



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO



NATANIELLE RIBEIRO GUEDES DE OLIVEIRA

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO DEMATEL NA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO
ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL (ISE B3) NO DESEMPENHO
FINANCEIRO DAS EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA**

BELÉM - PA

2025

NATANIELLE RIBEIRO GUEDES DE OLIVEIRA

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO DEMATEL NA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO
ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL (ISE B3) NO DESEMPENHO
FINANCEIRO DAS EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Administração do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Pará.
Linha de Pesquisa: Estratégia e Desempenho Organizacional.

Orientador: Prof. Dr. Harley dos Santos Martins

BELÉM - PA

2025

NATANIELLE RIBEIRO GUEDES DE OLIVEIRA

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO DEMATEL NA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO
ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL (ISE B3) NO DESEMPENHO
FINANCEIRO DAS EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Administração.

Linha de Pesquisa: Linha de Pesquisa: Estratégia e Desempenho Organizacional.

Data de Defesa: 10/07/2025

Status: Aprovada

Banca examinadora:

Prof. Dr. Harley dos Santos Martins
(Presidente - PPGAD)

Prof. Dr. Cristiano Descovi Schimith
(Membro Interno - PPGAD)

Profa. Dra. Renata Mello e Silva de Oliveira
(Membro Externo - UEPA)

- O48a Oliveira, Nataniele Ribeiro Guedes de.
.A aplicação do método DEMATEL na Avaliação da Influência do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE 83) no Desempenho Financeiro das empresas do setor de energia / Nataniele Ribeiro Guedes de Oliveira. - 2025.
46 f. : ii. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Harley dos Santos Martins Martins
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Para,
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-
Graduação em Administração, Belem, 2025.

I. Tripe de Sustentabilidade; ISE B3; DEMATEL;
Performance Financeira. I. Título.

CDD354

AGRADECIMENTOS

Com imensa satisfação e profundo respeito, registro aqui a minha gratidão inabalável a todos aqueles que, com seu apoio essencial e incentivo constante, foram decisivos para a concretização desta Dissertação.

O reconhecimento mais profundo e afetuoso é dedicado aos meus amados pais e irmãos. O suporte incondicional, a paciência estendida e o amor inestimável que me dedicaram ao longo de toda a jornada acadêmica constituíram o alicerce fundamental, provendo a estabilidade emocional e a força para a persistência neste ciclo.

No âmbito acadêmico, o agradecimento mais especial é direcionado ao Professor Harley Martins, meu orientador. Sua orientação paciente e a postura notavelmente compreensiva e tranquila foram cruciais. Agradeço-lhe profundamente pela valiosa contribuição intelectual, pelo estímulo à reflexão e pelo direcionamento seguro que guiou esta pesquisa desde a concepção até a sua finalização.

Estendo meus agradecimentos a todos os professores do Programa de Pós-Graduação. Sua excelência e dedicação foram inspiradoras, e a vasta experiência compartilhada em sala de aula e nos debates enriqueceu significativamente a minha formação e o rigor metodológico deste trabalho.

Manifesto, ainda, o meu reconhecimento profissional à Renata Fernandes, minha antiga chefe, pela valiosa compreensão e flexibilidade demonstrada. A liberação para a frequência às disciplinas foi um apoio institucional determinante para a minha plena dedicação aos estudos.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a concretização desta dissertação, o meu sincero muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho investigou a relação entre sustentabilidade corporativa e desempenho financeiro no setor de energia, com foco nos temas do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3). Utilizando o método DEMATEL, foram analisadas as inter-relações entre os fatores de sustentabilidade com base na percepção de uma especialista atuante no setor, resultando na identificação de temas críticos com maior influência sistêmica. A análise revelou como práticas sustentáveis prioritárias impactam diretamente resultados econômicos como EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*), ROE (*Return on Equity*), margem líquida e índice de endividamento. Os resultados demonstram a aplicabilidade de métodos multicritério para apoiar decisões estratégicas baseadas em sustentabilidade e evidenciam o alinhamento possível entre desempenho ESG (*Environmental, Social and Governance*) e valor econômico. Este estudo contribui para o avanço da mensuração integrada da sustentabilidade e propõe um modelo replicável para empresas de setores intensivos em capital e regulação.

Palavras-chave: Tripé de Sustentabilidade; ISE B3; DEMATEL; Performance Financeira.

ABSTRACT

This study explored the relationship between corporate sustainability and financial performance in the energy sector, focusing on the themes of the Brazilian Corporate Sustainability Index (ISE B3). Using the DEMATEL method, the interrelations among sustainability factors were analyzed based on the perception of a single specialist working in the sector, leading to the identification of critical, highly influential themes. The analysis revealed how prioritizing sustainable practices directly impacts economic outcomes such as EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*), ROE (*Return on Equity*), net profit margin, and debt ratio. The results demonstrate the applicability of multicriteria methods in guiding strategic decisions grounded in sustainability and highlight the potential alignment between ESG (*Environmental, Social and Governance*) performance and economic value. This research contributes to the advancement of integrated sustainability measurement and offers a replicable model for capital-intensive and regulation-driven industries.

Keywords: Triple Bottom Line; ISE B3; DEMATEL; Financial Performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Alocação de temas específicos do questionário ISE aos segmentos da B3.....	23
Figura 2 - Dimensão e Temas voltados ao setor elétrico.....	26
Figura 3 - Matriz de Comparação.....	27
Figura 4 - Passo a Passo – Aplicação DEMATEL.....	28
Figura 5 - Respostas da Matriz de Comparação	32
Figura 6 - Detalhamento de Cálculos R Studio	33
Figura 7 - Matriz “Relação de Influência” e “Relação de Importância”	34
Figura 8 - Diagrama de Causa e Efeito.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Visão geral do questionário ISE B3.....	21
Tabela 2 -	Grau de Influência.....	27
Tabela 3 -	Perfil do Especialista.....	28
Tabela 4 -	Varição do EBITDA.....	37
Tabela 5 -	Varição do ROE (%)	37
Tabela 6 -	Varição do Índice de Endividamento.....	38
Tabela 7 -	Varição da Margem Líquida.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B3	Bolsa de valores brasileira
DEMATEL	<i>Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
EBITDA	<i>Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization</i>
ESG	Environmental, Social and Governance
GRI	Global Reporting Initiative
ISE B3	Índice de Sustentabilidade Empresarial (da B3)
ISR	Investimento Socialmente Responsável
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
ROE	<i>Return on Equity</i>
SASB	<i>Sustainability Accounting Standards Board</i>
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TI	Tecnologia da Informação

LISTA DE SÍMBOLOS

n	Número de fatores/temas avaliados no modelo.
p	Número de especialistas consultados.
i, j	Índices de linha e coluna nas matrizes.
Z	Matriz média das avaliações dos especialistas (influência direta agregada).
z_{ij}	Elemento (i, j) de Z (influência direta do fator i sobre o fator j).
s	Fator de normalização aplicado a Z para obter D .
D	Matriz de influência direta normalizada.
d_{ij}	Elemento (i, j) de D .
I	Matriz identidade de ordem n .
T	Matriz de relação total, definida por $T = D(I - D)^{-1}$.
t_{ij}	Elemento (i, j) de T (influência total do fator i sobre o fator j).
W	Vetor soma das linhas de T (influência exercida por cada fator).
V	Vetor soma das colunas de T (influência recebida por cada fator).
$W + V$	Relação de importância de um fator ($W + V$).
$W - V$	Relação de influência de um fator ($W - V$).
α	limiar para destacar relações fortes, calculado como a média dos elementos de T , $\alpha = 1$
Σ_n	$\Sigma_n \quad t_{ij}$.
N	Número de elementos de T ($N = n^2$).
$0_{n \times n}$	Matriz $n \times n$ de zeros (matriz nula).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Tripé de sustentabilidade: Conceitos, Fundamentos Teóricos e Relevância	15
2.1	Dimensão Social.....	16
2.1.2	Dimensão Ambiental.....	16
2.1.3	Dimensão Econômica.....	16
2.2	ESG: Abordagem Integrada da Sustentabilidade Corporativa.....	17
2.2.1	Dimensão Ambiental.....	17
2.2.2	Dimensão Social.....	18
2.2.3	Dimensão de Governança.....	18
2.3	Medição da Sustentabilidade Empresarial.....	19
2.4	Detalhando o ISE B3.....	20
3	METODOLOGIA.....	24
3.1	Tipo de Pesquisa.....	24
3.2	Método Utilizado.....	25
3.3	Aplicação do Método e Coleta de Dados.....	25
3.4	Indicadores Financeiros Considerados.....	30
4	RESULTADOS.....	32
5	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS.....	41
	ANEXO A - SCRIPTS - APLICAÇÃO RSTUDIO.....	45

1. INTRODUÇÃO

A teoria do Tripé da Sustentabilidade, ou *Triple Bottom Line* (TBL) tem se destacado nas organizações contemporâneas ao enfatizar a necessidade de equilíbrio entre crescimento econômico, responsabilidade ambiental e equidade social. O modelo propõe que as empresas harmonizem simultaneamente esses três pilares (pessoas, meio ambiente e lucratividade) na formulação e execução de suas estratégias organizacionais. Adicionalmente, é notória a necessidade atual da sociedade de atender às demandas do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades, algo que reforça uma visão de longo prazo nas decisões corporativas (Sarkis, 2020).

Nesse contexto, o TBL traz uma série de benefícios para as organizações e tem ganhado espaço como uma abordagem prática que fortalece a competitividade, orienta decisões estratégicas e amplia a geração de valor. Ao integrar lucro, cuidado com o meio ambiente e responsabilidade social, as empresas passam a adotar uma visão mais completa e conectada com os desafios do século XXI (Gu; Wang, 2022; Usmani *et al.*, 2022; Gregory; Stead; Stead, 2021).

A aplicação do TBL nas organizações permite decisões mais conscientes, melhora a eficiência das ações internas e posiciona os negócios de forma mais legítima diante das partes interessadas (inclusive investidores), impulsionando o desempenho organizacional e contribuindo para o desenvolvimento sustentável das nações, mostrando que crescer de forma responsável é não só possível, como essencial para o futuro (Howard; Böhm; Eatherley, 2022; Walker; Yu; Zhang, 2020; Solaimani; Sedighi, 2020; Huang; Surface; Zhang, 2022).

