

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VANESSA QUADROS

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DIAGNÓSTICO PARA PRÁTICAS
ESG**

PATO BRANCO

2025

VANESSA QUADROS

**DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DIAGNÓSTICO PARA PRÁTICAS
ESG**

Development of a Diagnostic Model for ESG Practices

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Edson Pinheiro de Lima.
Coorientador(a): Sergio E. Gouvea da Costa.

PATO BRANCO

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco



VANESSA FEIJO QUADROS

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE DIAGNÓSTICO PARA PRÁTICAS ESG

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia De Produção E Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Dos Sistemas Produtivos.

Data de aprovação: 23 de Junho de 2025

Dr. Edson Pinheiro De Lima, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Sergio Eduardo Gouvea Da Costa, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal

do Paraná Dr. Ubirata Tortato, Doutorado - Pontifícia Universidade Católica do

Paraná (Pucpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/06/2025.

Dedico esta pesquisa à minha filha Vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Edson Pinheiro de Lima, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Agradeço aos professores do PPGEPS, Campus Pato Branco, pelas contribuições durante a minha pesquisa acadêmica.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Agradeço ao fundador da Transportadora Lunardi, senhor Iloi Lunardi e sua filha Cristiane Lunardi, por permitirem desenvolver essa pesquisa acadêmica tão relevante para o segmento do Transporte Rodoviário de Cargas, em suas instalações.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha filha Vitória, que mesmo tão jovem acompanhou os meus estudos, que esse Título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, seja exemplo de Persistência e Perseverança na sua trajetória acadêmica.

"A biblioteca é um jardim onde as ideias
florescem e os frutos são colhidos pela
eternidade." (Cândido, 2002).

RESUMO

A crescente pressão por práticas empresariais sustentáveis tem impulsionado a adoção dos critérios ESG (Ambiental, Social e Governança) como elementos estratégicos na gestão organizacional. Neste contexto, a presente pesquisa propôs o desenvolvimento de um modelo processual de Modelodas práticas ESG, aplicado a uma transportadora de cargas do setor rodoviário. Trata-se de um estudo de natureza aplicada, com abordagem metodológica mista, que integrou métodos qualitativos como entrevistas, observação direta e análise documental e quantitativos, por meio da técnica PROMETHEE-ROC, com o objetivo de estabelecer uma priorização estruturada de ações voltadas à sustentabilidade. Foram analisadas dez alternativas estratégicas com base em seis critérios ESG, cujos pesos relativos foram determinados utilizando a técnica *Rank Order Centroid*. Os resultados evidenciaram maior prioridade para ações focadas na redução de emissões atmosféricas e no aumento da eficiência energética, ambas com fluxo líquido de $\phi = 0,2919$. Na sequência, destacou-se a elaboração de relatórios de sustentabilidade ($\phi = 0,1756$). As iniciativas com menor prioridade incluíram a criação de um Conselho de Ética ($\phi = -0,2899$) e a gestão de resíduos sólidos ($\phi = -0,2334$). O modelo resultante da pesquisa foi estruturado em quatro dimensões integradas: Governança e Responsabilidade Social; Local de Trabalho e Capital Humano; Gestão Ambiental; e Crescimento Sustentável e Inovação. A aplicação prática do modelo demonstrou que a técnica PROMETHEE-ROC constitui uma ferramenta eficaz para apoiar a tomada de decisões estratégicas, sendo passível de replicação em outras organizações do setor logístico.

Palavras-chave: ESG; Sustentabilidade; Transporte Rodoviário; Auditoria; PROMETHEE-ROC.

ABSTRACT

The growing demand for sustainable business practices has driven the adoption of ESG (Environmental, Social, and Governance) criteria as strategic components of organizational management. In this context, the present research proposed the development of a procedural model for auditing ESG practices, applied to a freight transportation company in the road transport sector. This is an applied study with a mixed-methods approach, combining qualitative methods, such as interviews, direct observation, and document analysis with quantitative analysis through the PROMETHEE-ROC technique, aiming to establish a structured prioritization of sustainability-oriented actions. Ten strategic alternatives were analyzed based on six ESG criteria, with their respective weights determined using the Rank Order Centroid technique. The results highlighted the highest priority for actions focused on reducing atmospheric emissions and improving energy efficiency, both with a net flow of $\phi = 0.2919$. Next in priority was the development of sustainability reports ($\phi = 0.1756$). Lower-priority initiatives included the creation of an Ethics Committee ($\phi = -0.2899$) and solid waste management ($\phi = -0.2334$). The resulting model was structured around four integrated dimensions: Governance and Social Responsibility; Workplace and Human Capital; Environmental Management; and Sustainable Growth and Innovation. The practical application of the model demonstrated that the PROMETHEE-ROC technique is an effective tool to support strategic decision-making and can be replicated in other companies within the logistics sector.

