbon market efficiency promote green technology innovation for Chinese companies? **Energy**, v. 309, p. 133-157, 2024.

XIAO, Tianqi et al. Environmental impact and net-zero pathways for sustainable artificial intelligence servers in the USA. **Nature Sustainability**, p. 1-13, 2025.

YANG, Shu-Fei; CHEN, Kun-Ming; HUANG, Tai-Hsin. Outward foreign direct investment and technical efficiency: Evidence from Taiwan's manufacturing firms. **Journal of Asian Economics**, v. 27, p. 7-17, 2013.

ZHAO, Xing; GUO, Yifan; FENG, Tianchu. Towards a green recovery: efficiency in the use of natural resources under the impact of environmental information disclosure. **Resources Policy**, v. 83, p. 103657, 2023.

ZHANG, Wei et al. Emissions reduction effect and carbon market efficiency of China's carbon emissions trading policy. **Energy**, v. 196, p. 117-117, 2020.

## CAPÍTULO III

### ENERGIA RENOVÁVEL NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO: EFEITOS DO INVESTIMENTO ESTRANGEIRO

#### 1. Introdução

Em 2020, ao reafirmar seu compromisso com a mitigação das mudanças climáticas, o Brasil revisou e atualizou as metas estabelecidas em suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC, em inglês), do Acordo de Paris. Entre as estratégias para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), foi proposta a ampliação da participação das energias renováveis na matriz energética nacional (Observatório do Clima, 2024). Em 2023, os setores de energia e processos industriais do país representaram cerca de 22% das emissões brutas totais (Seeg, 2024). A tendência mundial aponta para crescente mobilização de recursos direcionados a projetos de descarbonização. Alemanha e Coreia do Sul já destinaram, respectivamente, US\$ 45 bilhões e US\$ 48 bilhões a iniciativas voltadas para a economia de baixo carbono, reforçando a necessidade de o Brasil atrair recursos para acelerar a transição para uma produção industrial mais sustentável (CNI, 2023b).

Ainda que o debate sobre inovação voltada à sustentabilidade, chamada deecoinovação, já esteja presente no país há mais de uma década, a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2023b) estabelece que a indústria de transformação brasileira apresenta grande potencial para integrar as dimensões ambientais aos processos produtivos. Dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC 2015–2017) apontam que a maior taxa deecoinovação em produtos e processos ocorre no setor de transformação (IBGE, 2017), favorecendo práticas de produção mais limpas e economia de baixo carbono.

A aplicação do investimento estrangeiro direto (IED) na transição energética ocorreria no país para alcançar dois objetivos: garantir o fornecimento de energia verde e assegurar seu acesso em âmbito global. Embora haja tendência ascendente no investimento estrangeiro em energias renováveis, estimativas indicam que é necessário aporte adicional no mundo de US\$ 5,7 trilhões por ano para alcançar as metas energéticas previstas para 2030 (UNCTAD, 2023).

O capital externo tem particular relevância porque apresenta atributos que o distinguem do capital doméstico. Além de aportarem recursos para a expansão da capacidade produtiva, investidores estrangeiros podem difundir conhecimentos, tecnologias, práticas gerenciais avançadas, padrões ambientais mais altos e adoção de certificações de Qualidade e Gestão

Ambiental (como o Quality Management System, QMS; International Organization for Standardization sobre Sistema de Gestão Ambiental, ISO 14001; Eco-Management and Audit Scheme, EMAS; etc.).

O Brasil ainda não explora integralmente suas vantagens no setor energético, como a diversidade de fontes de energia limpa e a alta disponibilidade de recursos naturais (CNI & CEPAL, 2023). Por essa razão, tem potencial para se estabelecer como polo de inovação ambiental. A partir de incentivos adequados, espera-se maior inserção de tecnologias limpas na indústria de transformação no país. Contudo, para evitar que este se torne um “paraíso de poluição”, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas que não apenas incentivem a eficiência energética e a adoção de tecnologias de baixo carbono, mas que criem ambiente de negócios favorável à atração de IED “verde”.

Embora existam estudos que relacionam as entradas de capital estrangeiro e variáveis ambientais, carece-se de análises que abordem como, ao nível da firma, ocorre a adoção de soluções renováveis, utilizando bases de dados abrangentes, como da Pesquisa de Inovação (PINTEC), capazes de detalhar os processos de inovação. A investigação a partir de dados de empresas, em vez de setores agregados, possibilita evidenciar elementos microeconômicos (capacidades gerenciais, estratégias de inovação, fontes de financiamento) que podem explicar a variabilidade na adoção de energias renováveis.

A questão central dessa pesquisa é: o IED é um determinante importante para que empresas da indústria de transformação brasileira invistam em energias renováveis? Para responder a esse questionamento, o presente estudo propõe análise detalhada de 4.928 empresas do setor de transformação, a partir de informações quanto às práticas de inovação, gasto em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e origem do capital da empresa (nacional ou estrangeiro). Em síntese, o IED pode afetar a indústria de transformação brasileira de forma diferente do investimento nacional porque esse tipo de capital costuma trazer maior exposição aos padrões internacionais, acesso a novas tecnologias e possíveis pressões ambientais exercidas por matrizes estrangeiras, o que pode acelerar a modernização e a adoção de fontes limpas.

O objetivo geral deste artigo é analisar, para as empresas da indústria de transformação brasileira, a inter-relação entre a produção de energias renováveis e o investimento direto estrangeiro. Especificamente, busca-se: (a) caracterizar a indústria de transformação em termos de produção de energias renováveis; (b) investigar o efeito dos determinantes da produção de energias renováveis, com ênfase no papel do IED. A justificativa ocorre sob a premissa de que,

ao compreender como os fluxos de capital estrangeiro influenciam a adoção de soluções de energia limpa, pode-se subsidiar políticas públicas e estratégias corporativas alinhadas às metas globais de redução de emissões. Tais políticas devem associar o crescimento industrial brasileiro com as metas estabelecidas nas NDC, de modo que a modernização da indústria de transformação, impulsionada pelo IED, amplie a competitividade do setor e promova uma transição energética que beneficie o meio ambiente e gere desenvolvimento econômico.

A hipótese principal, fundamentada em estudos sobreecoinovação e das discussões sobre o efeito ambíguo do IED, é que a origem estrangeira do capital reforça a probabilidade de a empresa produzir energias renováveis, pela via do acesso a tecnologias mais limpas e a padrões ambientais mais exigentes, além de eventuais pressões de mercado internacional. Assim, espera-se encontrar associação positiva entre a origem do capital estrangeiro e a adoção de energias renováveis. No entanto, é igualmente válido considerar que a inexistência de pressões ambientais sólidas ou de mecanismos de política para promover energias renováveis pode reduzir ou mesmo anular esse efeito.

## **2. Aspectos teóricos e empíricos da relação energias renováveis e IED**

### **2.1 Aspectos teóricos**

A compreensão dos determinantes da inovação ambiental na indústria de transformação brasileira passa, inevitavelmente, pela articulação de abordagens teóricas que dialogam de forma interdependente. Nesse contexto, a relação entre inovação tecnológica em energias renováveis e o IED denota área de investigação que abrange tanto as condições internas das empresas (fatores micro) quanto os fatores externos (fatores macroeconômicos), como o ambiente regulatório e as pressões de mercado.