Em consonância ao TBL, destaca-se também o conceito de ESG (*Environmental, Social and Governance*), que se alinha às dimensões do TBL, mas dá ênfase na governança como componente central. O ESG aborda questões como transparência, ética e gestão de riscos, buscando fortalecer a responsabilidade corporativa e a geração de valor a longo prazo (Crace; Gehman, 2023). Enquanto o TBL busca o equilíbrio entre os pilares, o ESG se apresenta como uma abordagem estruturada, com foco específico na governança como base para o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, o investimento socialmente responsável (ISR) tem ganhado força no Brasil como uma das principais tendências na área de investimentos. Essa prática se baseia na

incorporação de critérios ambientais, sociais e de governança no processo decisório, refletindo a crescente relevância da agenda ESG em mercados estratégicos para os investidores (Filho, 2021).

No cenário brasileiro, o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da B3 está diretamente relacionado ao conceito de investimento socialmente responsável (ISR), refletindo o interesse dos *stakeholders* por maior transparência nas práticas de responsabilidade social, ambiental e de governança, adotando fundamentos da *Global Reporting Initiative* (GRI), adaptando-os às exigências do mercado e baseando-se na divulgação de relatórios de sustentabilidade completos e integrados (Neto; Correia, 2024).

Diante desse panorama, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar, utilizando a ferramenta DEMATEL, a influência do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) no desempenho financeiro de algumas empresas do setor de energia.

As contribuições teóricas deste trabalho estão relacionadas ao aprofundamento do entendimento sobre as inter-relações entre sustentabilidade e desempenho financeiro, por meio da utilização da metodologia DEMATEL. No campo prático, foram oferecidos *insights* para gestores e investidores, especialmente sobre o papel do ISE B3 e como instrumentos de orientação estratégica na busca por melhor desempenho financeiro aliado a práticas sustentáveis.

Na Seção 2 são apresentados os fundamentos teóricos que sustentam este estudo; na Seção 3, a metodologia empregada; na Seção 4, a análise e discussões dos resultados; e, por fim, na Seção 5, as conclusões e a retomada do objetivo central da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tripé de sustentabilidade: Conceitos, Fundamentos Teóricos e Relevância

A sustentabilidade corporativa tem sido amplamente discutida como uma abordagem estratégica que integra objetivos financeiros com compromissos sociais, ambientais e de governança. Mais do que uma diretriz ética, passou a ser considerada uma alavanca também para o desempenho financeiro, contribuindo para a resiliência organizacional, a redução de riscos e a valorização das empresas perante investidores e *stakeholders* (Billio *et al.*, 2021).

O conceito do tripé da sustentabilidade, ou *Triple Bottom Line* (TBL), foi introduzido por Elkington em 1998, marcando um importante desenvolvimento na literatura sobre sustentabilidade corporativa. Esse modelo propõe a expansão dos critérios de sucesso empresarial para além do desempenho econômico, incorporando considerações sociais e ambientais. Este conceito reflete uma evolução significativa na maneira como as organizações abordam a sustentabilidade, enfatizando a necessidade de um equilíbrio entre lucratividade, responsabilidade social e gestão ambiental. Diversos estudiosos têm contribuído para a compreensão e aplicação desse conceito, reforçando seu papel fundamental na promoção de práticas de Responsabilidade Social Empresarial que garantam a sustentabilidade de longo prazo dos negócios (Haleem *et al.*, 2022; Pasamar; Bornay-Barrachina; Morales-Sánchez, 2023; Koride; Venkatagiri; Ganesh, 2023).

A evidenciação do Tripé de Sustentabilidade responde ao crescente reconhecimento da necessidade das empresas de servir não apenas aos seus acionistas, mas também a uma gama mais ampla de partes interessadas, como empregados, clientes, comunidades locais e a sociedade em geral. Edeigba e Arasanmi (2021) destacam como o conceito de desempenho corporativo ampliado tem sido adotado e refinado por iniciativas globais, como o *Global Reporting Initiative* (GRI) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), que buscam alinhar suas métricas à estrutura do Tripé de Sustentabilidade.

A relevância do referido Tripé tem sido cada vez mais reconhecida nas últimas décadas, sublinhando a necessidade de operações corporativas responsáveis e transparentes. Mattera e Gava (2021) salientam a importância de considerar os impactos das práticas empresariais no bem-estar social e ambiental para a sustentabilidade a longo prazo das organizações, apontando também que inovações em estratégias de Responsabilidade Social Corporativa (RSC) podem beneficiar tanto as empresas quanto a sociedade. Edeigba e Arasanmi (2021) argumentam que a implementação de práticas de sustentabilidade alinhadas

ao tripé pode melhorar a reputação das empresas, ajudar na conformidade com regulamentações rigorosas e oferecer uma vantagem competitiva sustentável. A seguir, é apresentado o detalhamento de cada uma das dimensões do tripé.

2.1.1 Dimensão Social

A dimensão social se concentra no impacto das organizações no bem-estar das pessoas, tanto internas quanto externas à empresa. Mattera e Gava (2021) ressaltam a importância das empresas no bem-estar de empregados, clientes e comunidades, incentivando práticas de trabalho justo, desenvolvimento social e um comprometimento com a equidade e inclusão. Edeigba e Arasanmi (2021) enfatizam a responsabilidade das empresas em assegurar condições de trabalho justas e promover a igualdade.

2.1.2 Dimensão Ambiental

Na dimensão ambiental, o foco é como as organizações administram o uso de recursos e a geração de resíduos para minimizar impactos negativos no meio ambiente. Mattera e Gava (2021) enfatizam a gestão responsável dos recursos naturais, promovendo práticas como o uso eficiente de energia e a redução da pegada de carbono. Edeigba e Arasanmi (2021) destacam a importância de reduzir emissões, conservar recursos e investir em tecnologias limpas como estratégias para diminuir o impacto ambiental e fomentar a sustentabilidade a longo prazo. Mattera e Gava (2021) também enfatizam a necessidade de modelos de negócios que não apenas criem valor de maneira sustentável, mas que também considerem os impactos de suas atividades em todas as partes interessadas, articulando recursos, processos e relações de maneira que entreguem valor sustentável.

2.1.3 Dimensão Econômica

A dimensão econômica do Tripé de Sustentabilidade destaca a importância de assegurar a viabilidade financeira das empresas, enquanto se busca um equilíbrio com as responsabilidades ambientais e sociais. Mattera e Gava (2021) argumentam que o desempenho financeiro das empresas deve ser sustentável a longo prazo, o que significa que a geração de lucro deve ser compatível com a observância das obrigações sociais e ambientais. Este equilíbrio é crucial para garantir que o crescimento econômico não comprometa a integridade ambiental e o bem-estar social. Edeigba e Arasanmi (2021) reforçam essa visão ao defender que as empresas devem usar seus lucros de maneira a beneficiar não apenas os acionistas, mas também a comunidade e a sociedade como um todo.

Além disso, a crescente pressão por práticas mais sustentáveis também afeta a

dimensão econômica do Tripé de Sustentabilidade, uma vez que a adoção de práticas de gestão ambiental e de cadeia de suprimentos verde pode melhorar significativamente a competitividade e o desempenho econômico das empresas. A integração dessas práticas na estratégia empresarial não só promove uma melhor sustentabilidade ambiental, mas também pode levar a um desempenho econômico mais robusto e a uma vantagem competitiva no mercado. Esse enfoque reforça a necessidade de que as empresas não apenas busquem lucro, mas também incorporem práticas que assegurem a sustentabilidade econômica, ambiental e social a longo prazo (Khan; Yu, 2021).

2.2 ESG: Abordagem Integrada da Sustentabilidade Corporativa

A abordagem ESG (*Environmental, Social and Governance*) tem se consolidado como um dos principais referenciais para avaliar e orientar o desempenho sustentável das organizações. Mais do que uma estrutura de reporte, a ESG representa uma mudança no modo como as empresas incorporam a sustentabilidade às suas estratégias corporativas, sendo usada tanto para avaliação de riscos não financeiros quanto para geração de valor no longo prazo (Billio *et al.*, 2021; Crace; Gehman, 2023; Widyawati, 2020).

A adoção de critérios ESG permite uma análise mais abrangente dos impactos que as atividades empresariais geram sobre o meio ambiente, a sociedade e a governança interna da organização. Ao mesmo tempo, tem sido cada vez mais utilizada como base para decisões de investidores, reguladores e consumidores. Dessa forma, os critérios ESG não apenas reforçam o compromisso com a sustentabilidade, mas também atuam como elementos de vantagem competitiva, contribuindo para a reputação organizacional, o acesso a capital e a resiliência financeira (Pinheiro *et al.*, 2024). Dessa forma, a seguir são expostas as conceituações de cada uma das dimensões.

2.2.1 Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental do ESG concentra-se na maneira como as organizações interagem com o meio ambiente, buscando minimizar seus impactos negativos e maximizar práticas de preservação e eficiência no uso de recursos. Essa dimensão abrange tópicos como emissões de carbono, gestão de resíduos, uso racional da água, transição energética, proteção da biodiversidade e inovação em tecnologias sustentáveis (Tsalis *et al.*, 2020). Empresas que demonstram alto desempenho ambiental têm conseguido acessar melhores condições de financiamento e atrair investidores orientados por critérios ESG, o que fortalece a relação entre

sustentabilidade e resultados financeiros. No setor de energia, essa dimensão tem papel especialmente relevante, considerando os impactos diretos da matriz energética sobre os ecossistemas e a sociedade (Cantele; Landi; Vernizzi, 2024).

2.2.2 Dimensão Social

A dimensão social diz respeito ao modo como a empresa lida com os seus *stakeholders*, internos e externos, e reflete seu compromisso com o desenvolvimento humano, o respeito aos direitos fundamentais e a promoção de ambientes inclusivos, saudáveis e equitativos (Cantele; Landi; Vernizzi, 2024). Internamente, abrange temas como: condições dignas de trabalho, políticas de diversidade e inclusão, saúde e segurança ocupacional, equilíbrio entre vida pessoal e profissional, capacitação profissional e relações sindicais. Externamente, inclui engajamento com comunidades, respeito a culturas locais, responsabilidade no relacionamento com clientes e fornecedores, e promoção da justiça social (Pinheiro *et al.*, 2024). Empresas que valorizam essa dimensão não apenas cumprem suas obrigações legais e éticas, como também colhem benefícios tangíveis, como aumento da produtividade, redução de rotatividade, fidelização de clientes e fortalecimento da imagem institucional (Pinheiro *et al.*, 2024).