Keywords: ESG; Sustainability; Road Transportation; Auditing; PROMETHEE-ROC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Protocolo de execução de pesquisa.	26
Figura 2 - Número de artigos publicados por ano.	27
Figura 3 – Rede de palavras-chave extraída via <i>Software VOSviewer</i>	31
Figura 4 - Mapa de Co-ocorrência de Palavras.	33
Figura 5 - Evolução mensal de serviços no setor de transportes.	37
Figura 6 - Número de admissões, desligamentos e saldos do emprego no transporte.	38
Figura 7 - Evolução dos segmentos aéreos, terrestre e aquaviário.	40
Figura 8 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).	43
Figura 9 - Emissão de carbono derivada do consumo de energia por setor da economia.	44
Figura 10 - Estrutura lógica do PROMETHEE-ROC.	51
Figura 11 - Ciclo PDCA (Abordagem Processual).	53
Figura 12 - Classificação de pesquisa científica aplicada ao estudo.	59
Figura 13 - Etapas de aplicação da metodologia PROMETHEE-ROC.	69
Figura 14 - Ranking PROMETHEE-ROC dos valores de Fluxo Líquido.	96
Figura 15 - Fluxo Positivo ($\phi +$) e Negativo ($\phi -$) por Alternativa <i>versus</i> Alternativas.	97
Figura 16 - Fluxo Positivo ($\phi +$) e Negativo ($\phi -$) - Cenário 1 ($\uparrow C1$).	100
Figura 17 - Fluxo Positivo ($\phi +$) e Negativo ($\phi -$) - Cenário 2 ($\downarrow C5$).	101
Figura 18 - Fluxo Positivo ($\phi +$) e Negativo ($\phi -$) - Cenário 3 ($\uparrow C6$).	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Protocolo de Pesquisa.	25
Quadro 2 - Síntese dos Estudos Analisados na Revisão Sistemática.....	29
Quadro 3 – Quadro de critérios e suas dimensões.	72
Quadro 4 - Matriz de Desempenho.	73
Quadro 5 - Questões da entrevista voltadas à governança levantadas no PDCA. ..	77
Quadro 6 - Matriz de desempenho PROMETHEE-ROC.	81
Quadro 7 - Metodologia e Cálculo dos Pesos ROC.	82
Quadro 8 - Cálculo dos Pesos ROC conforme ordenação dos critérios.....	82
Quadro 9 - Resultados Completos.	86
Quadro 10 - Resultados quantitativos da análise de sensibilidade	89
Quadro 11 -Ranking das alternativas nos cenários da análise de sensibilidade.	90
Quadro 12 - Metodologia detalhada do 5W2H aplicada às ações ESG.	93
Quadro 13 - Resultados consolidados das alternativas ESG (fluxos líquidos - ϕ)....	95
Quadro 14 - Comparação dos Fluxos Líquidos (ϕ) em Diferentes Cenários.	10
0	
Quadro 15 - Plano de Ação ESG (Top 3 Ações Prioritárias).	10
4	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelo de Modelo para Aplicação de Práticas ESG.....	46
Tabela 2 - Comparação entre métodos multicritério para avaliação ESG.....	48
Tabela 3 -Práticas ESG Identificadas na Empresa.	61
Tabela 4 - Matriz de Materialidade ESG da Transportadora Estudada.	63
Tabela 5 - Relação de Alternativas e a relevância aos critérios.	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CSR	<i>Corporate Social Responsibility</i> (Responsabilidade Social Corporativa)
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ESG	<i>Environmental, Social and Governance</i> (Ambiental, Social e Governança)
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planejar, Fazer, Verificar, Agir)
PNCV	Programa Nacional de Caminhões Verdes
PRI	Princípios para o Investimento Responsável
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
ROC	<i>Rank Order Centroid</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
VOSviewer	<i>Visualizing Scientific Landscapes</i> (Software de Análise Bibliométrica)
WOS	<i>Web of Science</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