Os estudos que discutem a trajetória da inovação para a sustentabilidade (Pinsky; Kruglianskas, 2017) enfatizam a importância dos mecanismos de transferências e dos incentivos para a ecoinovação (Cuerva et al., 2014; Stern; Valero, 2021; Yasmineen et al., 2022), para construir uma perspectiva sobre como o capital estrangeiro pode influenciar a modernização das cadeias produtivas e a adoção de fontes de energia renovável. A inovação verde é impulsionada pelo “technology push”, ou seja, por meio dos investimentos em P&D e da capacidade tecnológica; e pelo “market pull”, proveniente das demandas do mercado e das pressões institucionais, refletidas externamente pelos clientes, governos, fornecedores, concorrentes e financiadores (Cuerva et al., 2014; Ervilha et al., 2019).

O governo atua como um facilitador institucional, por meio de incentivos fiscais e políticas públicas para reduzir os custos e os riscos associados à inovação ambiental. Os IEDs também refletem um aspecto do “market pull” ao sinalizar que empresas com capital estrangeiro possam estar mais expostas a padrões internacionais e pressões globais por práticas sustentáveis (Cuerva et al., 2014; Stern & Valero, 2021). Além disso, tais empresas podem enfrentar exigências mais rigorosas nos mercados de origem ou buscar certificações internacionais, o que aumenta o escopo para inovações de baixo carbono.

Nos países em desenvolvimento, os IEDs podem catalisar transformações produtivas ao transferir tecnologias limpas (Forero-Pineda et al., 2011), mas a eficácia dessas transferências depende de um ambiente institucional alinhado às políticas que estimulem a competitividade ambiental. Sem esses mecanismos, a transferência tecnológica pode ser limitada ou resultar em efeitos ambientais negativos, como a realocação de indústrias poluentes para países com regulação ambiental menos rigorosa (“paraíso da poluição”) (Demena; Afesorgbor, 2020; Singhanía; Saini, 2021). No entanto, se os IEDs são acompanhados por padrões ambientais elevados, podem fomentar a adoção de melhores práticas ambientais (“halo da poluição”) (Castellani et al., 2022).

Ao integrar essas dimensões, a transferência de capital estrangeiro pode representar fonte de recursos e conhecimento para impulsionar a modernização dos processos produtivos, promovendo a adoção de tecnologias energéticas mais limpas. Entretanto, também pode ser direcionada para setores com regulamentação ambiental menos rigorosa, ampliando a intensidade das emissões (Singhanía; Saini, 2021; Yasmeeen et al., 2022).

## **2.2 Aspectos empíricos da relação energias renováveis e IED**

A relação entre IED e inovação ambiental pode ganhar contornos ainda mais complexos quando se observa o comportamento do setor energético brasileiro e o volume de emissões do país. O Brasil se destaca pelo amplo setor de energia renovável, com cerca de 70% de sua matriz energética composta por fontes limpas (Seeg, 2024). Como signatário do Acordo de Paris, o Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de carbono em 37% até 2030 e 43% até 2035, tomando 2005 como referência (Observatório do Clima, 2024).

Apesar desse potencial, o Brasil encontra-se entre os maiores emissores de carbono do mundo, ocupando a 6ª posição global (Udemba; Tosun, 2022). Embora a principal fonte de emissões no país esteja relacionada ao desmatamento excessivo e ao uso inadequado da terra, setores como produção industrial, energia, transporte e edificações contribuem para as

emissões, contrastando com os compromissos ambientais assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris (Seeg, 2023). Desse modo, expandir a produção de energias renováveis na indústria de transformação não elimina todos os problemas ambientais, mas pode apoiar a redução de emissões industriais e incentivar trajetórias mais sustentáveis.

A partir desse contexto, as evidências empíricas para a indústria de transformação, em particular, demonstram que a adoção de práticas deecoinovação está intimamente relacionada à capacidade tecnológica das empresas e ao apoio institucional que recebem. Estudos que analisam dados da PINTEC indicam que, apesar das limitações nos investimentos em P&D e da prevalência de indústrias de baixa tecnologia, há potencial de modernização que pode ser acelerado por meio da incorporação de capital estrangeiro e da implementação de políticas públicas focadas em sustentabilidade (Carrer et al., 2024; Ervilha et al., 2019; Medeiros et al., 2012). A integração entre fatores internos e externos, além de melhorar a eficiência dos processos produtivos, contribui para a redução dos impactos ambientais, reforçando a ideia de que o IED pode ser um agente transformador na reestruturação do setor, com prevalência da hipótese do halo de poluição.

A experiência internacional demonstra que as economias que conseguiram articular incentivos fiscais e subsídios às iniciativas tecnológicas limpas, revelaram efeitos positivos sobre a redução das emissões e sobre a modernização dos processos produtivos (Hou et al., 2025). Essa lição é particularmente relevante para o Brasil, onde o desafio consiste em reorientar os fluxos de IED para que sejam compatíveis com os objetivos de desenvolvimento sustentável e com a necessidade de modernização da indústria de transformação.

No Brasil, embora alguns estudos sugiram haver relação positiva entre abertura ao capital estrangeiro e inovações mais sustentáveis (Ervilha et al., 2019; Medeiros et al., 2012), persistem casos em que o IED não promove melhorias ambientais. Essa ambiguidade reflete, em boa parte, o regime institucional e a atuação das políticas públicas. Em algumas circunstâncias, como mostram Belin et al. (2011), se as contrapartidas ambientais não forem claras, o capital investido pode não direcionar melhorias em processos de produção, mantendo estável o nível de emissões. Em contraste, quando se adota um conjunto bem definido de incentivos fiscais, metas de redução de poluentes e mecanismos de reporte mais transparentes (como relatórios de sustentabilidade ou balanços socioambientais), o efeito tende a ser a elevação da competitividade aliada ao menor impacto ambiental (Hou et al., 2025).

A existência de competências tecnológicas locais também denota o fator que corrobora para o aproveitamento potencial de spillovers tecnológicos (Cuerva et al., 2014). Em contextos em que a indústria local apresenta baixa qualificação da mão de obra ou escasso investimento em P&D, a incorporação de tecnologias importadas pode ser limitada, pois faltam condições de absorver, adaptar e aprimorar as soluções oferecidas por empresas transnacionais (Borghesi et al., 2011; Cuerva et al., 2014). Políticas públicas de longo prazo, que incluam investimentos na formação de capital humano, formação de redes de cooperação entre empresas e estímulo ao desenvolvimento regional, são apontadas como caminhos que podem fortalecer a base local de inovação e, por consequência, potencializar efeitos positivos do IED na sustentabilidade (Hou et al., 2025; Pinsky et al., 2015).

O caso brasileiro reflete certa ambiguidade dos IEDs. Embora existam setores com real potencial de incorporar tecnologias limpas, também persistem áreas de expansão de fronteira agrícola e industrial onde os parâmetros ambientais podem estar mais fragilizados. Ao analisar o setor energético, referenciado como um dos principais alvos de investimento estrangeiro, detecta-se a relevância de políticas que tenham capacidade de coordenar a expansão da matriz com as demandas de segurança do sistema e de sustentabilidade (Martins et al., 2020). Uma vez que o Brasil tem grande potencial hidrelétrico, alcançou um índice expressivo de geração renovável na sua matriz elétrica; mas ainda assim, o crescimento da demanda, a variação no regime de chuvas e a expansão de indústrias energo intensivas demonstram que a dependência de fontes fósseis permanece considerável, com implicações sobre a emissão de GEE (Belançon, 2021).

Para os estudos sobre o Brasil, a heterogeneidade setorial e regional adiciona outro nível de complexidade. Na indústria de transformação, especificamente, há diferentes níveis de competitividade e capacidade de inovar a depender da região em que as empresas estão inseridas. Em áreas com maior densidade tecnológica, onde há maior investimento em P&D e políticas públicas de fomento à inovação, os IEDs tendem a potencializar o surgimento de processos produtivos menos poluentes. Esses polos, caracterizados por melhores indicadores de qualificação da mão de obra e maior integração com centros de pesquisa, absorvem tecnologias estrangeiras de maneira mais efetiva, conforme argumentam Ervilha et al. (2019).