2.2.3 Dimensão de Governança

A dimensão de governança compreende a forma como a organização estrutura e conduz seus processos decisórios, assegurando ética, transparência, prestação de contas e equidade na administração (Cantele; Landi; Vernizzi, 2024). Uma governança sólida é fundamental para a efetividade das estratégias sustentáveis, pois garante que os compromissos assumidos sejam incorporados às políticas corporativas e cumpridos com consistência. Estudos recentes apontam que empresas com elevados padrões de governança são mais propensas a apresentar estabilidade operacional, menor exposição a fraudes e crises reputacionais e maior capacidade de atrair investimentos sustentáveis (Pinheiro *et al.*, 2024). Além disso, a governança atua como pilar transversal que sustenta as dimensões ambiental e social, sendo responsável por institucionalizar práticas sustentáveis em todos os níveis da organização. Em setores regulados, como o de energia, a dimensão de governança assume papel ainda mais crítico, pois envolve conformidade legal, transparência nos contratos, relação com agentes públicos e prestação de contas à sociedade.

2.3 Medição da Sustentabilidade Empresarial

A sustentabilidade corporativa tem sido amplamente estruturada com base no modelo conhecido como *Triple Bottom Line* (TBL), o qual defende que o desempenho organizacional deve considerar simultaneamente três dimensões: a econômica, a social e a ambiental. A partir da década de 2010, no entanto, o conceito passou a ser complementado e aprofundado pela abordagem ESG (*Environmental, Social and Governance*), que além de consolidar os pilares da sustentabilidade, inclui de forma explícita a dimensão de governança como estrutura transversal de controle e responsabilidade (Crace; Gehman, 2023; Widyawati, 2020).

No contexto corporativo atual, muitos autores defendem que as abordagens TBL e ESG não são excludentes, mas sim complementares, sendo o ESG uma evolução pragmática da lógica do tripé. Enquanto o TBL fornece um referencial ético e conceitual, o ESG estrutura indicadores mais específicos e critérios comparáveis que permitem a mensuração, o monitoramento e a tomada de decisão baseada em dados (Pinheiro et al., 2024; Cantele; Landi; Vernizzi, 2024).

A evolução dessas abordagens trouxe consigo novos desafios relacionados à convergência entre os diversos modelos e à comparabilidade entre diferentes empresas e setores. As classificações distintas, os propósitos específicos de cada instrumento e a ausência de padronização terminológica contribuem para a fragmentação dos esforços de mensuração (Pinheiro et al., 2024). Sendo assim, quanto à mensuração da sustentabilidade empresarial, esta representa um dos maiores desafios no campo da gestão organizacional contemporânea, especialmente em razão da complexidade conceitual do termo e da multiplicidade de abordagens adotadas por pesquisadores (Pinheiro et al., 2024).

Nesse cenário, alguns padrões de reporte ganham protagonismo como mecanismos de padronização e comunicação das práticas sustentáveis. Um dos principais referenciais nesse campo é a *Global Reporting Initiative* (GRI), que fornece diretrizes amplamente adotadas para a elaboração de relatórios de sustentabilidade. A GRI estabelece indicadores relacionados a temas materiais e impactos significativos nas esferas ambiental, social e de governança, promovendo a padronização e a comparabilidade das informações não financeiras entre empresas e setores (Raghupathi; Ren; Raghupathi, 2020). Além disso, a adoção das diretrizes da GRI tem sido positivamente associada à melhoria do desempenho financeiro, à medida que aumenta a confiança dos *stakeholders* e contribui para a construção de uma imagem institucional sólida e comprometida com os princípios ESG (Machado; Dias; Fonseca, 2021).

No contexto brasileiro, destaca-se o Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3 (ISE B3) como um dos principais instrumentos de mensuração da sustentabilidade corporativa no mercado financeiro. Criado em 2005, o índice visa avaliar o desempenho de empresas listadas na Bolsa de Valores em relação às práticas ESG. Sua metodologia é baseada em um questionário técnico que abrange múltiplas dimensões, como capital humano, modelo de negócios, governança, mudanças climáticas e riscos socioambientais (Ernst and Young Global Limited, 2020; KPMG Brasil, 2020).

O ISE B3 é atualizado anualmente e seleciona empresas que demonstram elevado comprometimento com a sustentabilidade, refletindo não apenas suas práticas operacionais, mas também sua estratégia institucional, sendo a presença de uma empresa na carteira do ISE B3 percebida como um selo de qualidade e maturidade institucional (Pinheiro *et al.*, 2024).

Outro aspecto relevante do ISE B3 é sua função educadora e transformadora no mercado de capitais brasileiro. Ao consolidar critérios objetivos e tornar público o desempenho das empresas, o índice fortalece a cultura de prestação de contas e incentiva a competição saudável baseada em práticas éticas e sustentáveis (Ernst and Young Global Limited, 2020). Assim, o ISE acaba por contribuir para tornar a sustentabilidade mais mensurável, comparável e estratégica, o que é essencial para sua efetiva integração aos processos decisórios e para o alcance de uma gestão corporativa mais responsável, transparente e alinhada com os desafios do século XXI.

Para compreender melhor como essa proposta se materializa, é importante observar em detalhe a forma como o ISE B3 organiza sua estrutura de avaliação.

2.4 Detalhando o ISE B3

O questionário do ISE B3 está estruturado em quatro níveis: dimensões, temas, tópicos e perguntas (Índice de Sustentabilidade Empresarial -ISE B3, 2023). As dimensões e temas do questionário foram baseados no padrão utilizado pela *Sustainability Accounting Standards Board* (SASB) em 2021, com os devidos ajustes para refletir as necessidades do ISE B3. Esses ajustes se referem tanto à estrutura quanto ao conteúdo de cada tema. Para o conteúdo, também são utilizadas como referenciais as ferramentas publicadas pela *Global Reporting Initiative* (GRI) e pelo Sistema B, além do histórico de aplicação do próprio questionário ISE B3 e das contribuições recebidas por meio de amplas consultas públicas (Índice de Sustentabilidade Empresarial -ISE B3, 2023).

Os temas estão classificados em **gerais e específicos**, conforme sua materialidade setorial: os gerais devem ser respondidos por todas as empresas, pois são materiais para todos os setores e os específicos são materiais apenas para alguns setores e deverão ser respondidos somente pelas empresas desses setores.

Para um refinamento adicional, há perguntas que, dentro de um tema geral ou específico, somente deverão ser respondidas por empresas de determinados setores.

Os temas abordados no questionário ISE B3 foram definidos considerando a cobertura de todos os aspectos relevantes para a análise ESG de uma empresa, bem como a viabilização de uma granularidade de análise compatível com a diversidade da materialidade setorial. No *scoring* das respondentes (avaliação para fins de composição da carteira do ISE B3), o número de perguntas em um tema não interfere no peso deste tema.

A pontuação de cada pergunta é automaticamente ajustada para que a pontuação máxima do conjunto total de perguntas alocadas para cada setor seja sempre 100 e, dentro disso, cada dimensão tenha o mesmo peso, distribuído igualmente entre os temas e perguntas que a compõem, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 – Visão geral do questionário ISE B3

Dimensão	Temas	G/E	Tópico	Perguntas
Capital Humano	1. Práticas trabalhistas	Geral	5	10
	2. Saúde e segurança do trabalhador	Geral	6	11
	3. Engajamento, diversidade e inclusão dos funcionários	Geral	7	12
Governança Corporativa e Alta Gestão	1. Fundamentos de gestão da sustentabilidade empresarial	Geral	7	19
	2. Gestão de risco	Geral	2	4
	3. Práticas de governança corporativa	Geral	10	21
	4. Ética dos negócios	Geral	4	11
	5. Manutenção do ambiente competitivo	Geral	2	3
	6. Gestão dos ambientes legal e regulatório	Geral	5	9
Modelo de Negócio e Inovação	1. Sustentabilidade de modelo de negócio	Geral	3	6
	2. Design de produto de gestão do ciclo de vida	Específico	3	12
	3. Eficiência no suprimento e uso de materiais	Específico	2	6
	4. Gestão da cadeia de fornecimento	Específico	3	8
	5. Finanças sustentáveis	Específico	2	4

Tabela 1 – Visão geral do questionário ISE B3 (Continua)

Dimensão	Temas	G/E	Tópico	Perguntas
Capital Social	1. Direito humanos e relações com a comunidade	Geral	3	6
	2. Investimento social privado e cidadania corporativa	Específico	3	7
	3. Acessibilidade técnica e econômica	Específico	2	5
	4. Qualidade e segurança do produto	Específico	2	6
	5. Práticas de venda e rotulagem de produtos	Específico	2	4
	6. Bem-estar do cliente	Específico	2	4
	7. Privacidade do cliente	Específico	2	5
	8. Segurança de dados	Específico	2	7
Meio Ambiente	1. Políticas e práticas de gestão ambiental	Geral	3	8
	2. Impactos ecológicos	Específico	3	8
	3. Gerenciamento de energia	Específico	3	8
	4. Gestão de água e efluentes líquidos	Específico	3	8
	5. Gestão de resíduos e materiais perigosos	Específico	3	9
	6. Qualidade do ar	Específico	3	8

Fonte: Visão Geral do Questionário de Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) (2024c).

A Figura 1 apresenta a alocação dos quatorze temas específicos do questionário ISE B3 aos setores de atividade econômica. As linhas correspondem aos segmentos da B3 em que estão enquadradas as empresas. Note-se que há casos em que o segmento inclui atividades bastante distintas em termos de sustentabilidade. Nesses casos, o questionário foi estruturado de modo a contemplar essas diferenças, aplicando, quando possível, a materialidade cabível conforme a atividade da empresa respondente. O segmento B3 denominado “Energia Elétrica” foi, excepcionalmente, subdividido em “Distribuição” e “Geração e Transmissão”. Os demais 14 questionários temáticos são gerais e se aplicam às empresas de todos os setores (Índice de Sustentabilidade Empresarial -ISE B3, 2024c).

Figura 1 – Alocação de temas específicos do questionário ISE aos segmentos da B3.

ALOCÇÃO DE TEMAS ESPECÍFICOS DO QUESTIONÁRIO ISE AOS SEGMENTOS DA B3	Temas Específicos												Cota Temas	
	Design de produto e gestão do ciclo de vida	Eficácia no suprimento e uso de materiais	Gestão da cadeia de fornecimento	Finanças Sustentáveis	Acessibilidade técnica e econômica	Qualidade e segurança do produto	Práticas de venda e distribuição de produtos	Bem-estar do cliente	Privacidade do cliente	Impactos ecológicos	Gestão de energia	Gestão de água e efluentes líquidos		Gestão de resíduos e materiais perigosos
SETORES ISE B3														
Acessórios (vestuário)														6
Açúcar e Alcool (alimentício)														9
Agricultura														10
Água e Saneamento														7
Alimentos Diversos														9
Aluguel de Carros														4
Armas e Munições														4
Artifícios de Cobre														7
Automóveis e Motocondas														5
Bancos														5
Calçados														6
Carnes e Derivados														10
Cervejas e Refrigerantes														9
Com. e Distrib. de Alimentos														10
Com. e Distrib. de Medicamentos e Outros Prod. de Saúde														6
Comércio de Eletrodomésticos														6
Comércio de Produtos Diversos														7
Comércio de Tecidos, Vestuário e Calçados														6
Computadores e Equipamentos														7
Corretoras de Seguros														3
Corretoras de Seguros e Resseguros														3
Distribuição de Energia Elétrica														9
Embalagens (papel e papelão)														10
Energia Elétrica (Geração e Transmissão)														5

Fonte: Visão Geral do Questionário de Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) (2024c).