A_1, A_2, \dots, A_n	Alternativas de decisão (ações ESG avaliadas)
C_i	Critério i -ésimo de avaliação (por exemplo: Impacto Ambiental, Governança etc.)
ϕ^+ (phi positivo)	Fluxo de preferência positivo – indica o quanto uma alternativa é preferida em relação às demais
ϕ^- (phi negativo)	Fluxo de preferência negativo – indica o quanto uma alternativa é superada pelas demais
ϕ (phi líquido)	Fluxo líquido – diferença entre ϕ^+ e ϕ^- , utilizado para ordenar as alternativas
w_{C_i}	Peso do critério i atribuído via técnica ROC
ROC	Rank Order Centroid – método de derivação de pesos a partir da ordenação dos critérios
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation – método multicritério de apoio à decisão
PDCA	Ciclo de gestão: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check), Agir (Act)
5W2H	Ferramenta de planejamento: What, Why, Where, When, Who, How, How much
ESG	Environmental, Social and Governance – conjunto de práticas de sustentabilidade corporativa
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU)
$\Delta\phi$	Variação do fluxo líquido entre cenários de sensibilidade
μ, ν	Graus de pertinência (μ) e não-pertinência (ν) utilizados na teoria fuzzy (caso tenha aplicado q-ROF)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Objetivos	20
1.1.1	Objetivo Geral.....	20
1.1.2	Objetivos Específicos	20
1.2	Justificativa e Relevância da Pesquisa	21
1.3	Delimitação da Pesquisa	22
1.4	Delimitação da Pesquisa	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	Revisão Sistemática da Literatura	24
2.2	Setor de Transporte	35
2.3	ESG (<i>Environmental, Social and Governance</i>)	41
2.3.1	Construção do <i>Modelo</i> ESG.....	45
2.4	Multicritério PROMETHEE-ROC	47
2.4.1	Descrição sobre o método.....	48
2.4.2	Aplicações do método	50
2.5	Processo de Estruturação: Abordagem Processual (<i>Process Approach</i>)	52
3	METODOLOGIA E ESTRUTURA DE PESQUISA	55
3.1	Classificação de pesquisa científica	56
3.2	Diagnóstico da empresa e levantamento das práticas ESG	59
3.3	Coleta de Dados	63
3.3.1	Coleta Qualitativa	64
3.3.2	Coleta Quantitativa	64
3.3.3	Procedimento Ético e Operacional	65
3.4	Análise de Dados	66
3.4.1	Análise Qualitativa.....	66
3.4.2	Análise Quantitativa.....	67
3.4.3	Integração dos Dados	67
3.5	Aplicação da metodologia PROMETHEE-ROC	68
3.6	Construção e Testes do <i>Modelo</i> ESG	75
3.7	Considerações Éticas	77
4	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	79
4.1	Planejamento da Aplicação	79

4.2	Estruturação da Avaliação de Multicritério	80
4.3	Construção da Matriz de Desempenho	80
4.4	Desenvolvimento Analítico.....	87
4.5	Análise de Sensibilidade	89
4.6	Plano de Ação ESG	91
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	94
5.1	Estrutura de Avaliação e Priorização	94
5.2	Contextualização do Estado de Caso.....	95
5.3	Análise Estratégica por Dimensão ESG	97
5.4	Implicações Práticas	98
5.5	Análise de Sensibilidade	99
5.6	Plano de Ação ESG Prioritárias	103
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
	REFERÊNCIAS.....	110
	APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	118
	APÊNDICE B - Termo de Confidencialidade	119
	APÊNDICE C - Roteiro de entrevista	120
	APÊNDICE D - Manual da Qualidade	121
	APÊNDICE E - Programação PROMETHEE-ROC	122

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a sustentabilidade consolidou-se como um tema estratégico de relevância global, impulsionada pelos intensos impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas. Fenômenos como as mudanças climáticas, o esgotamento dos recursos naturais e a aceleração da perda de biodiversidade têm provocado inquietações críticas no cenário internacional (Stöckigt et al., 2019). Em resposta, governos de diferentes nações passaram a instituir políticas públicas voltadas à sensibilização de empresas e da sociedade civil, com o intuito de transformar práticas produtivas e padrões de consumo (Chininga et al., 2024).

Concomitantemente, as práticas sustentáveis deixaram de ocupar uma posição periférica nas operações empresariais para assumir papel central nas estratégias organizacionais, promovendo reconfigurações substanciais nas declarações de missão, visão e nos próprios modelos de gestão (Thomas et al., 2019; Centobelli et al., 2020). Essa transformação demandou a incorporação efetiva dos pilares ambiental, social e econômico nos processos corporativos, promovendo geração de valor tangível para diferentes partes interessadas (McNulty; Brewster, 2018).

Savegnago et al. (2022) ressaltam que a integração de práticas de responsabilidade social e sustentabilidade tem provocado mudanças significativas na dinâmica interna das organizações, intensificando a demanda por transparência nas ações sustentáveis adotadas. Torna-se imperativo mitigar riscos de ordem ambiental, social e de governança, sobretudo em face de desafios estruturais globais, como o aquecimento global e a desigualdade social, sendo esses temas cada vez mais presentes na pauta estratégica corporativa (Mondal et al., 2023; Sen et al., 2025).

Nesse cenário, o conceito ESG (*Environmental, Social and Governance*) emergiu como um referencial essencial para a responsabilidade social corporativa, abarcando aspectos como eficiência energética, redução de emissões de carbono, direitos humanos, diversidade, integridade na governança e combate à corrupção (Kabir Hassan et al., 2021).

A dimensão ambiental do ESG impõe repercussões diretas às organizações, tanto no plano financeiro quanto operacional, estimulando práticas como gestão de resíduos, mitigação de emissões e adoção de tecnologias limpas. Essas ações contribuem simultaneamente para a redução de custos operacionais, o atendimento a

exigências regulatórias e a expansão de mercados (Shakil et al., 2019; Chininga et al., 2024). A dimensão social, por sua vez, abrange iniciativas voltadas à inclusão, equidade e engajamento comunitário, refletindo positivamente na produtividade e reputação institucional (Mohammad; Wasiuzzaman, 2021). Já a governança sólida e transparente configura-se como um instrumento de mitigação de riscos operacionais e de construção da confiança junto a investidores e stakeholders (Noja et al., 2024).