A literatura examinada indica que a atração de capitais estrangeiros pode contribuir para a modernização produtiva e para a adoção de soluções ambientalmente adequadas, mas isso não ocorre de maneira isolada ou homogênea. O papel das políticas públicas e da regulação

ambiental surge como determinante: quanto mais alinhadas às metas de redução de emissões e promoção deecoinovações, maiores são as chances de os recursos externos efetivamente contribuir para objetivos de sustentabilidade.

### 3. Metodologia

Nesta seção, apresenta-se a metodologia utilizada para alcançar o objetivo do estudo, que busca analisar, para as empresas da indústria de transformação brasileira, a inter-relação entre a produção de energias renováveis e os IEDs. Em primeiro lugar, expõe-se os modelos estimados, depois, a fonte de dados e as variáveis utilizadas.

#### 3.1 Modelo logit e logit multinível

É consenso que a estimação de uma regressão linear tem o objetivo de entender o quanto uma variável dependente varia a partir da variação de uma ou mais variáveis explicativas. No entanto, em regressões lineares, a variável dependente possui valor contínuo e, com isso, este tipo de regressão não pode ser usado para a análise no presente estudo, já que a variável “energia renovável” é qualitativa. Neste caso, necessita-se de um modelo que calcule a probabilidade condicional de produção de energia renovável assumir os valores 1 ou 0, conforme variações nas variáveis explicativas ( $X_i$ ).

Para resolver esse problema, utilizou-se a regressão logística, conforme expressão (1).

$$P(\text{energiarenovável}_i = 1) = \frac{\exp(B_0 + B_1 X_i)}{1 + \exp(B_0 + B_1 X_i)} \quad (1)$$

em que  $P(\text{energiarenovável}_i = 1)$  é a probabilidade condicional de *energiarenovável* ser igual a 1 para a empresa  $i$ ;  $\exp(B_0 + B_1 X_i)$  é a função exponencial de  $B_0 + B_1 X_i$ .

Para facilitar a interpretação de (1), aplica-se a transformação logit para convertê-la em uma reta. É previsto, então, o logit da probabilidade condicional de *energiarenovável* = 1 sobre a probabilidade de que *energiarenovável* = 0. Isso é chamado *log-odds* ou logit das probabilidades, conforme expressão (2).

$$\text{logit}(\text{odds}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 \quad (2)$$

Nesse caso, a variação de uma unidade em  $X_i$  implica em uma variação de 1 pontos na probabilidade de  $energiarenovável_i = 1$ . Entretanto, de acordo com Sommet e Morselli (2017), se as observações analisadas estiverem alocadas, de forma aleatória, em grupos com características próprias, deve-se atentar para o fato de a empresa  $i$  pertencer ao grupo  $j$  poder modificar a probabilidade de  $energiarenovável_i = 1$ ; e o efeito de uma variável explicativa poder ser distinto entre grupos. Por essa razão, a regressão logística simples não será adequada. Isso acontece porque é violada a suposição de independência dos resíduos atrelada ao modelo linear. Nesses casos, é utilizado o modelo logístico multinível.

Para identificar os determinantes da produção de energia renovável, foi considerando, além das características individuais, as características dos setores em que as empresas estão alocadas. A depender do setor em que a empresa se encontra, é possível que esta seja mais ou menos incentivada a produzir energia renovável. Desta forma, o uso da regressão logística multinível é recomendado por existirem dois níveis empregados na análise: firma e setor.

O primeiro nível se refere às características das empresas da indústria de transformação. As variáveis selecionadas para esta caracterização são origem do capital, tamanho da empresa, fonte de informação, capacidade tecnológica, apoio do governo, intensidade de pesquisa e desenvolvimento, região de localização da empresa e gestão ambiental. Para as variáveis de nível dois (CNAE a dois dígitos), é utilizada a variável P&D setorial. Do ponto de vista estatístico, para verificar a necessidade da inclusão de variáveis de nível dois, o modelo nulo ou vazio foi estimado, conforme expressão (3).

$$energiarenovável_{ij} = \beta_0 + u_0 \quad (3)$$

em que  $energiarenovável_{ij}$  é igual a 1 se a empresa  $i$ , pertencente ao setor  $j$ , produziu no triênio 2015-2017 algum tipo de energia renovável e 0, caso contrário. Quanto maior for a variância de  $u_0$ , maior será a variação das probabilidades logarítmicas de produzir energia renovável de um setor para outro.

A partir da estimação do modelo nulo, calcula-se o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) que varia de 0 a 1 e representa a proporção da variação entre os grupos no total da variação. Se o ICC for igual a 0, os resíduos são perfeitamente independentes, ou seja, as chances de  $energiarenovável_i = 1$  não dependem dos grupos. Desse modo, utiliza-se a regressão logística simples. Caso o ICC seja exatamente 1, existe interdependência perfeita entre os

resíduos. O requisito para a utilização do modelo logístico multinível é o ICC ser maior do que zero e mais próximo de 1 possível (Park; Lake, 2005; Kamruzzaman et al., 2015). A expressão (4) ilustra o cálculo do ICC.

$$ICC = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \frac{\pi^2}{3}} \quad (4)$$

Se for constatada a necessidade de se adicionar o nível dois, é utilizado o modelo logístico multinível, conforme expressão (5).

$$\begin{aligned} \text{energiarenovável}_{ij} = & a_{00} + a_1 \text{capital} + a_2 \text{pessoal} + a_3 \text{interna} + a_4 \text{externa} + \\ & a_5 \text{captec} + a_7 \text{gov} + a_8 \text{intpd} + a_9 \text{centrooeste} + a_{10} \text{nordeste} + a_{11} \text{sudeste} + \\ & a_{12} \text{norte} + a_{13} \text{gestao} + a_{14} \text{agua} + a_{15} \text{energia} + a_{16} \text{impambiente} + \text{pdsetorial} + \\ & u_0 \end{aligned} \quad (5)$$

As variáveis da expressão 5 estão descritas no Quadro 1, na próxima seção.

### 3.2 Fonte de dados: PINTEC e suas variáveis

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos junto à PINTEC de 2017. São consideradas 4.928 empresas da indústria de transformação que compõem 24 setores conforme a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE). A amostra selecionada pela Pintec corresponde às empresas com 10 ou mais pessoas ocupadas e que fizeram algum tipo de inovação voltada para o mercado nacional.

A PINTEC tem como propósito criar indicadores setoriais, nacionais e regionais que contemplam práticas inovadoras nas empresas da indústria. Também fornece indicadores nacionais que avaliam as atividades de inovação nas empresas nos setores de eletricidade e gás, e serviços selecionados (IBGE, 2017).

Para integrar a base de empresas analisadas pela PINTEC, é necessário que a firma tenha registro no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE), exerça atividades classificadas em seções da CNAE, esteja situada no território nacional e possua natureza empresarial. A avaliação considera a ocorrência de inovações ao longo de um período de três anos, bem como indicadores quantitativos, como os dispêndios com P&D, a realização de exportações e as modificações nos produtos ofertados, entre outros aspectos. A definição de empresas inovadoras adotada na PINTEC baseia-se no Manual de Oslo (2006), que as caracteriza como

aquelas que tenham implementado ao menos uma inovação nos três anos anteriores à coleta das informações.