Legenda de cores: Amarelo: temas já mapeados na revisão de 2021 | Verde: Temas incluídos em 2024 | Vermelho: temas retirados em 2024

Dentro desse escopo, 40 empresas se caracterizam como relacionadas ao setor de energia (Índice de Sustentabilidade Empresarial-ISE B3, 2024b). Todos esses segmentos prezam por regras de governança corporativa diferenciadas. Essas regras vão além das obrigações que as companhias possuem perante a Lei das Sociedades por Ações (Lei das S.As.) e têm como objetivo aprimorar a avaliação daquelas que decidem aderir, voluntariamente, a um dos segmentos de listagem. Além disso, tais regras têm o papel de atrair investidores. Ao assegurar direitos aos acionistas e dispor sobre a divulgação de informações aos participantes do mercado, os regulamentos visam à mitigação do risco de assimetria informacional (Índice de Sustentabilidade Empresarial-ISE B3, 2024a).

Em relação ao setor de energia, que se constitui como o foco deste trabalho, observam-se as empresas com menor tempo de participação dentro do índice, o que reforça a necessidade de aprofundar a análise do impacto do atendimento aos critérios do ISE B3 nas finanças dessas companhias.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

A presente investigação caracterizou-se como uma pesquisa de cunho exploratório e descritivo-explicativo, adotando uma abordagem exploratória ao buscar aprofundar a compreensão sobre as relações entre os fatores do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) e o desempenho financeiro de empresas do setor de energia, contribuindo para a formulação de hipóteses e para a identificação de variáveis relevantes.

Ao mesmo tempo, assumiu uma postura descritivo-explicativa por objetivar mapear e explicar as interdependências e relações de influência entre variáveis de sustentabilidade e indicadores financeiros, conforme referências metodológicas adotadas por Gil (2002), Köche (2016) e Samperi, Collado e Lucio (2013).

Quanto à abordagem metodológica, optou-se por um desenho de métodos mistos (qualitativo-quantitativo). A dimensão quantitativa manifestou-se na transformação das percepções e julgamentos dos especialistas em dados numéricos, na aplicação do DEMATEL e na posterior análise dos indicadores financeiros das empresas selecionadas. A dimensão qualitativa contemplou a revisão bibliográfica, o estudo de casos selecionados e as consultas a especialistas, permitindo contextualizar os resultados, interpretar padrões complexos e validar as inferências produzidas pela análise numérica (Gil, 2002; Köche, 2016; Samperi; Collado; Lucio, 2013).

Por fim, quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois busca gerar conhecimento com aplicação prática para a compreensão e gestão da sustentabilidade no setor energético. As escolhas metodológicas adotadas: revisão bibliográfica, estudo de caso, painel de especialistas e aplicação do DEMATEL visaram assegurar triangulação de evidências, robustez analítica e relevância prática, elementos compatíveis com o rigor exigido em uma dissertação (Gil, 2002; Köche, 2016; Samperi; Collado; Lucio, 2013).

3.2 Método Utilizado

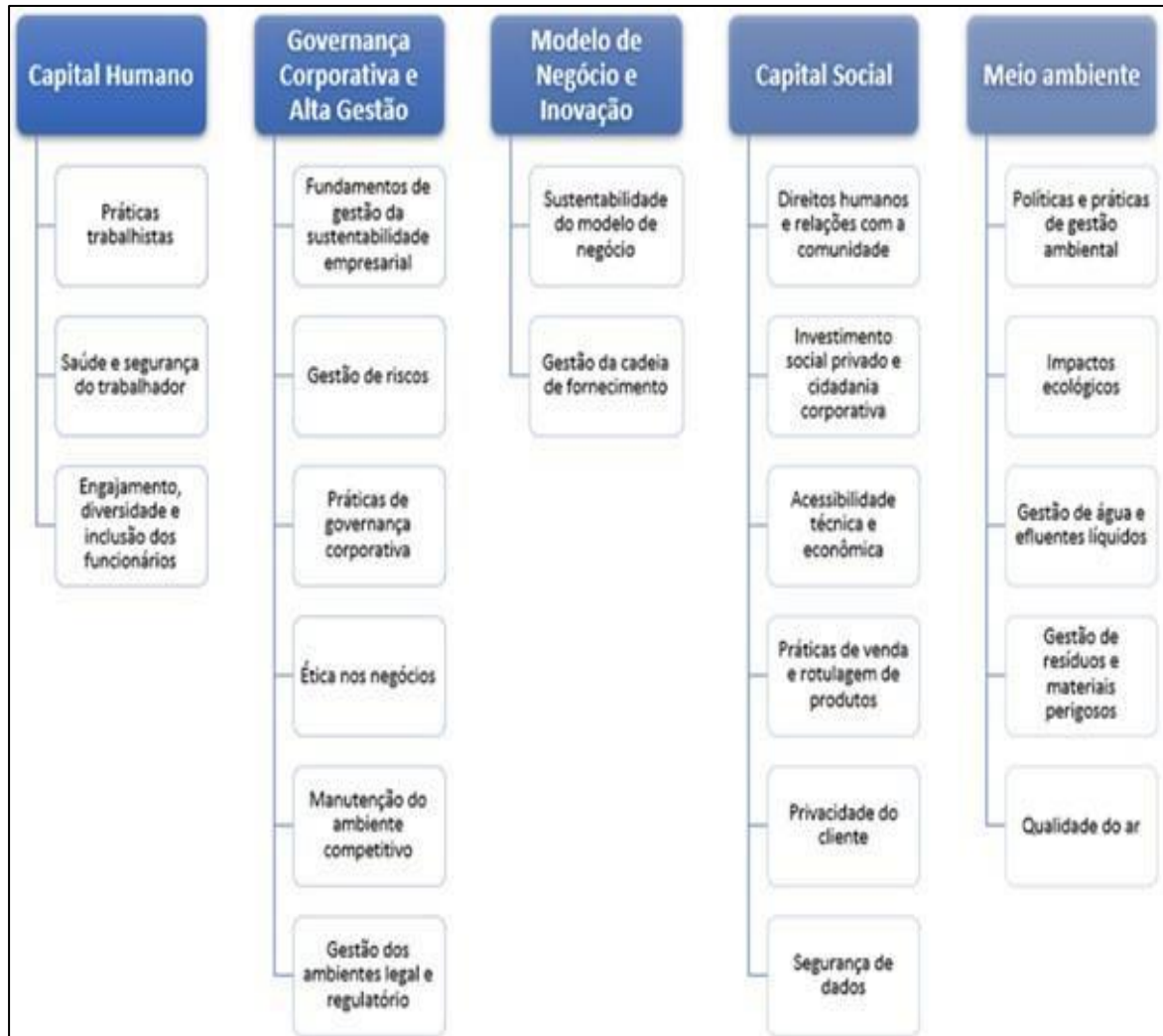
O método DEMATEL (*Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory*), desenvolvido pelo *Battelle Memorial Institute* e descrito por Gabus e Fontela (1972), é uma técnica eficaz para mapear e analisar as complexas inter-relações entre fatores dentro de sistemas multifacetados. Esse método se destaca por sua capacidade de identificar e quantificar relações de causa e efeito, permitindo a visualização clara do impacto e da intensidade dessas interações (Wu; Lee, 2007; Sivakumar *et al.*, 2018). Ao contrário de abordagens como a Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM), voltada à construção de hierarquias e estruturas teóricas (Tzeng; Huang, 2011), o DEMATEL adota uma perspectiva mais dinâmica, priorizando a análise da influência mútua entre os fatores envolvidos.

O método é particularmente útil quando se trabalha com sistemas de elevada interdependência, como ocorre no campo da sustentabilidade empresarial, no qual fatores ambientais, sociais, econômicos e de governança interagem continuamente. Por meio da construção de matrizes de influência direta e total, o DEMATEL permite a identificação de fatores críticos, bem como a distinção entre aqueles que atuam como causa e aqueles que são predominantemente consequência dentro do sistema (Gabus; Fontela, 1972). Essa abordagem torna-se especialmente robusta ao se buscar avaliar o impacto da conformidade com padrões como o GRI e da inclusão no ISE B3 sobre o desempenho financeiro das empresas escolhidas do setor de energia.

3.3 Aplicação do Método e Coleta de Dados

Primeiramente, foram mapeadas, dentro do ISE B3, as dimensões e os temas relacionados ao setor de energia, conforme detalhado na Figura 2.

Figura 2 – Dimensão e Temas voltados ao setor elétrico



Fonte: Adaptado de Visão Geral do Questionário de Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) (2024c).

Após esse mapeamento, foi elaborada uma matriz (Figura 3) para ser preenchida durante as entrevistas com os especialistas. Os entrevistados foram orientados a considerar que uma temática não necessariamente influencia ou é influenciada de forma recíproca por outras temáticas. Assim, a diagonal principal da matriz resultante permaneceu inteiramente igual a zero, uma vez que as competências não exercem influência sobre si mesmas.