O avanço da agenda ESG está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, que ampliaram o escopo da responsabilidade corporativa para além do lucro econômico, incorporando metas voltadas à justiça social, preservação ambiental e promoção da prosperidade global (Cunha et al., 2015). Nesse contexto, os relatórios ESG tornaram-se instrumentos essenciais para a promoção da transparência, a gestão de riscos e o fortalecimento da imagem institucional (Bukari et al., 2024; Samy El-Deeb et al., 2023).

Apesar dos avanços na literatura, observa-se um hiato relevante no que se refere à aplicação prática de modelos de ModeloESG em setores específicos, como o de transporte rodoviário de cargas. Este segmento, fundamental para o desenvolvimento econômico, a geração de empregos e a promoção da inclusão social, ainda carece de abordagens metodológicas que considerem suas peculiaridades operacionais e normativas, o que compromete a efetividade de iniciativas sustentáveis (Furman et al., 2022; Barro et al., 2025).

Diante dessa lacuna, este estudo propõe-se a responder à seguinte questão de pesquisa: quais são as etapas necessárias para o desenvolvimento de um modelo processual de ModeloESG aplicável ao setor de transporte rodoviário de cargas?

Para isso, adota-se a metodologia multicritério PROMETHEE-ROC (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation com Rank Order Centroid*), que permite avaliar e hierarquizar alternativas com base em critérios ESG, mesmo em contextos permeados por incertezas, dados incompletos e julgamentos subjetivos (Wątróbski, 2023).

Apesar do crescimento expressivo da literatura sobre avaliação ESG, observa-se uma carência de estudos que adotem abordagens decisórias estruturadas e sensíveis às especificidades operacionais de setores estratégicos, como o transporte rodoviário de cargas. A maioria dos modelos de avaliação existentes ainda recorre a métricas generalistas, pouco adaptadas à complexidade logística,

regulatória e ambiental desse setor (Assis et al., 2023; Browne et al., 2012). Nesse contexto, metodologias multicritério têm ganhado destaque por sua capacidade de lidar com múltiplos critérios conflitantes e integrar aspectos qualitativos e quantitativos na tomada de decisão (Behzadian et al., 2010). O método PROMETHEE, em particular, tem sido aplicado em diferentes áreas para apoiar decisões em contextos incertos e com julgamentos subjetivos (Dyer, 2016; Wątróbski et al., 2019). A combinação com a técnica de ponderação ROC (*Rank Order Centroid*) amplia sua robustez ao possibilitar a atribuição de pesos com base em ordenações simples dos critérios, mitigando vieses individuais e reduzindo a complexidade do processo de elicitação (Lootsma, 2000; Wątróbski, 2023). Assim, a adoção do método PROMETHEE-ROC neste estudo justifica-se por sua adequação prática e metodológica à proposta de desenvolver um modelo de Modelo ESG aplicável ao setor de transporte rodoviário, proporcionando transparência, rastreabilidade e priorização estratégica das ações sustentáveis.

A aplicação empírica da metodologia ao setor de transportes possibilitou uma integração consistente das dimensões ambiental, social e de governança no processo decisório organizacional. Embora esse setor desempenhe papel essencial na economia, enfrenta desafios expressivos, sobretudo no que diz respeito às emissões elevadas de gases de efeito estufa, o que impõe a necessidade de se buscar um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e responsabilidade ambiental (Button, 2008; Petrović et al., 2024).

No aspecto ambiental, a abordagem permitiu a avaliação de indicadores como consumo de energia, emissão de poluentes e incorporação de veículos sustentáveis (tuğrul; Çitil, 2021; Tian et al., 2020; Wątróbski, 2023). Na dimensão social, foram considerados critérios relacionados à qualidade das relações de trabalho, equidade de oportunidades e mitigação de externalidades negativas, como ruído e poluição (Tian et al., 2020; Salado et al., 2017; Li, 2011). Quanto à governança, aspectos como estruturas decisórias, conformidade normativa e práticas de gestão de riscos foram cuidadosamente analisados (Benmouiza et al., 2019; Khulud et al., 2023; Czech et al., 2022).

A metodologia multicritério resultou em uma análise estruturada e robusta dos serviços oferecidos pela empresa estudada, fornecendo subsídios práticos para decisões estratégicas orientadas pela sustentabilidade. O modelo proposto contribui, portanto, para o preenchimento de lacunas teóricas e operacionais relacionadas à

aplicação do ESG em contextos logísticos reais. Portanto o desenvolvimento de um diagnóstico estruturado de Modelo ESG, com base na metodologia PROMETHEE-ROC, configura-se como uma ferramenta estratégica fundamental para promover a sustentabilidade, a competitividade e a responsabilidade socioambiental no setor de transporte rodoviário de cargas.