O Quadro 1 descreve as variáveis utilizadas no estudo, suas descrições, sinal esperado e aplicação em outros estudos.

**Quadro 1** - Variáveis selecionadas para a análise.

Variáveis	Descrição	Sinal esperado	Autores
<i>energiarenovável</i>	<i>Dummy</i> : valor = 1 se a empresa produziu algum tipo de energia renovável entre 2015 e 2017 e valor = 0, caso contrário.	Variável dependente	-
<b>Variáveis explicativas de nível 1</b>			
<i>Capital</i>	<i>Dummy</i> : valor = 1, se a origem do capital controlador da empresa é estrangeira ou mista; e valor = 0, caso contrário.	Positivo ou negativo	Cole; Elliott; Shimamoto, 2006; Ervilha; Cruz; Fernandes, 2019
<i>Pessoal</i>	Logaritmo do número de trabalhadores no final do ano de 2017. <i>Proxy</i> para o tamanho da empresa.	Positivo	Lustosa, 2011
<i>Interna</i>	<i>Dummy</i> : valor = 1 se, pelo menos, uma resposta das perguntas ‘fonte de informação, utilizando-se o departamento de P&D da empresa ou outra informação interna’ tiver importância ‘alta’; e valor = 0, caso contrário.	Positivo	Forero-Pineda; Laureiro-Martinez; Marín, 2011
<i>Externa</i>	<i>Dummy</i> : valor = 1 se, pelo menos, uma resposta das questões ‘outra empresa do grupo, fornecedores, consumidores, concorrentes e empresas de consultoria’ tiver importância ‘alta’; e valor = 0, caso contrário.	Positivo	Forero-Pineda; Laureiro-Martinez; Marín, 2011; Triguero; Moreno-Mondejar; Davia, 2013
<i>Captec - capacidade Tecnológica</i>	Razão entre o número de empregados de nível superior e o número total de empregados.	Positivo	Halila e Rundquist, 2011; Cuerva; Triguero-Cano; Córcoles, 2014
<i>Gov – apoio do governo</i>	<i>Dummy</i> : valor = 1 se, pelo menos, uma das questões (incentivos fiscais a P&D e inovação tecnológica; incentivo fiscal Lei da Informática; subvenção econômica a P&D e inovação tecnológica; financiamento	Positivo	Cuerva; Triguero-Cano; Córcoles, 2014; Triguero; Moreno-Mondejar; Davia, 2013; Pinsky; Kruglianskas,

	exclusivo para compras de máquinas e equipamentos utilizados para inovar; financiamento de projetos de P&D e inovação tecnológica; bolsas oferecidas por fundações de amparo à pesquisa; e compras públicas junto às empresas inovadoras) obteve resposta positiva; e valor = 0, caso contrário.		2017; Horbach; Rammer; Rennings, 2012
<i>Intpd - intensidade de pesquisa</i>	Razão entre investimentos em P&D e receita líquida com vendas.	Positivo	Forero-Pineda; Laureiro-Martinez; Marín, 2011
<i>Gestão - gestão Ambiental</i>	Parte gerencial que determina e implementa a política de meio ambiente na empresa	Positivo	Dias Angelo; Jabbour; Galina, 2012
<i>Regiões</i>	Centro-Oeste, Nordeste, Sul e Norte são <i>dummies</i> de região. Referência: Sudeste.	Positivo	Abrahão 2021; Ervilha; Vieira; Fernandes, 2019
<i>Agua</i>	Dummy que assume valor igual a 1 se houve redução no consumo de água e 0 caso contrário.	Positivo	
<i>Energia</i>	Dummy que assume valor igual a 1 se houve redução no consumo de energia e 0 caso contrário.	Positivo	
<i>Impambiente</i>	Importância dos impactos das inovações de produto e processo implementadas na redução do impacto sobre o meio ambiente	Positivo	
<b>Variável explicativa de nível 2</b>			
<i>Pdset – intensidade tecnológica setorial</i>	Somatório dos gastos das empresas com P&D e inovação do setor CNAE a 2 dígitos dividido pelo somatório da receita líquida com vendas do mesmo setor.	Positivo	

Fonte: Elaboração própria.

#### 4. Resultados e discussão

Nesta seção, são apresentados os resultados dos efeitos individuais das variáveis do modelo, destacando a discussão para os efeitos significativos e para o IED. A Tabela 1 mostra que o resultado do ICC foi de 0,425, o que indica que aproximadamente 42,5% da variação na adoção de energia renovável entre as empresas pode ser atribuída às diferenças entre os setores industriais (nível 2 da análise). Assim, o setor econômico ao qual a firma pertence, exerce influência significativa sobre a probabilidade de adoção de práticas sustentáveis. Isso sugere

que há elementos setoriais, como características tecnológicas, regulamentações específicas e padrões de concorrência, que afetam o engajamento das empresas em estratégias voltadas à produção de energia limpa.

**Tabela 1** - Modelo logit multinível estimado para energia renovável.

Variáveis selecionadas	Modelo nulo	Razão de chance
Origem do capital		1,209
		(0,186)
Intensidade de pesquisa e desenvolvimento		1,000
		(0,00108)
Capacidade tecnológica		1,1703*
		(0,051)
Tamanho da empresa		1,579***
		(0,117)
Fonte de informação interna		0,947
		(0,0890)
Fonte de informação externa		1,197*
		(0,170)
Apoio do governo		1,280***
		(0,114)
Centro-Oeste		0,774
		(0,271)
Nordeste		1,020*
		(0,274)
Sul		0,974***
		(0,183)
Norte		0,428***
		(0,117)
Gestão		1,459***
		(0,174)
Importância da redução de impactos ambientais		1,482**
		(0,260)
Redução no consumo de energia		1,346*
		(0,240)
Redução no consumo de água		1,484**

		(0,257)
Pesquisa e desenvolvimento setorial		1,213***
		(0,023)
Constante	0,956***	0,003***
	(0,347)	(0,0009)
Observações	4,908	
Qui-quadrado	1806,100***	
ICC	0,425	
	(0,0633)	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: \*\*\*, \*\*, \* significativo a 1, 5 e 10%. Os valores entre parênteses são os desvios padrões robustos.

Os resultados do modelo logit multinível, expressos na coluna ‘Razão de Chance’, evidenciam os principais determinantes associados à adoção de fontes de energia renovável na indústria de transformação brasileira. A análise dos efeitos estimados é fundamentada na literatura empírica, de modo a contextualizar os achados deste estudo em relação às investigações anteriores sobreecoinovação e investimento estrangeiro direto. Considerando que o foco central da pesquisa está na influência do capital externo, o primeiro resultado discutido refere-se à variável ‘origem do capital’, com o intuito de examinar o papel do IED como potencial indutor da transição energética no setor industrial nacional e a práticas empresariais mais alinhadas à sustentabilidade e à inovação tecnológica.

As demais variáveis, usadas como controle para os determinantes da inovação em energia renovável apresentaram resultados interessantes. A intensidade P&D, definida como a razão entre os investimentos e a receita líquida de vendas da empresa, não apresentou resultados significantes. Esse achado é coerente com alguns estudos que destacam a complexidade envolvida na transformação de investimentos em P&D em inovação ambiental efetiva. Schappo; Ferreira; Bellen (2021) observaram que empresas com matrizes energéticas ainda não 100% renováveis tendem apresentar níveis mais elevados de investimento em P&D. Isso sugere que há uma dificuldade em mensurar os retornos econômicos e sociais dos investimentos em inovação sustentável, o que pode desestimular sua alocação estratégica conforme apontaram (Bin et al., 2015; Frishammar et al., 2018).