Figura 3 – Matriz de Comparação

Dimensões e Temas		Capital Humano	Capital Humano	Capital Humano	Governança Corporativa e Alta Gestão	Governança Corporativa e Alta Gestão	Governança Corporativa e Alta Gestão	Governança Corporativa e Alta Gestão	Governança Corporativa e Alta Gestão	Governança Corporativa e Alta Gestão	Modelo de Negócio e Inovação	Modelo de Negócio e Inovação	Capital Social	Capital Social	Capital Social	Capital Social	Capital Social	Meio ambiente	Meio ambiente	Meio ambiente	Meio ambiente	
		Práticas trabalhistas	Saúde e segurança do trabalhador	Engajamento, diversidade e inclusão dos funcionários	Fundamentos de gestão da sustentabilidade empresarial	Orçamento de riscos	Práticas de governança corporativa	Ética nos negócios	Manutenção do ambiente competitivo	Orçamento dos ambientes legal e regulatório	Sustentabilidade do modelo de negócio	Orçamento da cadeia de fornecimento	Orçamento da cadeia de fornecimento	Relações humanas e relações com a comunidade	Investimento social privado e cidadania corporativa	Acessibilidade técnica e econômica	Práticas de venda e rotulagem de produtos	Privacidade do cliente	Segurança de dados	Políticas e práticas de gestão ambiental	Impactos ecológicos	Orçamento de água e efluentes líquidos
Capital Humano	Práticas trabalhistas																					
Capital Humano	Saúde e segurança do trabalhador																					
Capital Humano	Engajamento, diversidade e inclusão dos funcionários																					
Governança Corporativa e Alta Gestão	Fundamentos de gestão da sustentabilidade empresarial																					
Governança Corporativa e Alta Gestão	Orçamento de riscos																					
Governança Corporativa e Alta Gestão	Práticas de governança corporativa																					
Governança Corporativa e Alta Gestão	Ética nos negócios																					
Governança Corporativa e Alta Gestão	Manutenção do ambiente competitivo																					
Governança Corporativa e Alta Gestão	Orçamento dos ambientes legal e regulatório																					
Modelo de Negócio e Inovação	Sustentabilidade do modelo de negócio																					
Modelo de Negócio e Inovação	Orçamento da cadeia de fornecimento																					
Capital Social	Relações humanas e relações com a comunidade																					
Capital Social	Investimento social privado e cidadania corporativa																					
Capital Social	Acessibilidade técnica e econômica																					
Capital Social	Práticas de venda e rotulagem de produtos																					
Capital Social	Privacidade do cliente																					
Capital Social	Segurança de dados																					
Meio ambiente	Políticas e práticas de gestão ambiental																					
Meio ambiente	Impactos ecológicos																					
Meio ambiente	Orçamento de água e efluentes líquidos																					
Meio ambiente	Orçamento de resíduos e materiais perigosos																					
Meio ambiente	Qualidade do ar																					

Fonte: Elaborado pela autora

Durante as entrevistas, a matriz foi preenchida conforme o procedimento proposto por Kashi e Franek (2014), utilizando uma escala de 0 a 4 para representar o grau de influência que uma competência exercia sobre outra, de acordo com a percepção dos especialistas. A Tabela 2 apresenta a correspondência entre os valores numéricos e o respectivo grau de influência atribuído.

Tabela 2 – Grau de Influência

Grau	Valor numérico
Sem Influência	0
Baixa Influência	1
Média Influência	2
Alta Influência	3
Muito Alta Influência	4

Fonte: Adaptado de Kashi e Franek (2014).

O especialista convidado a participar da entrevista se enquadra nos seguintes aspectos descritos na Tabela 3:

Tabela 3 – Perfil do Especialista

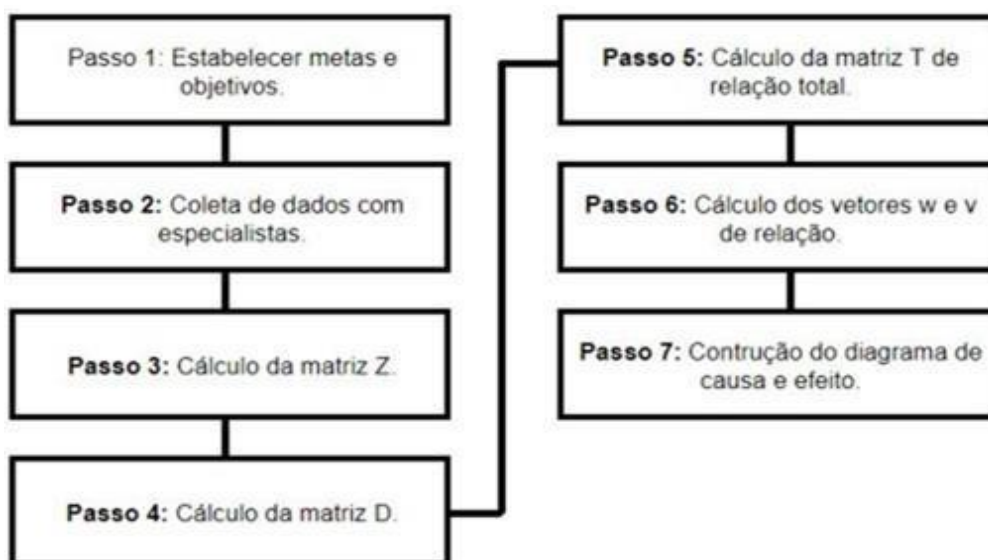
Escolaridade	Formação	Experiência com Sustentabilidade no Setor Elétrico
Mestrado	Administração	+ 5 (cinco) anos

Fonte: Elaborada pela autora

Os respondentes tiveram acesso às definições das dimensões e dos temas conforme disposto no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3). Considerou-se importante o acesso a essas definições para eliminar possíveis incongruências de interpretação e, assim, obter maior precisão nos resultados.

Após a obtenção dos dados, procedeu-se à aplicação do método DEMATEL, seguindo o passo a passo proposto por Dias (2019) e Rodrigues (2017), conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Passo a Passo – Aplicação DEMATEL



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2017).

A Figura 4 mostra os passos propostos pelos autores que são descritos da seguinte forma:

O passo 1 consiste na elaboração, junto aos tomadores de decisão, do modelo

que será criado para a aplicação do método. São definidos, neste passo, quais diferentes critérios e fatores serão analisados.

O passo 2 corresponde a seleção de p especialistas aptos a contribuírem com o método, sendo entrevistados para avaliarem o grau de influência com que cada um dos n fatores afeta os demais. Esse processo é realizado a partir da construção de uma matriz quadrada $n \times n$. A quantidade de especialistas pode variar conforme o processo, buscando alcançar o resultado mais acurado possível, equilibrando quantidade e qualidade.

No passo 3 a opinião dos especialistas sobre o grau de influência entre os fatores é medida por meio de uma escala numérica que representa o grau de influência, onde quanto maior o valor, maior o grau de influência. A partir dessa matriz, gerada por cada respondente, é concebida a matriz Z , onde cada elemento z é obtido pela média dos elementos ij correspondentes de cada entrevistado:

$$z_{ij} = z_{ij}^1 + z_{ij}^2 + z_{ij}^3 + \dots + z_{ij}^p \quad (3.1)$$

O passo 4 é o cálculo da matriz inicial de influência direta D . A matriz D é obtida a partir da normalização da matriz média Z calculada no passo anterior, onde todos os elementos da diagonal principal são iguais a zero. Com base na matriz D , a influência inicial que cada elemento exerce ou recebe é calculada pelas fórmulas a seguir, formando uma matriz quadrada com elementos de 0 a 1:

$$s = \frac{1}{\max_{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}, \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ji}}} \quad (3.2)$$

$$D = [d_{ij}] = [s \times z_{ij}], \quad \text{para } s > 0 \text{ e } i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.3)$$

$$d^m = [0]_{n \times n}, \quad \text{onde } D = [d_{ij}] \quad (3.4)$$

O passo 5 é o cálculo da matrix T . A fórmula a seguir mostra como é calculada a matriz de relação total T , que utiliza a matriz identidade I , de mesma ordem de T :

$$T = D \times (I - D)^{-1} \quad (3.5)$$

$$T = [t_{ij}], \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.6)$$

O passo 6 é o cálculo dos vetores w e v de relação. O somatório das i linhas e j colunas gera dois vetores W e V , que representam o valor total de influência exercida e recebida por cada fator:

$$W = [w_i]_{n \times 1} = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (3.7)$$

$$V = [v_j]_{1 \times n} = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (3.8)$$

Após a obtenção dos vetores W e V , realiza-se a soma e a subtração entre eles. A soma ($W + V$) indica o grau de influência que um fator exerce e recebe sobre outros, a “Relação de Importância”. A diferença ($W - V$) permite identificar se o fator atua predominantemente como causa ou como efeito, dependendo do sinal resultante, “Relação de Influência”.

O último passo (7) consiste na construção de um diagrama de relação de causa e efeito. Esse diagrama permite uma análise visual das relações obtidas a partir dos vetores W e V . O eixo horizontal (x) representa a “Relação de Importância”, enquanto o eixo vertical (y) representa a “Relação de Influência”. Para representar as relações mais fortes, utilizam-se setas entre os pontos correspondentes a cada competência. O limiar utilizado para determinar quais relações são consideradas mais fortes é calculado a partir da média apresentada pela equação a seguir, e caso necessário, pode-se acrescentar um ou mais desvios padrão obtidos dos elementos da própria matriz T .

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij}}{N} \quad (3.9)$$

Após a aplicação do método DEMATEL, com o apoio do *Software R Studio*, foi gerado um diagrama de causa e efeito que destacou os temas de sustentabilidade percebidos como mais influentes pelos especialistas consultados.

Em seguida, foi realizada a verificação dos indicadores financeiros, conforme será apresentado na próxima subseção, a fim de identificar, entre as empresas analisadas, quais delas apresentaram melhoria em seus desempenhos financeiros após a entrada no índice ISE B3 ao longo do tempo.

3.4 Indicadores Financeiros Considerados

Para a etapa de análise financeira, foram selecionados indicadores amplamente utilizados pela B3, tendo em vista sua recorrência em relatórios corporativos e sua

aderência ao propósito analítico da pesquisa. A ideia é que a combinação entre métricas financeiras tradicionais e variáveis ESG permite captar os efeitos reais da sustentabilidade sobre o desempenho econômico, especialmente em setores de capital intensivo como o energético (Makridou; Doumpos; Lemonakis, 2024).

Foram considerados os seguintes indicadores: EBITDA (*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*); Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE – *Return on Equity*); Índice de Endividamento (Debt Ratio) e a Margem Líquida (%).

O EBITDA representa a geração de lucro operacional antes de encargos financeiros e amortizações, sendo essencial para avaliar a eficiência e a robustez operacional das empresas do setor energético. O EBITDA é particularmente relevante em setores com elevada exigência de investimento em infraestrutura, por demonstrar a capacidade de geração de caixa recorrente (Zhou, 2025).

O Retorno sobre o Patrimônio Líquido mede a rentabilidade do capital próprio investido, sendo um dos principais referenciais de desempenho para investidores. O ROE tem se destacado como métrica-chave na avaliação de empresas que incorporam fatores ESG em sua governança, por traduzir a eficácia na geração de valor ao acionista em contextos sustentáveis (Makridou; Doumpos; Lemonakis, 2024).

O Índice de Endividamento reflete o grau de alavancagem financeira das organizações, aspecto crítico no setor energético, onde os projetos geralmente exigem financiamentos de longo prazo. Empresas com maior desempenho ESG tendem a apresentar estruturas de capital mais equilibradas, reduzindo riscos associados à exposição ao endividamento (Li *et al.*, 2021).