Dessa forma, a principal contribuição deste trabalho reside na construção de um *modelo* original e de natureza processual, especificamente adaptado à realidade do setor de transporte rodoviário de cargas, capaz de diagnosticar o estágio de maturidade ESG e de orientar, de maneira estruturada e priorizada, a implementação de práticas sustentáveis. Ao integrar técnicas multicritério (PROMETHEE-ROC) com ferramentas de gestão por processos (PDCA e 5W2H), o estudo oferece não apenas uma ferramenta de avaliação, mas também um roteiro metodológico completo para a proposição e operacionalização de ações ESG. Tal abordagem supera os limites de modelos genéricos ou exclusivamente normativos, contribuindo para a consolidação de um modelo replicável, auditável e alinhado tanto às demandas regulatórias quanto aos imperativos estratégicos da sustentabilidade corporativa contemporânea.

1.1 Objetivos

Com o propósito de responder à questão de pesquisa delineada, este estudo estabelece como objetivo geral:

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo processual para Modelod e práticas ESG aplicável ao setor de transporte rodoviário de cargas, com vistas à promoção da sustentabilidade, da eficiência operacional e da responsabilidade socioambiental.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- I. Propor um modelo conceitual para avaliação de práticas ESG, fundamentado em revisão crítica da literatura especializada;
- II. Estruturar metodologicamente o processo de Modelo ESG e desenvolver instrumentos diagnósticos apropriados e eficazes;

- III. Avaliar a viabilidade, usabilidade e aplicabilidade do modelo e dos instrumentos desenvolvidos, por meio de testes empíricos conduzidos na realidade operacional da empresa selecionada.

1.2 Justificativa e Relevância da Pesquisa

O setor de transporte rodoviário de cargas é um dos principais contribuintes para as emissões de gases de efeito estufa, desempenhando papel significativo no agravamento das mudanças climáticas (Bizoumi et al., 2019). Nesse contexto, a implementação de práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*) torna-se uma estratégia essencial para mitigar impactos ambientais adversos, promover justiça social e fortalecer estruturas de governança corporativa, direcionando o setor a padrões mais sustentáveis (Liu et al., 2019; Zhou et al., 2023; Li et al., 2024).

A crescente complexidade do cenário regulatório internacional, impulsionada por pressões sociais e ambientais globais, tem exigido das empresas um compromisso que transcende o cumprimento normativo. Iniciativas como o Acordo de Paris de 2015 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, consolidam a sustentabilidade como vetor estratégico para inovação, acesso a mercados e legitimidade organizacional (ONU, 2015; World Economic Forum, 2022).

Nesse sentido, a adoção consistente de critérios ESG tem revelado potencial para redução de custos operacionais, otimização da gestão de riscos e aprimoramento da eficiência logística — atributos indispensáveis em ambientes competitivos (Kweh et al., 2025). Práticas como logística reversa, uso de combustíveis alternativos e transparência na gestão de dados operacionais têm demonstrado impactos positivos na produtividade e na reputação institucional (Chininga et al., 2024).

Sob a ótica social, a integração de práticas ESG promove ambientes de trabalho mais seguros, equitativos e inclusivos, repercutindo em maior engajamento e desempenho dos colaboradores (Shakil et al.; 2019; Mohammad; Wasiuzzaman, 2021). Além disso, a comunicação transparente dos impactos sociais e ambientais reforça a confiança de clientes e parceiros estratégicos, favorecendo alianças comerciais sustentáveis (Yazdani; Yaghoubi, 2022).

A utilização da metodologia multicritério PROMETHEE-ROC neste estudo permitiu a análise estruturada de práticas ESG, identificando e priorizando fatores críticos como a redução de emissões, a promoção da diversidade e a governança

ética (Bizoumi et al., 2019; Sarwar et al., 2022). Tal abordagem configura-se como ferramenta prática e adaptável às necessidades do setor, contribuindo para suprir uma lacuna observada na literatura brasileira quanto à aplicação de auditorias ESG voltadas ao transporte rodoviário de cargas — setor de elevada relevância econômica e responsável por parcela expressiva da movimentação logística do país (CNT, 2022).

1.3 Delimitação da Pesquisa

Esta pesquisa está delimitada à avaliação e priorização de práticas ESG no contexto específico do setor de transporte rodoviário de cargas, tendo como aplicação empírica uma empresa de médio porte localizada na região oeste do estado de Santa Catarina. Trata-se de um estudo de caso único, de natureza aplicada, com abordagem exploratória e descritiva, cujo foco reside na construção e testes empíricos de um modelo processual voltado à Modelo ESG.

A pesquisa concentra-se exclusivamente nas práticas ESG já implementadas ou em estágio avançado de proposição pela organização analisada, não abrangendo dados financeiros confidenciais nem indicadores externos de performance. A análise restringe-se ao contexto interno da empresa, excluindo, portanto, variáveis relativas a interfaces regulatórias externas, à cadeia de suprimentos ou a impactos intersetoriais.