Outro fator que pode explicar a ausência de significância é que parte da inovação ambiental depende de P&D colaborativo ou direcionado por políticas públicas específicas, e não apenas de investimentos internos da empresa. Sem articulação entre o esforço interno, um

ecossistema favorável, como incentivos públicos e regulamentações ambientais ou pressão de mercado, os resultados desses investimentos tendem a ser difusos ou diluídos em áreas que não se traduzem em ganhos ambientais diretos. Esse resultado indica a necessidade de políticas direcionadas aos investimentos empresariais em P&D, ao alcance de metas ambientais. Instrumentos como editais temáticos, exigência de contrapartidas verdes ou prioridade a projetos voltados à transição energética para obtenção de créditos diferenciados, são alguns exemplos de políticas.

A capacidade tecnológica das empresas, medida pela proporção de empregados com ensino superior, mostrou-se significativa e positivamente associada à produção de energia renovável: empresas mais qualificadas apresentam 17,03% mais chances de adoção de energias verdes. Esse resultado corrobora estudos que apontam o papel do capital humano na absorção de inovações tecnológicas e na internalização de práticas sustentáveis (Cuerva et al., 2014). A qualificação técnica dos trabalhadores facilita a integração de soluções energéticas inovadoras e reforça o argumento de que o investimento em capital humano é condição essencial para o avanço daecoinovação no setor industrial (de Cássia Fucci-Amato; Amato Neto, 2008).

O tamanho da empresa também se destacou como variável relevante. Observou-se que empresas maiores apresentaram 57,9% mais chances de produzir energia renovável. A literatura enfatiza que firmas de maior porte têm mais recursos financeiros, capacidade de investimento, estrutura de governança e pressão pública para adotar práticas ambientais avançadas (Penrose, 2009; Hamilton, 2012). Além disso, grandes corporações mudam a postura ambiental e buscam operar em mercados mais regulados e competitivos (Lopes; Taques, 2016).

Outro fator que afeta o uso de energia renovável é o uso de fontes de informação externa, como fornecedores, concorrentes e consultorias, que ampliam em 19,7% a chance de adoção desse modal energético. Essa evidência está alinhada com o conceito de *spillovers* de conhecimento, segundo o qual a troca de experiências e a difusão de boas práticas entre empresas favorecem a inovação ambiental (Moralles, 2012; Li, Lian; Xu, 2023). A circulação de conhecimento em redes produtivas dinâmicas tende a impulsionar a adoção de soluções tecnológicas sustentáveis, especialmente em setores onde a inovação é crítica.

Em contrapartida, a fonte de informação interna não apresentou significância estatística, indicando que o conhecimento desenvolvido exclusivamente dentro da firma não exerce, isoladamente, efeito significativo sobre a decisão de adotar energias renováveis. Esse resultado é contrário às conclusões de Seidler-de Alwis e Hartmann (2008), que discutem que a inovação

é mais eficaz quando o conhecimento interno é complementado por fontes externas. Neste estudo, entretanto, nota-se que isso não ocorre na indústria de transformação no Brasil pois parece que apenas os estímulos externos contribuem para o sucesso de estratégias inovadoras em energia renovável.

O apoio do governo mostrou-se um importante indutor de práticas sustentáveis. Empresas que receberam incentivos públicos apresentaram 28% mais chances de adotar energia renovável. Esse resultado reforça a literatura sobre o papel estratégico do Estado no direcionamento de esforços inovadores e na superação de falhas de mercado (Cuerva et al., 2014; Hou et al., 2025) por meio de subsídios, crédito facilitado, incentivos fiscais e compras públicas sustentáveis são necessárias para criar um ambiente institucional que favoreça a transição energética. O setor energético, em particular, enfrenta desafios que exigem investimentos contínuos em P&D (Gordon; Cassiolato, 2019). Portanto, é essencial que os principais agentes envolvidos com o setor aproveitem incentivos do governo para impulsionar sua capacidade de inovação.

A adoção de práticas ambientais sistematizadas também teve efeito significativo. Empresas com gestão ambiental estruturada tiveram 45,9% mais chances de produzir energia renovável. Esse resultado reforça o compromisso com a sustentabilidade como um dos pilares da mudança organizacional (Paiva & Giesta, 2019; Souza e Costa, 2012). Gestão ambiental eficaz tende a alinhar os objetivos econômicos da empresa com preocupações ecológicas econômicas e sociais, promovendo melhorias operacionais e redução de custos.

Do ponto de vista das ações práticas de sustentabilidade, a redução no consumo de energia e de água foi associada, respectivamente, a aumentos de 34,6% e 48,4% em fontes renováveis. Essas variáveis funcionam como indicadores no compromisso mais amplo com a eficiência de recursos e refletem a internalização de práticas ambientais em diferentes dimensões da operação empresarial. Estudos de Estender & Pitta (2008) e Moretto et al. (2012) apontam que ações de eficiência hídrica e energética são frequentemente integradas às estratégias de diversificação da matriz energética, especialmente em países com forte presença de hidrelétricas, como o Brasil.

A valorização da dimensão ambiental no processo de inovação também apresentou efeito positivo. Empresas que atribuem maior importância à redução de impactos ambientais têm 48,2% mais chances de utilizar energias renováveis. Esse resultado sinaliza o papel da cultura organizacional e da percepção ambiental como determinantes daecoinovação. A

variável ambiental no núcleo estratégico das empresas contribui para ampliar a legitimidade institucional e a aceitação social das firmas (Ghobadian et al., 1995; Hoffman, 2000).

A considerar as regiões brasileiras, observou-se diferenças estatisticamente significativas na probabilidade de adoção de energias renováveis. O que indica que o contexto geográfico importa para a incorporação de práticas sustentáveis pelas empresas. Para a região Centro-Oeste, por exemplo, verificou-se resultado não significativo. Apesar da expansão da agroindústria e da produção de biocombustíveis, a matriz energética da região ainda é pouco diversificada e depende fortemente da biomassa e de usinas termelétricas podendo restringir o engajamento em fontes como solar e eólica (Lourenzani et al., 2016; Costa, 2017).

Para a região Norte, observou-se resultado significativo: as empresas da região possuem 57,2% menos chances de adotar energia renovável em relação às do Sudeste. Isso pode ser explicado pelo baixo aproveitamento do grande potencial energético da região, apesar de sua elevada capacidade hidrelétrica. Robazzi (2015) aponta que, embora o Norte concentre cerca de 60% do potencial hidráulico nacional, barreiras regulatórias, baixa diversificação da matriz e infraestrutura limitada podem restringir a modernização do parque industrial.

No Sul do país, a razão de chance foi significativa e apresentou magnitude de 0,974, que representa uma redução de 2,6% na chance de adoção de renováveis. Embora a região conte com uma matriz relativamente limpa, com usinas hidrelétricas e energia eólica (especialmente no Rio Grande do Sul), seu desempenho abaixo do Sudeste pode estar relacionado a diferenças na densidade tecnológica ou nas estratégias corporativas regionais (Siffert, 2014). Em contrapartida, o Nordeste foi a única região com que apresentou aumento de 2% na chance de adoção de energias renováveis, em relação ao Sudeste. O destaque do Nordeste está associado à sua liderança na produção de energia solar e eólica, beneficiada por condições climáticas favoráveis e incentivos públicos em infraestrutura (Bezerra, dos Santos, 2017; Matsubara, 2020). Ainda que o efeito seja modesto, confirma o papel estratégico da região na transição energética brasileira. Bezerra, dos Santos (2017) e Matsubara (2020) destacam que os incentivos fiscais, os leilões de energia promovidos pelo governo federal e a atração de capitais privados têm consolidado o Nordeste como polo nacional de geração eólica e solar. Ademais, a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica ABSOLAR (2024), aponta que a baixa variabilidade dos ventos e a elevada irradiação solar tornam a região especialmente atrativa para investimentos em fontes limpas.