Por fim, a Margem Líquida (%) expressa a capacidade de conversão da receita líquida em lucro, sendo um indicador da consistência e eficiência da estratégia operacional. A margem líquida é diretamente afetada por práticas sustentáveis que otimizam recursos e reduzem desperdícios, tornando-se um indicativo da viabilidade econômica das iniciativas ESG (Crace; Gehman, 2023).

4. RESULTADOS

Nesta seção será apresentado a análise dos dados. As respostas coletadas por meio da entrevista com o especialista estão detalhadas na Figura 5:

Figura 5 – Respostas da Matriz de Comparação

FATORES	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22
F1	0	1	2	1	2	3	2	3	2	2	1	3	2	1	1	1	3	3	2	1	2	3
F2	3	0	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	1	3	2	3	2	3	2	2
F3	3	2	0	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1	2	1	2	1	1	1	2	1
F4	1	1	2	0	2	3	2	1	1	2	1	3	3	3	2	3	2	2	1	3	3	3
F5	1	2	1	2	0	3	3	2	1	3	2	3	1	1	2	2	3	2	2	1	3	3
F6	1	2	1	1	1	0	1	1	3	1	3	2	1	1	2	2	1	3	3	3	3	2
F7	2	2	1	1	3	1	0	2	3	3	2	3	2	3	1	3	1	2	1	2	2	2
F8	1	3	1	3	2	1	3	0	2	2	2	1	3	3	1	2	1	1	2	1	2	2
F9	2	2	2	2	1	1	2	1	0	1	3	1	2	2	2	3	3	1	2	3	3	3
F10	3	1	3	3	1	3	3	3	2	0	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	3
F11	2	2	2	1	2	2	2	3	2	3	0	2	3	2	1	1	1	3	1	3	1	2
F12	3	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	0	3	2	1	1	3	1	1	2	2	1
F13	2	1	2	1	3	3	2	2	1	2	1	3	0	2	2	1	2	3	1	2	3	2
F14	3	2	2	3	3	2	1	3	1	1	3	3	2	0	1	3	2	1	1	1	1	3
F15	3	2	3	1	3	1	3	3	1	1	3	1	3	3	0	2	2	2	1	1	1	3
F16	3	1	2	1	1	2	1	2	3	2	3	2	1	2	3	0	3	1	1	2	1	3
F17	1	3	1	3	3	2	3	3	3	3	1	2	3	3	1	1	0	2	1	1	1	2
F18	1	2	1	3	1	1	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3	1	0	1	3	1	1
F19	3	1	2	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	3	2	1	1	3	0	2	2	3
F20	1	2	3	3	2	2	3	1	1	3	1	2	2	2	3	2	2	2	3	0	2	2
F21	1	3	3	3	2	2	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	1	1	3	2	0	2
F22	2	1	3	3	2	2	1	2	3	3	3	2	3	1	2	1	2	2	1	3	3	0

Fonte: Elaborado pela autora

Posteriormente, foi feita a aplicação do Método DEMATEL e a geração dos resultados via R Studio, utilizando o *Script* do Anexo A.

Após utilizar esse *script*, os cálculos foram feitos conforme detalhado na Figura 6.

Figura 6 – Detalhamento de Cálculos R Studio

Data	
D	num [1:22, 1:22] 0 0.06 0.06 0.02 0.02 0.02 0.04 0.02 0.04 0.06 ...
dados_plot	22 obs. of 3 variables
I	num [1:22, 1:22] 1 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
matriz_z	num [1:22, 1:22] 0 3 3 1 1 1 2 1 2 3 ...
T	num [1:22, 1:22] 0.181 0.279 0.226 0.215 0.211 ...
Z	num [1:22, 1:22] 0 3 3 1 1 1 2 1 2 3 ...
Z_raw	22 obs. of 23 variables
Values	
alpha	0.221100360226345
arquivo	"C:/Users/natan/Downloads/Matriz_DEMATEL_Tenas_ISEB3_GabriellaCoutinho_AJUSTADA.xlsx"
caminho_arquivo	"C:/Users/natan/Downloads/Matriz_DEMATEL_Tenas_ISEB3_GabriellaCoutinho_AJUSTADA.xlsx"
col_sums	Named num [1:22] 42 37 42 43 41 43 43 43 38 43 ...
Importancia	num [1:22] 9.66 10.16 9.37 10.17 9.82 ...
Influencia	num [1:22] -0.1231 1.4638 -0.4609 0.0751 0.2348 ...
n	22L
row_sums	num [1:22] 41 50 38 44 43 38 42 39 42 42 ...
s	0.02
V	num [1:22] 4.89 4.35 4.91 5.05 4.79 ...
W	num [1:22] 4.77 5.81 4.45 5.12 5.03 ...

Fonte: Elaboração via R Studio pela autora.

A partir desses cálculos foi extraída a “Relação de Influência” e a “Relação de Importância”, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Matriz “Relação de Influência” e “Relação de Importância”

	Tema	Importancia	Influencia
1	F1	9.663030	-0.12314196
2	F2	10.155752	1.46379509
3	F3	9.366564	-0.46094948
4	F4	10.172415	0.07509157
5	F5	9.816956	0.23480280
6	F6	9.519316	-0.58233527
7	F7	9.911508	-0.06606294
8	F8	9.687547	-0.44003547
9	F9	9.448014	0.44877486
10	F10	9.987107	-0.17149690
11	F11	9.961259	-0.33046148
12	F12	9.398833	-0.96030743
13	F13	10.074321	-0.52845510
14	F14	10.118666	-0.28978742
15	F15	9.281529	0.82144094
16	F16	9.376729	0.01812536
17	F17	9.776328	0.37998163
18	F18	9.734907	0.14757391
19	F19	8.466338	0.69783222
20	F20	9.971364	0.33280208
21	F21	9.324956	-0.34629245

Fonte: Elaboração via R Studio pela autora.

A aplicação do método DEMATEL possibilitou identificar e estruturar as interrelações entre os 22 temas do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3), permitindo compreender não apenas sua importância sistêmica, mas também seu papel como causas ou efeitos dentro do sistema de sustentabilidade de empresas do setor de energia.

No que diz respeito à importância total ($W + V$), os fatores que mais se destacaram foram: qualidade do ar (10,81), fundamentos de gestão da sustentabilidade empresarial (10,17), saúde e segurança do trabalhador (10,15), acessibilidade técnica e econômica (10,11) e investimento social privado e cidadania corporativa (10,07). Esses temas são conectados ao sistema como um todo, tanto por exercerem quanto por receberem influência, indicando que decisões relacionadas a esses fatores tendem a ter implicações amplas na performance sustentável da organização. No contexto do setor de energia (marcado por forte pressão regulatória, riscos socioambientais e alta exposição pública) esses temas configuram áreas críticas

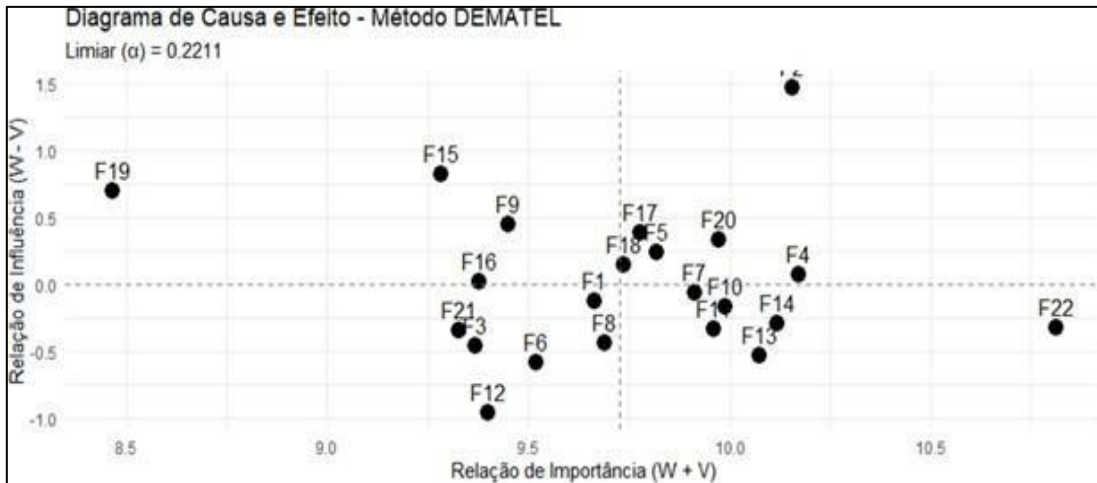
para a construção de valor de longo prazo.

Em relação à relação de influência (W-V W-V W-V), o “fator Saúde e Segurança do Trabalhador” destacou-se como o principal elemento causador (+1,46). Isso é particularmente relevante para empresas de energia, que operam com alto risco ocupacional, exigindo práticas robustas de proteção e prevenção para garantir a continuidade das operações e a integridade das equipes. Além dele, os fatores Práticas de venda e rotulagem de produtos (+0,82), Impactos ecológicos (+0,70), Gestão dos ambientes legal e regulatório (+0,45) e Segurança de dados (+0,38) também figuram como importantes alavancas sistêmicas, cuja gestão eficaz pode desencadear melhorias em diversas outras dimensões da sustentabilidade corporativa. Esses resultados reforçam a natureza estratégica da conformidade legal, da proteção ambiental e da transparência nas relações de consumo, que são temas recorrentes nos debates regulatórios e de reputação do setor.

Por outro lado, os fatores Direitos Humanos e Relações com a Comunidade (-0,96), Práticas de governança corporativa (-0,58), Investimento Social Privado e Cidadania Corporativa (-0,53), Engajamento, diversidade e inclusão dos funcionários (-0,46) e Gestão de resíduos e materiais perigosos (-0,35) foram identificados como fatores de efeito, indicando que são fortemente impactados pelas ações sistêmicas da organização. No caso das empresas de energia, tais temas costumam refletir o resultado das decisões estratégicas adotadas em áreas como operação, compliance ambiental e relacionamento com *stakeholders*. Esses fatores, embora reativos, são fundamentais para mensurar o sucesso das práticas adotadas, uma vez que sintetizam a percepção social, ambiental e de governança diante das ações corporativas.

A distinção entre fatores causadores e de efeito orienta a gestão estratégica ao indicar alavancas de intervenção e indicadores-chave de desempenho. No setor de energia, marcado por elevada complexidade, o método DEMATEL mostrou-se eficiente para identificar relações de causa e efeito, permitindo decisões mais assertivas e alinhadas aos objetivos de longo prazo (Wu; Lee, 2007; Makridou; Doumpos; Lemonakis, 2024; Edeigba; Arasanmi, 2021). A análise revelou fatores de alta centralidade, como qualidade do ar, saúde e segurança dos trabalhadores, fundamentos de sustentabilidade empresarial e acessibilidade técnica e econômica, que se destacam como eixos estruturantes do sistema (Edeigba; Arasanmi, 2021).