Os critérios e alternativas avaliados foram definidos com base em revisão especializada da literatura e alinhados à realidade operacional da organização estudada, visando garantir aplicabilidade prática ao modelo desenvolvido, ainda que sem pretensões de generalização estatística.

1.4 Delimitação da Pesquisa

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, descritos conforme segue:

Capítulo 1 – Introdução: apresenta a contextualização do tema, formula a problemática da pesquisa, define os objetivos, expõe a justificativa, a relevância e a delimitação do estudo.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: discorre sobre os conceitos e dimensões do ESG, práticas sustentáveis no setor de transporte rodoviário de cargas, importância da governança corporativa e a utilização de métodos multicritério de apoio à decisão.

Capítulo 3 – Metodologia da Pesquisa: detalha o delineamento metodológico adotado, classificando o tipo de pesquisa, os procedimentos de coleta e análise dos dados, bem como a aplicação prática da metodologia PROMETHEE-ROC.

Capítulo 4 – Desenvolvimento do Estudo: apresenta o planejamento da pesquisa, os cálculos envolvidos e a aplicação empírica do método PROMETHEE-ROC, considerando as especificidades do objeto de estudo.

Capítulo 5 – Análise e Discussão dos Resultados: discute os achados obtidos nas entrevistas com os gestores e nos testes com a metodologia aplicada, apresenta o ranking das alternativas ESG priorizadas e articula os resultados ao referencial teórico.

Capítulo 6 – Considerações Finais: retoma os objetivos da pesquisa, sintetiza as contribuições teóricas, metodológicas e práticas do estudo, expõe suas limitações e propõe direções para pesquisas futuras e recomendações práticas para empresas do setor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que sustenta o desenvolvimento da pesquisa, estruturada em seções e subseções dedicadas à análise dos temas centrais que compõem o objeto de estudo. Inicialmente, realiza-se uma revisão sistemática da literatura, com o intuito de identificar os principais avanços conceituais e empíricos, bem como as lacunas existentes na aplicação das práticas ESG no setor de transporte rodoviário de cargas. Na sequência, estuda-se o contexto específico desse setor, ressaltando sua importância estratégica para a economia nacional e os desafios associados à incorporação de diretrizes sustentáveis em suas operações. Por fim, se aprofunda a discussão sobre o conceito de ESG (*Environmental, Social and Governance*), com ênfase na utilização da metodologia multicritério PROMETHEE-ROC como ferramenta robusta para diagnóstico, priorização e suporte à tomada de decisão em contextos organizacionais caracterizados pela multiplicidade de critérios e pela presença de incertezas e subjetividades.

2.1 Revisão Sistemática da Literatura

Esta seção descreve a construção da base teórica que sustenta a presente pesquisa, elaborada a partir da aplicação do método de Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Tal abordagem foi empregada com o propósito de identificar e analisar o estado da arte da produção científica relacionada às práticas de Environmental, Social and Governance (ESG) no setor de transportes, com ênfase na modalidade terrestre voltada ao transporte de cargas.

A RSL foi conduzida segundo o protocolo metodológico proposto por Tranfield et al. (2003), estruturado em três etapas fundamentais: (i) planejamento da revisão; (ii) condução da busca e seleção dos estudos; e (iii) análise e síntese do conhecimento. Na fase de planejamento, foram delineados os objetivos da revisão e formulada a pergunta de pesquisa orientadora. Também foram definidos os critérios de inclusão e exclusão dos estudos, bem como selecionadas as bases de dados científicas que garantiriam a robustez e abrangência da busca.

Optou-se pelas bases *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science (Clarivate Analytics)*, reconhecidas internacionalmente por sua credibilidade, amplitude de cobertura e relevância acadêmica no campo das ciências aplicadas (Chadegani et al. (2013). A

seleção desses repositórios visou assegurar a qualidade e a atualidade dos estudos analisados, bem como proporcionar uma visão consolidada e multidimensional do tema em questão.

A seguir, o Quadro 1 sintetiza as etapas metodológicas adotadas na condução da revisão sistemática, conforme o protocolo delineado.

Quadro 1 - Protocolo de Pesquisa.