Portanto, reforça-se a hipótese de que a localização geográfica, quando acompanhada de políticas públicas eficazes, pode funcionar como catalisadora da transformação produtiva, estimulando a internalização de padrões ambientais mais exigentes e o alinhamento das firmas com as metas da transição energética (Cuerva et al., 2014; Carrer et al., 2024). Essas variações podem ser atribuídas a fatores como infraestrutura energética, maturidade tecnológica, e disponibilidade de recursos naturais.

Por último, a variável de nível setorial (P&D setorial), diferentemente da variável de intensidade de P&D em nível de empresa, é significativa. Isso mostra que empresas inseridas em setores mais intensivos em P&D apresentam 21,3% mais chances de adotar fontes renováveis. Isso demonstra que o ambiente setorial é relevante na difusão de práticas sustentáveis e que as externalidades tecnológicas, quando combinadas com políticas setoriais específicas, podem fomentar a modernização das firmas (Ervilha et al., 2019; Carrer et al., 2024).

De forma geral, os resultados encontrados indicam que a adoção de energias renováveis pelas empresas da indústria de transformação brasileira está associada a um conjunto articulado de fatores estruturais, organizacionais e contextuais. Destacam-se como principais determinantes: o porte da empresa, a qualificação da força de trabalho, a existência de sistemas de gestão ambiental, o uso de informações externas e o apoio governamental. Por outro lado, a ausência de significância estatística da variável ‘origem do capital’ evidencia que o investimento estrangeiro direto, embora relevante, não atua isoladamente como vetor da transição energética. Além disso, as diferenças regionais observadas reforçam que políticas públicas direcionadas, especialmente no Norte e Centro-Oeste, fundamentais para atenuar assimetrias territoriais e ampliar os efeitos positivos da inovação ambiental em todo o país.

## **5. Considerações finais**

Este estudo buscou analisar a relação entre o IED e a adoção de energias renováveis por empresas da indústria de transformação. Para isso, foram utilizados os dados de taxas de inovação apresentadas pela Pintec de 2017, aplicados em modelos logit multinível, a fim de captar o efeito do capital estrangeiro na adoção de energia renovável nas empresas do setor de indústria de transformação.

Já é de conhecimento que a matriz energética brasileira é predominantemente composta por fontes renováveis de energia. Esse cenário, além de representar uma vantagem competitiva para a economia nacional, constitui em um avanço no processo de transição

energética, especialmente considerando o compromisso do país com a redução das emissões de carbono. No entanto, o Brasil ainda figura como um dos principais emissores globais, portanto, é necessário mobilizar uma série de fatores estruturais, institucionais e econômicos, para estimular o desenvolvimento sustentável nas indústrias de transformação.

No setor industrial, a transição energética não depende apenas da origem do capital, mas resulta de uma combinação de fatores internos e externos, o que reforça a importância de uma transformação verde ampla e integrada. É essencial promover a formação de capital humano qualificado, oferecer incentivos fiscais e linhas de crédito voltadas especialmente quanto à inovação sustentável. Além disso, é necessário estabelecer ambientes regulatórios estáveis e transparentes, principalmente em regiões com menor propensão à energia limpa. Políticas que incentivem a criação de zonas industriais verdes, com exigências ambientais mais rigorosas para atrair IED de qualidade, também se mostram relevantes. Soma-se, o fortalecimento dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) e das redes de cooperação entre empresas, universidades e centros de pesquisa.

Apesar dos resultados apresentados, o estudo apresentou algumas limitações. Quanto ao período analisado restringe-se ao triênio de 2015 a 2017, o que pode não refletir mudanças mais recentes nos padrões de investimento e inovação. Além disso, a utilização de uma base de dados transversal (dados de corte) impede inferências causais robustas. Outra limitação relevante refere-se ao potencial viés de subnotificação de práticas sustentáveis nas respostas da PINTEC.

Dessa forma, como sugestões para pesquisas futuras, propõe-se a realização de estudos longitudinais que investiguem a evolução do comportamento empresarial quanto à adoção de fontes renováveis de energia em diferentes setores da economia. Também são recomendados estudos qualitativos que explorem os mecanismos internos de decisão empresarial em relação aos investimentos sustentáveis. Por fim, sugere-se a condução de análises comparativas com outros países emergentes, a fim de verificar se os efeitos do IED são semelhantes em contextos institucionais distintos.

## **Referências**

ABRAHÃO, Karla Cristina de Freitas Jorge; SOUZA, Roberta Gonçalves Vieira de. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 2, p. 383-408, 2021.

ABSOLAR. **Brasil alcança marco histórico em energia solar e Pernambuco amplia participação**. 2024. Disponível em: [<https://www.absolar.org.br/noticia/https-www-ne9-com->

br-brasil-alcanca-marco-historico-em-energia-solar-e-pernambuco-amplia-participacao/](https://www.absolar.org.br/noticia/https-www-ne9-com-br-brasil-alcanca-marco-historico-em-energia-solar-e-pernambuco-amplia-participacao/). Acesso em: 8 abr. 2025.

BELANÇON, Marcos Paulo. Brazil electricity needs in 2030: trends and challenges. *Renewable Energy Focus*, v. 36, p. 89-95, 2021.

BELIN, J.; HORBACK, J.; OLTRA, V. **Determinants and Specificities of Eco-innovations – An Econometric Analysis for the French and German Industry based on the Community Innovation Survey (Cahiers du GREThA (2007-2019))**. 2011.

BEZERRA, F. D.; DOS SANTOS, L. S. Potencialidades da energia eólica no nordeste: v. 2 n. 9 (2017). *Caderno Setorial ETENE*, v. 2, n. 9, 2017.

BIN, A. et al. Da P&D à inovação: desafios para o setor elétrico brasileiro. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 22, n. 3, p. 552-564, 2015. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1294-14](http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1294-14)BORGHESI, S.; CAINELLI, G.; MAZZANTI, M. **Brown sunsets and green dawns in the industrial sector: eco innovations, firm behavior and the European emission trading** (3; Working Paper). 2011.

CARRER, D. A.; BARBOSA, M. R.; FERNANDES, E. A. **EcoInovações e indústria de transformação brasileira: uma análise a partir dos dados da PINTEC 2017**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 52., 2024.

CASTELLANI, D. et al. Greenfield foreign direct investments and regional environmental technologies. *Research Policy*, v. 51, n. 1, p. 104405, 2022.

CNI; CEPAL. **Tendências, desafios e oportunidades da ecoinovação para a indústria no Brasil**. 2023. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\_public/62/4e/624ec17c-a0e2-4398-a979-ed8d24aac239/tendencias\_desafios\_e\_oportunidades\_da\_ecoinovacao\_para\_a\_industria\_no\_brasil.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\_public/62/4e/624ec17c-a0e2-4398-a979ed8d24aac239/tendencias\_desafios\_e\_oportunidades\_da\_ecoinovacao\_para\_a\_industria\_no\_brasil.pdf).

CNI. **Mapa estratégico da indústria 2023-2032: o caminho para a nova indústria**. Ed. rev. 2023b. Disponível em:

[<https://www.mapadaindustria.cni.com.br/download>](<https://www.mapadaindustria.cni.com.br/download>).

COLE, M. A.; ELLIOTT, R. J.; SHIMAMOTO, K. Globalization, firm-level characteristics and environmental management: A study of Japan. **Ecological Economics**, v. 59, n. 3, p. 312-323, 2006.