Figura 8 – Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Elaboração via R Studio pela autora.

O Diagrama de Causa e Efeito gerado a partir da matriz de relações totais da Figura 8 apresenta uma disposição espacial que, à primeira vista, pode parecer dispersa. No entanto, tal configuração é esperada e coerente com a lógica subjacente ao método DEMATEL quando aplicado a sistemas complexos e multifatoriais, como é o caso da sustentabilidade empresarial no setor de energia. Diferentemente de métodos classificatórios ou de agrupamento, o DEMATEL não tem como objetivo produzir *clusters* ou categorias rígidas, mas sim evidenciar o grau e a direção das interações entre fatores. Essa visualização se concretiza na distribuição livre dos pontos no plano bidimensional (Gabus; Fontela, 1972; Wu; Lee, 2007).

No gráfico (Figura 8), a ausência de grandes aglomerados ou polarizações extremas revela um sistema no qual os fatores não estão concentrados em núcleos de influência isolados, mas sim distribuídos em uma rede densa de relações múltiplas. Essa leitura é reforçada pelo fato de que muitos pontos estão próximos ao centro do gráfico ou ao redor do eixo horizontal, o que indica que os fatores atuam de maneira relativamente equilibrada entre exercer e receber influência. Essa característica, longe de indicar aleatoriedade, é reflexo de um ambiente organizacional interdependente, no qual decisões estratégicas, operacionais, sociais e ambientais se retroalimentam constantemente.

Além disso, a presença de alguns pontos mais afastados dos eixos centrais, como é o caso de fatores posicionados na região superior (indicando forte poder de influência) e inferior (representando sensibilidade a decisões sistêmicas), evidencia que, embora a maioria dos fatores apresente níveis de interação moderados, há também elementos estruturais com maior potencial de alavancagem ou impacto, que podem ser priorizados na tomada de decisão. O limiar α calculado (0,2211) contribui para reforçar a confiabilidade do modelo ao indicar a existência de relações suficientemente

significativas entre os fatores para justificar suas posições relativas no gráfico.

Conforme argumentam Leutheuser, Müller e Voigt (2024), ao aplicar o método DEMATEL para investigar inter-relações em tecnologias sustentáveis na indústria, a dispersão visual equilibrada no diagrama é um reflexo esperado da complexidade dos sistemas modernos, especialmente em setores como o de energia, onde as variáveis técnicas, ambientais e regulatórias estão profundamente interconectadas. Dessa forma, a disposição dos fatores neste estudo traduz, com fidelidade, a multiplicidade de influências presentes no contexto da sustentabilidade no setor energético, um campo no qual decisões em áreas como regulação, saúde ocupacional, segurança de dados ou impactos ambientais reverberam em diversas frentes, de forma simultânea, não linear e interdependente.

Para prosseguir na análise, foram escolhidas três empresas do setor de energia que integram o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) e que, em suas composições e práticas de gestão, demonstram ênfase nos fatores mais influentes e relevantes identificados no Diagrama de Causa e Efeito, em especial aqueles relacionados à sustentabilidade do modelo de negócio, à governança corporativa, à gestão de riscos e às práticas ambientais. Essas dimensões se mostraram centrais na análise causal do método DEMATEL, apontando um alto grau de influência sobre os demais fatores e sobre o desempenho organizacional como um todo, conforme detalhado nas Tabelas 4, 5, 6 e 7.

Tabela 4 – Variação do EBITDA

Empresas	Ano de entrada	EBITDA	EBITDA 2024	Variação EBITDA
Empresa 1	2022	9,7 bi	10,6 bi	0,9 bi
Empresa 2	2005	1 bi	13,1 bi	12,1 bi
Empresa 3	2015	3,11 bi	8,7 bi	5,59 bi

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Tabela 5 – Variação do ROE (%)

Empresas	Ano de entrada	ROE (%)	ROE (%) 2024	Variação ROE (%)
Empresa 1	2022	10,38	10,43	0,05
Empresa 2	2005	13,90	26,33	12,43
Empresa 3	2015	26,19	37,98	11,79

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Tabela 6 – Variação do Índice de Endividamento

Empresas	Ano de entrada	Margem Líquida endividagem	índice de	Variação do índice de endividamento (%)
Empresa 1	2022	3,15x	3,45x	0,3x
Empresa 2	2005	2,23%	1,93x	-0,3x
Empresa 3	2015	2,14%	2,70x	0,56x

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Tabela 7 – Variação da Margem Líquida

Empresas	Ano de entrada	Margem Líquida	Margem Líquida Atual	Variação da Margem (%)
Empresa 1	2022	9,46%	6,90%	-2,56%
Empresa 2	2005	6,48%	13,03%	6,55%
Empresa 3	2015	26,48%	24,25%	-2,23%

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

A análise dos indicadores financeiros das três empresas selecionadas, desde sua entrada no ISE B3 e até 2024, mostrou trajetórias distintas, mas com avanços consistentes em aspectos ligados à sustentabilidade.

A Empresa 2 apresentou evolução expressiva, com aumento de R\$ 12,1 bilhões no EBITDA, alta de 12,43 p.p. no ROE e crescimento de 6,55 p.p. na margem líquida, evidenciando um ciclo sólido de rentabilidade e eficiência operacional associado a boas práticas corporativas. A Empresa 3 também registrou progresso relevante, com acréscimo de R\$ 5,59 bilhões no EBITDA e crescimento de 11,79 p.p. no ROE, embora tenha apresentado leve retração de 0,82 p.p. na margem líquida. Já a Empresa 1 apresentou crescimento mais modesto, com aumento de R\$ 0,9 bilhão no EBITDA e variação de 0,05 p.p. no ROE, mas queda de 2,56 p.p. na margem líquida, possivelmente em função de ter sido a última a integrar o ISE B3, tendo menos tempo para internalizar os efeitos das práticas sustentáveis.

Os dados reforçam a hipótese de que a adoção de práticas sustentáveis e o alinhamento com os temas mais influentes do ISE B3 podem estar positivamente associados ao desempenho financeiro de empresas do setor energético, evidenciando a utilidade do método DEMATEL como ferramenta para interpretar essas relações complexas. A escolha dos indicadores foi fundamentada em sua relevância na literatura contemporânea de Chodnicka-Jaworska (2022), Makridou, Doumpos e Lemonakis (2024), destacando sua sensibilidade frente a iniciativas de sustentabilidade e sua capacidade de refletir o desempenho operacional e econômico do setor. A redução do índice de endividamento na Empresa 2, de 2,23x para 1,93x, e

o crescimento expressivo do EBITDA e do ROE na Empresa 3, mesmo com leve retração na margem líquida, indicam que o foco em temas centrais do ISE, como gestão de riscos, governança corporativa e saúde e segurança, contribui para a robustez financeira, corroborando a influência real de fatores sustentáveis sobre resultados tangíveis (Chodnicka-Jaworska, 2022).

CONCLUSÃO

Este estudo avaliou, por meio do método DEMATEL, a influência dos temas do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3) sobre o desempenho financeiro de empresas do setor energético. A abordagem permitiu mapear as inter-relações entre fatores de sustentabilidade e indicadores financeiros, identificando os temas com maior impacto sobre a performance econômica e operacional das organizações (Leutheuser; Müller; Voigt, 2024).

O DEMATEL mostrou que fatores como saúde e segurança do trabalhador, qualidade do ar, acessibilidade e impactos ecológicos ocupam posições centrais no sistema, influenciando decisões internas e atendendo às expectativas de *stakeholders*, como reguladores e investidores.

A análise indicou que a adoção de práticas sustentáveis, alinhadas aos temas mais influentes do índice, está associada a variações no desempenho financeiro, evidenciando que melhorias em variáveis ESG podem refletir em alterações na performance econômica e operacional.

O estudo demonstra que o método DEMATEL é adequado para compreender a complexidade das relações entre práticas sustentáveis e desempenho financeiro no setor energético, fornecendo subsídios para a tomada de decisão estratégica e o planejamento de ações corporativas que considerem fatores ESG de forma sistemática. Sobre o trabalho, entre os pontos positivos, destaca-se a originalidade metodológica ao integrar uma análise causal multicritério (DEMATEL), criando um arcabouço que permite transformar relações qualitativas em decisões econômicas concretas. Ademais, o foco no setor energético reforça a contribuição setorial do estudo, ao oferecer *insights* aplicáveis a empresas intensivas em capital, altamente reguladas e fundamentais na transição ecológica.

Entre as limitações, destaca-se que a amostra de especialistas foi restrita e os dados financeiros se referem a anos diferentes, devido à data de entrada das empresas no ISE, o que pode dificultar comparações diretas. Estudos futuros poderiam ampliar essas dimensões, permitindo análises longitudinais e comparativas entre empresas de diferentes portes (Öztürk, 2025). Além disso, seria valioso incluir dados de *stakeholders* externos, como consumidores e comunidades, ampliando a robustez e representatividade das variáveis de sustentabilidade e fortalecendo a relevância do

modelo para planejamento de impacto social corporativo e inclusão territorial (Leutheuser; Müller; Voigt, 2024).

Outra oportunidade de aprofundamento envolve o refinamento da associação entre fatores DEMATEL e indicadores, incorporando métricas adicionais, como índice de inovação, eficiência energética e pegada de carbono, alinhando o modelo às tendências do setor e fortalecendo a relação entre performance ESG e competitividade técnica (Öztürk, 2025; Chodnicka-Jaworska, 2022).

Por fim, este trabalho demonstra que a convergência entre sustentabilidade e desempenho financeiro é viável quando existe alinhamento metodológico, evidências empíricas e foco estratégico. O modelo DEMATEL representa um avanço na gestão integrada, fornecendo estrutura, clareza e direcionamento para decisões corporativas alinhadas com a agenda ESG e as exigências contemporâneas da sociedade e do mercado.