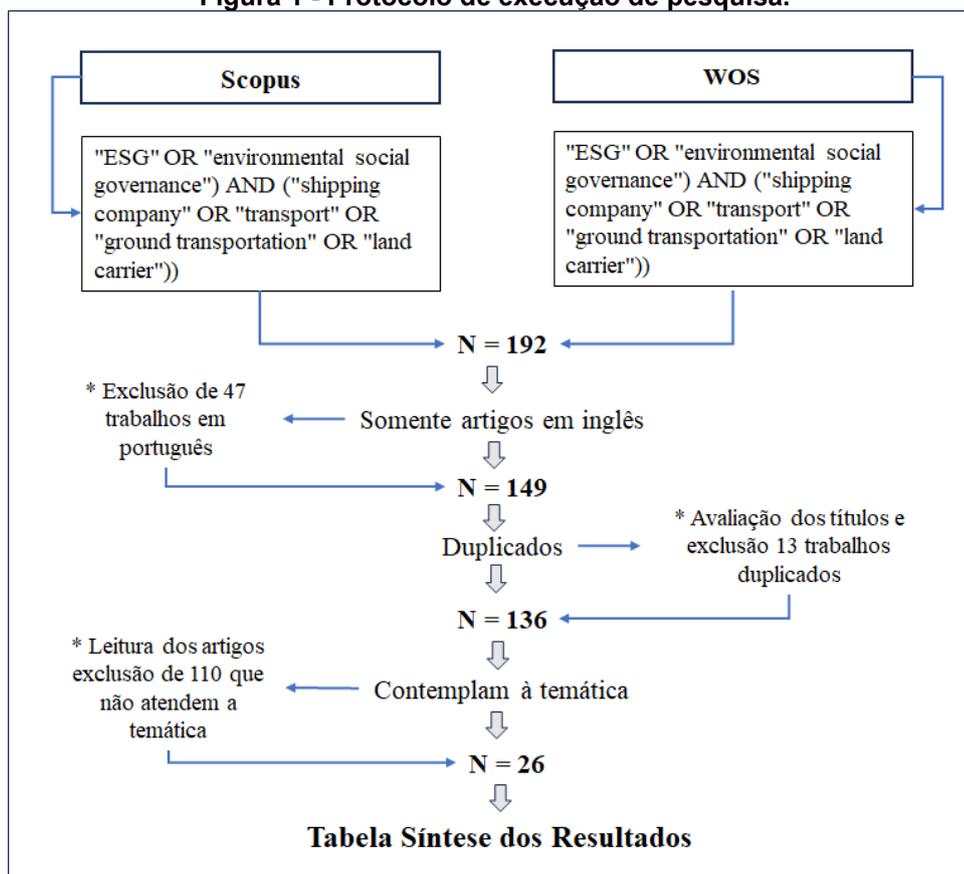
Elemento	Descrição
Bases de dados	Scopus (Elsevier) e Web of Science (Clarivate Analytics)
Período de Coleta	Junho de 2023
Tipo de Publicação	Artigos científicos revisados por pares.
Idioma	Inglês
Campo de busca	Título, resumo e palavras-chave.
String de busca (Scopus)	TITLE-ABS-KEY (("ESG" OR " <i>environmental social governance</i> ") AND (" <i>shipping company</i> " OR " <i>transport</i> " OR " <i>ground transportation</i> " OR " <i>land carrier</i> "))
String de busca (Web of Science)	TS = (("ESG" OR " <i>environmental social governance</i> ") AND (" <i>shipping company</i> " OR " <i>transport</i> " OR " <i>ground transportation</i> " OR " <i>land carrier</i> "))
Crítérios de Inclusão	Artigos que tratem de ESG em empresas de transportes, escritos em inglês
Crítérios de Exclusão	Documentos duplicados, publicações em eventos, editoriais, livros, capítulos, e artigos fora do escopo.
Ferramentas de apoio à análise	Excel (ficha de extração), Vosviewer (análise de palavras-chave), Atlas.ti (análise de conteúdo)

Fonte: elaborado pela autora.

A busca inicial nas bases selecionadas resultou em 189 documentos. Após a aplicação dos critérios de inclusão dos artigos científicos publicados em língua inglesa e dos critérios de exclusão com remoção de duplicatas e eliminação de estudos fora do escopo temático da pesquisa, foram mantidos 149 registros para a etapa seguinte. A leitura criteriosa dos resumos possibilitou a identificação de 26 artigos com efetiva aderência ao tema proposto, compondo assim a amostra final da revisão.

Dos 26 estudos selecionados, 11 foram extraídos da base Scopus e 15 da Web of Science, conforme ilustrado na Figura 1. Essa amostra representa o corpo de conhecimento mais relevante e recente sobre a aplicação de práticas ESG no setor de transporte rodoviário de cargas, servindo de base teórica e empírica para a construção do modelo proposto neste estudo.

Figura 1 - Protocolo de execução de pesquisa.