COSTA, N. L. **Biocombustíveis**: produção, transporte, uso final e emissões de gases de efeito estufa na região centro-oeste. 2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

CUERVA, M. C.; TRIGUERO-CANO, Á.; CÓRCOLES, D. Drivers of green and non-green innovation: empirical evidence in Low-Tech SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 68, p. 104–113, 2014. DOI:

[<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.049>](<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.049>).

DE CÁSSIA FUCCI-AMATO, R.; AMATO-NETO, J. A influência do capital humano e do capital intelectual no desenvolvimento de aglomerações de empresas e redes de cooperação produtiva. **Journal of Technology Management & Innovation** v. 3, n. 2, p. 56-66, 2008.

DEMENA, B. A.; AFESORGBOR, S. K. The effect of FDI on environmental emissions: Evidence from a meta-analysis. **Energy Policy**, v. 138, p. 111192, 2020. DOI: [<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111192>](<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111192>).

DIAS ANGELO, F.; JOSÉ CHIAPPETTA JABBOUR, C.; VASCONCELLOS GALINA, S. Environmental innovation: in search of a meaning. **World journal of entrepreneurship, management and sustainable development**, v. 8, n. 2/3, p. 113-121, 2012.

ERVILHA, G. T.; VIEIRA, W. D. C.; FERNANDES, E. A. Determinantes daecoinovação nas empresas brasileiras: uma análise empírica. **Economia Aplicada**, v. 23, n. 4, p. 145–174, 2019. DOI:<https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea161617>](<https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea161617>).

ESTENDER, A. C.; PITTA, T. D. T. M. O conceito do desenvolvimento sustentável. **Revista Terceiro Setor & Gestão de Anais-UNG-Ser**, v. 2, n. 1, p. 22-28, 2008.

FORERO-PINEDA, C.; LAUREIRO-MARTINEZ, D.; MARÍN, A. Innovation patterns and intellectual property in SME s of a developing country. **Innovar**, v. 21, n. 42, p. 113–127, 2011.

FRISHAMMAR, J. et al. Opportunities and Galbiatti-Silveira, P. **Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira. Opinión Jurídica**, v. 17, n. 33, p. 123-147, 2018.

FUSSLER, C.; JAMES, P. **Driving eco-innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability.** 1996.

GHOBIAN, A. et al. The influence of environmental issues in strategic analysis and choice: A review of environmental strategy among top UK corporations. **Management Decision**, v. 33, n. 10, p. 46-58, 1995.

GORDON, J. L.; CASSIOLATO, J. E. O papel do Estado na política de inovação a partir dos seus instrumentos: uma análise do plano inova empresa. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 23, n. 03, p. e192334, 2019.

HALILA, F.; RUNDQUIST, J. The development and market success of eco-innovations: A comparative study of eco-innovations and “other” innovations in Sweden. **European Journal of Innovation Management** v. 14, n. 3, p. 278-302, 2011.

HAMILTON, R. T. How firms grow and the influence of size and age. **International Small Business Journal**, v. 30, n. 6, p. 611-621, 2012.

HOFFMAN, A. J. Integrating environmental and social issues into corporate practice. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 42, n. 5, p. 22-33, 2000.

HORBACH, Jens; RAMMER, Christian; RENNINGS, Klaus. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact—The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. **Ecological economics**, v. 78, p. 112-122, 2012.

HOU, H. et al. Foreign direct investment, environmental regulation, and energy transition—An empirical study based on data from 38 OECD countries worldwide. **Managerial and Decision Economics**, v. 46, n. 1, p. 573–589, 2025. DOI: [https://doi.org/10.1002/mde.4392](https://doi.org/10.1002/mde.4392).

IBGE. **Pesquisa de inovação 2017**. Análise complementar: sustentabilidade e inovação ambiental. 2020. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101732.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101732.pdf).

KAMRUZZAMAN, Md et al. Differentials in the prevalence of anemia among non-pregnant, ever-married women in Bangladesh: multilevel logistic regression analysis of data from the 2011 **Bangladesh Demographic and Health Survey**. **BMC women's health**, v. 15, n. 1, p. 54, 2015.

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** v. 158, p. 113648, 2023.

LOPES, M. C.; TAQUES, F. H. O desafio da energia sustentável no Brasil. **Revista Cadernos de Economia**, v. 20, n. 36, p. 71-96, 2016.

LOURENZANI, W. L.; BERNARDO, R.; CALDAS, M. M. Produção de biocombustível e alteração da composição agropecuária no Centro-Oeste do Brasil. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 4, p. 561-575, 2016.

LUSTOSA, MARIA CECÍLIA JUNQUEIRA. Inovação e tecnologia para uma economia verde: questões fundamentais. **Política Ambiental**, v. 8, p. 111-122, 2011.

MANUAL OSLO. Manual de Oslo. Recuperado de <http://gestiona.com.br/wpcontent/uploads/2013/06/Manual-de-OSLO-2005.pdf>, 1997.

MARTINS, V. W. B. et al. Contributions from the Brazilian industrial sector to sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v. 272, p. 122762, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122762](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122762).

MATSUBARA, G. C. **Impactos das mudanças climáticas futuras sobre a geração de energia renovável no Nordeste brasileiro**. 2020. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

MEDEIROS, J. F. DE; RIBEIRO, J. L. D.; CRUZ, C. M. L. Inovação ambientalmente sustentável e fatores de sucesso na percepção de gestores da indústria de transformação. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 10, n. 3, p. 652–676, 2012. DOI: [https://doi.org/10.1590/S1679-39512012000300011](https://doi.org/10.1590/S1679-39512012000300011).

MORALLES, H. F. **Desenvolvimento sócio-econômico, infraestrutura de transportes e inovação: um estudo econométrico espacial dos efeitos de spillover nos estados brasileiros**. 2012. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MORETTO, E. M. et al. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica. **Ambiente & Sociedade** v. 15, p. 141-164, 2012.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Bases para proposta de 2a NDC para o Brasil (2030-2035)** (4; Brasil 2045: Construindo Uma Potência Ambiental). 2024. Disponível em: [\[https://seeg.eco.br/wp-](https://seeg.eco.br/wp-)

[content/uploads/2024/12/Brasil2045\\_Bases\\_NDC.pdf](https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/12/Brasil2045_Bases_NDC.pdf)]([https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/12/Brasil2045\\_Bases\\_NDC.pdf](https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/12/Brasil2045_Bases_NDC.pdf)).

PAIVA, F. C. D. S.; GIESTA, L. C. Gestão socioambiental em micro e pequenas indústrias de Pau dos Ferros-RN. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 2, p. e2984, 2019.

PARK, S.; LAKE, E. T. Multilevel modeling of a clustered continuous outcome: nurses' work hours and burnout. **Nursing research**, v. 54, n. 6, p. 406-413, 2005.

PENROSE, E. T. **The Theory of the Growth of the Firm**. Oxford: Oxford university press, 2009.

PINSKY, V. C. et al. Sustainable Innovation: A Perspective of Comparative International and National Literature. **Review of Administration and Innovation - RAI**, v. 12, n. 3, p. 226, 2015. DOI:<https://doi.org/10.11606/rai.v12i3.101486>](<https://doi.org/10.11606/rai.v12i3.101486>).

PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I. Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 107–126, 2017. DOI:<https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190008>](<https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190008>).