REFERÊNCIAS

- BILLIO, M. *et al.* Inside the ESG Ratings: (Dis)Agreement and Performance. *SAFE Working Paper*, n. 284, 2021.
- CANTELE, S.; LANDI, S.; VERNIZZI, S. Measuring corporate sustainability in its multidimensionality: A formative approach to integrate esg and triple bottom line approaches. *Business Strategy and the Environment*, v. 33, n. 7, p. 7383–7408, 2024.
- CHODNICKA-JAWORSKA, P. Environmental, social, and governance impact on energy sector default risk—long-term issuer credit ratings perspective. *Frontiers in Energy Research*, v. 10, p. 817679, 2022.
- CRACE, L.; GEHMAN, J. What really explains esg performance? disentangling the asymmetrical drivers of the triple bottom line. *Organization & Environment*, v. 36, n. 1, p. 150–178, 2023.
- DIAS, J. S. *Utilização do método DEMATEL em modelo de competências de cervejeiros chefes de microcervejarias*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/201367>. Acesso em: 15 out. 2025.
- EDEIGBA, J.; ARASANMI, C. An empirical analysis of SMES' triple bottom line practices. *Journal of Accounting & Organizational Change*, v. 18, n. 2, p. 238–259, jun. 2021.
- ELKINGTON, J. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Gabriola Island, Stony Creek: New Society Publishers, 1998.
- ERNST & YOUNG GLOBAL LIMITED. *Relatório anual*. 2020. Disponível em: https://www.ey.com/pt_br/about-us/corporate-responsibility/relatorio-anual-integrado Acesso em: 20 ago. 2025.
- FILHO, H. E. C. M. Agenda ASG no brasil: investimentos responsáveis = ESG agenda in brazil: responsible investments. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 56, p. 239–266, 2021. Edição especial, dez. 2021.
- GABUS, A.; FONTELA, E. *World Problems: An Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL*. Geneva, Switzerland, 1972.
- GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GREGORY, R. P.; STEAD, J. G.; STEAD, E. The global pricing of environmental, social, and governance (esg) criteria. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, v. 11, p. 310–329, 2021.
- GU, W. T.; WANG, J. Y. Research on index construction of sustainable entrepreneurship and its impact on economic growth. *Journal of Business Research*, v. 142, p. 266–276, 2022.

HALEEM, A. *et al.* Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, v. 3, p. 275–285, 2022.

HOWARD, M.; BÖHM, S.; EATHERLEY, D. Systems resilience and sme multilevel challenges: A place-based conceptualization of the circular economy. *Journal of Business Research*, v. 145, p. 757–768, 2022.

HUANG, Y.; SURFACE, D. L.; ZHANG, C. Corporate social responsibility and sustainability practices in B2B markets: A review and research agenda. *Industrial Marketing Management*, v. 106, p. 219–239, 2022.

KASHI, K.; FRANEK, J. A review and critique of hybrid madm methods application in real business. In: *Proceedings of the International Symposium of the Analytic Hierarchy Process*. Washington, D.C., U.S.A.: [s.n.], 2014.

KHAN, S. A. R.; YU, Z. Assessing the eco-environmental performance: A PLS-SEM approach with practice-based view. *International Journal of Logistics Research and Applications*, v. 24, n. 3, p. 303–321, 2021.

KÖCHE, J. C. *Fundamentos de Metodologia Científica*. [S.l.: s.n.], 2016.

KORIDE, P.; VENKATAGIRI, S.; GANESH, L. Value ingredients private limited: Engaging farmers for achieving triple bottom line. *Emerald Emerging Markets Case Studies*, v. 13, n. 4, p. 1–28, 2023.

KPMG BRASIL. *Relatório de sustentabilidade 2020*. Disponível em: <https://kpmg.com/br/pt/home/insights/2021/11/relato-sustentabilidade-2020.html>. Acesso em: 15 ago. 2024.

LEUTHEUSER, V.; MÜLLER, J. M.; VOIGT, K.-I. Retracted: Weighing sustainability potentials: A DEMATEL analysis of interrelationships in smart manufacturing technologies. *Research Square*, 2024.

LI, T.T. *et al.* ESG: Research progress and future prospects. *Sustainability*, v. 13, n. 21, p. 11663, 2021.

MACHADO, B. A. A.; DIAS, L. C. P.; FONSECA, A. Transparency of materiality analysis in gri-based sustainability reports. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 28, n. 2, p. 570–580, 2021.

MAKRIDOU, G.; DOUMPOS, M.; LEMONAKIS, C. Relationship between ESG and corporate financial performance in the energy sector: Empirical evidence from european companies. *International Journal of Energy Sector Management*, v. 18, n. 4, p. 873–895, 2024.

MATTERA, M.; GAVA, L. Facing TBL with IoT: Creating value and positively impacting business processes. *Social Responsibility Journal*, Emerald Group Publishing Limited, v. 18, n. 1, p. 178–201, jan. 2021.

NETO, J. A. de S.; CORREIA, M. B. Integração de políticas esg nas empresas brasileiras listadas na B3: Uma análise econômico-financeira das empresas avaliadas no índice ISE B3 2022. *Revista Controladoria e Gestão*, v. 5, n. 1, p. 1114–1136, 2024.

PASAMAR, S.; BORNAY-BARRACHINA, M.; MORALES-SÁNCHEZ, R. Institutional pressures for sustainability: A triple bottom line approach. *European Journal of Management and Business Economics*, 2023.

PINHEIRO, A. B. *et al.* Exploring the relationship among esg, innovation, and economic and financial performance: Evidence from the energy sector. *International Journal of Energy Sector Management*, v. 18, n. 3, p. 500–516, 2024.

RAGHUPATHI, V.; REN, J.; RAGHUPATHI, W. Identifying corporate sustainability issues by analyzing shareholder resolutions: A machine-learning text analytics approach. *Sustainability*, v. 12, n. 11, p. 4753, 2020.

RODRIGUES, L. R. *Seleção de fornecedores sustentáveis utilizando Fuzzy DEMATEL-ANP*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2017.

SAMPERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. d. P. B. *Metodologia Científica*. Porto, 2013.

SARKIS, J. Supply chain sustainability: Learning from the covid-19 pandemic. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 41, n. 1, p. 63-73, 2020.

SIVAKUMAR, M. *et al.* Effect of aluminium oxide nanoparticles blended pongamia methyl ester on performance, combustion and emission characteristics of diesel engine. *Renewable Energy*, v. 116, p. 518–526, 2018.

SOLAIMANI, S.; SEDIGHI, M. Toward a holistic view on lean sustainable construction: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 248, p. 119213, 2020.

TSALIS, T. A. *et al.* New challenges for corporate sustainability reporting: United nations' 2030 agenda for sustainable development and the sustainable development goals. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 27, n. 4, p. 1617–1629, 2020.

TZENG, G.-H.; HUANG, J.-J. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. [S.l.]: CRC Press, 2011.

USMANI, M. S. *et al.* Establishing a corporate social responsibility implementation model for promoting sustainability in the food sector: A hybrid approach of expert mining and ism-micmac. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, p. 8851–8872, 2022.

WALKER, K.; YU, X.; ZHANG, Z. All for one or all for three: Empirical evidence of paradox theory in the triple-bottom-line. *Journal of Cleaner Production*, v. 275, p.

122881, 2020.

WIDYAWATI, L. A systematic literature review of socially responsible investment and environmental social governance metrics. *Business Strategy and the Environment*, v. 29, n. 2, p. 619–637, 2020.

WU, W.-W.; LEE, Y.-T. Developing global managers' competencies using the fuzzy dematel method. *Expert Systems with Applications*, v. 32, n. 2, p. 499–507, 2007.

ZHOU, Y. The role of corporate management strategies in achieving energy efficiency and sustainable development: An empirical analysis based on energy-intensive industries in the emerging seven (e7) countries. *Sustainability*, v. 17, n. 5, p. 2242, 2025.

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL (ISE B3). *Diretrizes do ISE B3*. 2023. Disponível em: <https://iseb3.com.br/metodologia>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL (ISE B3). *Segmentos de listagem B3*. 2024. Disponível em: <https://iseb3.com.br/metodologia>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL (ISE B3). *Setorial B3*. 2024. Disponível em: <https://iseb3.com.br/metodologia>. Acesso em: 15 ago. 2024.

Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE B3). *Setorial B3*. 2024. Acesso em: 15 ago. 2024. Disponível em: <<https://iseb3.com.br/metodologia>>.

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL (ISE B3). *Visão geral do questionário ISE B3*. 2024. Disponível em: <https://iseb3.com.br/metodologia>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ÖZTÜRK, C. Digitalization as a catalyst for social sustainability in supply chains: An ism-fuzzy micmac and DEMATEL approach. *Environment, Development and Sustainability*, p. 1–61, 2025.

ANEXO A - SCRIPTS - APLICAÇÃO RSTUDIO

1º Script - Análise DEMATEL

Listing 5.1 – Script para análise DEMATEL no Rstudio

```
# Instalar os pacotes necessarios
install.packages("readxl")
install.packages("ggplot2")

# Carregar os pacotes
library(readxl)
library(ggplot2)

# === Passo 1 ao 3: Importar a matriz Z (media das respostas da
# especialista) ===
caminho_arquivo <- "C:/Users/natan/Downloads/Matriz_DEMATEL_
Temas_ISEB3_ _AJUSTADA.xlsx"

# Le os dados da planilha
Z_raw <- read_excel(caminho_arquivo, col_names = TRUE)
Z <- as.matrix(Z_raw[, -1]) # Remove a coluna de rotulo, se
necessario

# === Passo 4: Normalizar a matriz Z para obter D ===
s <- 1 / max(apply(Z, 1, sum)) # Escala de normalizacao
D <- s * Z
diag(D) <- 0 # Zera a diagonal principal

# === Passo 5: Calcular a matriz total de influencia T ===
n <- nrow(D)
I <- diag(n) # Matriz identidade
T <- D %>% solve(I - D) # Matriz total T
```

1º Script - Análise DEMATEL

Listing 5.1 – Script para análise DEMATEL no RStudio

(Continua)

```

# === Passo 7: Construir o diagrama de causa e efeito ===
dados_plot <- data.frame(
  Tema = paste0("F", 1:n),
  Importancia = Importancia,
  Influencia = Influencia
)

# Define o limiar alpha como media dos elementos da matriz T
alpha <- mean(T)

# Gera o grafico
ggplot(dados_plot, aes(x = Importancia, y = Influencia, label =
  Tema)) +
  geom_point(size = 4) +
  geom_text(vjust = -0.7, size = 4.2) +
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = "dashed", color = "gray50"
  ) +
  geom_vline(xintercept = mean(Importancia), linetype = "dashed",
  color = "gray50") +
  labs(title = "Diagrama de Causa e Efeito - Metodo DEMATEL",
  subtitle = paste("Limiar (alpha) =", round(alpha, 4)),
  x = "Relacao de Importancia (W+V)",
  y = "Relacao de Influencia (W-V)") +
  theme_minimal()

# === Extra: Exibe o valor de alpha no console ===
cat("Valor de alpha (limiar de corte para relacoes fortes):",
  round(alpha, 4), "\n")

```