ROBAZZI, J. V. S. **Análise do crescimento energético brasileiro com enfoque no potencial energético da região Norte**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

SCHAPPO, F. DOS; FERREIRA, D. M.; BELLEN, H. M. V. **Pesquisa e desenvolvimento (P&D): Investimentos realizados pelas empresas brasileiras geradoras de energia e sua relação com a matriz energética**. In: USP INTERNATIONAL CONFERENCE IN ACCOUTING, 21., 2021, São Paulo.

SEEG. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil**. 2023.

SEEG. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil**. 2024. Disponível em: [<https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/11/SEEG-RELATORIO-ANALITICO-12.pdf>].

SEIDLER-DE ALWIS, R.; HARTMANN, E. The use of tacit knowledge within innovative companies: knowledge management in innovative enterprises. **Journal of knowledge Management**, v. 12, n. 1, p. 133-147, 2008.

SIFFERT FILHO, N. F. et al. O BNDES e a questão energética e logística da Região Sul. In: MONTORO, G. C. F. et al. (Org.). **Um olhar territorial para o desenvolvimento**: Sul. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. p. 126-163.

SINGHANIA, M.; SAINI, N. Demystifying pollution haven hypothesis: Role of FDI. **Journal of Business Research**, v. 123, p. 516–528, 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.007](https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.007).

SOMMET, N.; MORSELLI, D. Correction: keep calm and learn Multilevel logistic modeling: a simplified three-step procedure using STATA, R, mPLUS, and SPSS. **International Review of Social Psychology**, v. 30, n. 1, 2017.

SOUZA, J. A.; DA COSTA, T. D. M. T. Responsabilidade social empresarial e desenvolvimento sustentável: conceitos, práticas e desafios para a contabilidade. **Revista Organizações em Contexto**, v. 8, n. 15, 2012.

STERN, N.; VALERO, A. Innovation, growth and the transition to net-zero emissions. **Research Policy**, v. 50, n. 9, p. 104293, 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104293](https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104293).

TRIGUERO, A.; MORENO-MONDÉJAR, L.; DAVIA, M. A. Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. **Ecological economics**, v. 92, p. 25-33, 2013.

UDEMBA, Edmund Ntom; TOSUN, Merve. Energy transition and diversification: A pathway to achieve sustainable development goals (SDGs) in **Brazil**. **Energy**, v. 239, p. 122199, 2022.

UNCTAD. **World Investment Report 2023**: Investing in Sustainable Energy for All. 2023. Disponível em: [https://unctad.org/system/files/official-document/wir2023\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/wir2023_en.pdf)](https://unctad.org/system/files/official-document/wir2023\_en.pdf).

YASMEEN, R. et al. Exploring the role of biomass energy consumption, ecological footprint through FDI and technological innovation in B&R economies: A simultaneous equation approach. **Energy**, v. 244, p. 122703, 2022. DOI: [https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122703](https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122703)

## CAPÍTULO IV

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em sua totalidade, este estudo teve como objetivo analisar a eficiência técnica das empresas receptoras de Investimento Estrangeiro Direto (IED) na América Latina e no Caribe (ALC) e identificar os fatores que a discriminam no ano de 2024, bem como investigar a inter-relação entre a produção de energias renováveis e o IED nas empresas da indústria de transformação brasileira no período de 2015 a 2017.

No primeiro trabalho, apresentado no Capítulo II, empregaram-se a Análise Envoltória de Dados (DEA), por meio do modelo Banker, Charnes, Cooper (BCC), e a análise discriminante para estimar a eficiência técnica das empresas multinacionais. Trabalhadores e investimentos foram utilizados como *inputs* e a receita anual das empresas como *output*. Além disso, analisou-se como determinantes da eficiência técnica variáveis relacionadas ao porte e ao desempenho da firma (número de trabalhadores, investimento e receita), ao ambiente institucional (Índice de Inovação Global, participação em Tratados Bilaterais de Investimento e inserção em Acordos Comerciais Regionais) e a fatores ambientais (intensidade de emissões).

Os resultados evidenciaram forte heterogeneidade de eficiência técnica entre firmas e setores. Entre as empresas classificadas como plenamente eficientes BRF Brasil Foods, JBS, Latam Airlines, Embraer, Vale, FEMEX, Sessa Marine Alfa e América Móvil, 44,4% pertencem aos setores alimentício e aeroespacial. Em contraste, apenas uma empresa, a Quemchi (setor de aquicultura), apresentou eficiência igual a zero. Observou-se, ainda, que o ambiente locacional exerce papel significativo na eficiência técnica das empresas com IED. Países como Argentina, Panamá e Uruguai possuem estruturas produtivas menos orientadas para atividades intensivas em inovação ou energia renovável, além de restrições institucionais e limitações de escala de mercado, quando comparados a Brasil, Chile e Costa Rica. Além disso, a análise discriminante reforça que projetos eficientes não se concentram necessariamente em países com menor intensidade de emissões, mas sim naqueles que oferecem melhores fatores microeconômicos e setoriais para investimentos em segmentos de alta intensidade tecnológica, estratégias de P&D, como a indústria aeroespacial.

O segundo trabalho, discutido no Capítulo III, buscou caracterizar a indústria de transformação brasileira em termos de produção de energias renováveis e investigar seus determinantes, com ênfase no papel do IED. Para tal, aplicaram-se modelos Logit e Logit

Multinível. Os resultados apontam que 42,5% da variação na adoção de energia renovável é explicada por diferenças setoriais, o que evidencia que o ambiente produtivo exerce grande influência sobre as decisões tecnológicas das empresas. A localização geográfica também se mostrou um determinante relevante: empresas brasileiras situadas nas regiões Norte e Sul apresentam menor probabilidade de adotar fontes renováveis em comparação às demais regiões do país. Por outro lado, características internas às firmas, como o porte e o volume de consumo de energia, revelaram efeitos positivos robustos sobre a adoção de energias renováveis.

De modo integrado, os dois estudos permitem concluir que fatores estruturais, institucionais, locacionais e econômicos influenciam tanto a eficiência técnica das empresas receptoras de IED na ALC quanto a probabilidade de adoção de fontes renováveis pelas empresas brasileiras da indústria de transformação. Observa-se que empresas de maior porte, inseridas em setores mais intensivos em tecnologia e estabelecidas em regiões com melhores condições econômicas e institucionais, tendem simultaneamente a apresentar maior eficiência técnica e maior probabilidade de produzir ou adotar energia renovável.

Esses resultados destacam a relevância de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento regional, ao fortalecimento institucional, ao estímulo à inovação e ao crescimento empresarial, bem como à promoção da transição energética na indústria de transformação. Políticas integradas nesses pilares podem contribuir para reduzir desigualdades regionais, ampliar a competitividade das empresas e fortalecer trajetórias sustentáveis de desenvolvimento.

Não obstante as contribuições do estudo, há limitações, especialmente no que se refere ao recorte temporal. Como as análises foram realizadas com períodos distintos em função da disponibilidade e da natureza das bases de dados, os resultados podem não refletir plenamente a conjuntura atual da eficiência técnica ou da produção de energia. Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se investigações longitudinais com dados em painel que aprofundam a compreensão dos efeitos do IED, das mudanças institucionais e das transformações tecnológicas sobre o desempenho das empresas ao longo do tempo, permitindo captar ajustes estruturais que não são observáveis em análises estáticas. Outra sugestão é a realização de análises comparativas entre diferentes regiões do mundo. Essas comparações internacionais contribuiriam para identificar padrões comuns ou divergentes em relação à influência do IED, dos fatores locacionais e institucionais sobre a eficiência técnica e a adoção

de energias renováveis, permitindo avaliar em que medida os resultados aqui encontrados são específicos à ALC ou refletem tendências globais.