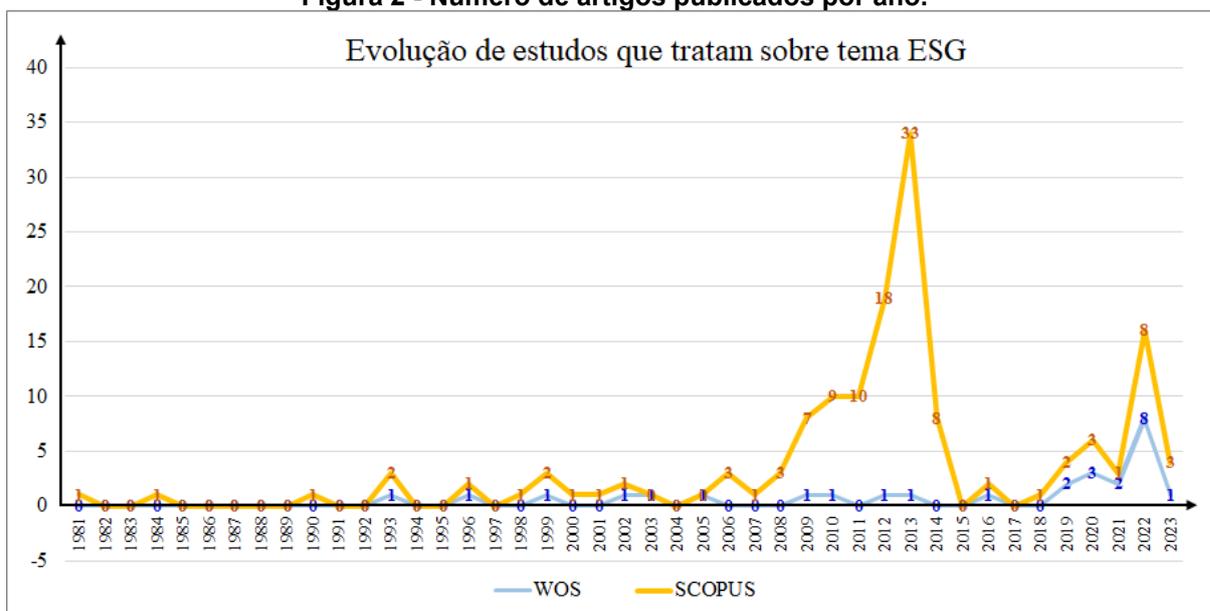


Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 2 apresenta a distribuição temporal dos artigos selecionados ao longo dos anos nas bases Scopus e *Web of Science*. Embora os primeiros registros remontem a 1981 na base Scopus e a 1993 na *Web of Science*, observa-se que o interesse acadêmico pelo tema ESG no setor de transportes passou a ganhar maior relevância a partir de 2009, marcando o início de uma trajetória de crescimento contínuo nas publicações.

O ano de 2013 destacou-se como o de maior concentração de publicações na base Scopus, totalizando 33 artigos. Já em 2022, registrou-se o pico conjunto de publicações nas duas bases, com 8 artigos distribuídos entre *Scopus* e *Web of Science*. Esse crescimento recente evidencia a ampliação do debate acadêmico e o reconhecimento da importância das práticas ESG como eixo estratégico para a sustentabilidade no setor de transporte terrestre de cargas.

Figura 2 - Número de artigos publicados por ano.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Verificou-se que aproximadamente 86% dos estudos analisados concentram-se nas modalidades de transporte marítimo e aéreo Lee et al., (2023) e Abdi et al. (2022), enquanto nenhuma publicação tratou especificamente do transporte terrestre de cargas. Tal ausência revela uma lacuna crítica na literatura científica, reforçando a relevância e a originalidade da presente pesquisa. Esses achados evidenciam não apenas a atualidade do tema ESG no contexto dos transportes, como também a escassez de investigações direcionadas ao transporte rodoviário de cargas, especialmente no contexto latino-americano.

A análise da produção científica revelou ainda que, apesar do crescimento recente das publicações relacionadas ao tema, esse avanço se dá de forma lenta, dispersa e desarticulada entre autores, instituições e abordagens metodológicas. Essa fragmentação dificultou a construção de um mapa de cocitação robusto, conforme os critérios estabelecidos por Ramos-Rodríguez; Ruíz-Navarro (2004), comprometendo uma visão consolidada do campo.

Embora os estudos revisados apresentem evidências positivas quanto à aplicação dos princípios ESG em contextos regulatórios e financeiros, a ausência de modelos específicos para o transporte rodoviário de cargas — sobretudo em países em desenvolvimento — limita a aplicabilidade direta das soluções existentes. Diante disso, a presente pesquisa se justifica ao propor a adaptação e aplicação de um

modelo ESG à realidade operacional de uma empresa brasileira do setor, buscando suprir uma lacuna relevante tanto teórica quanto prática.

Entre os temas recorrentes nos estudos analisados, destacam-se a redução das emissões de CO₂ e a adoção de combustíveis alternativos como estratégias centrais em iniciativas sustentáveis (Greene et al., 2020; Pangalos, 2023). O setor marítimo, por sua vez, apresentou destaque em políticas de neutralidade de carbono (Nõmmela; Kõrbe Kaare, 2022). Aspectos ligados à melhoria das condições de trabalho e à segurança ocupacional foram frequentemente associados à construção de reputação corporativa (Lin et al., 2022), enquanto a transparência na divulgação de informações ESG demonstrou correlação positiva com o valor de mercado das empresas (Abdi et al., 2022).

Quadro 2 - Síntese dos Estudos Analisados na Revisão Sistemática.

Autor e Ano	Base	Foco do Estudo	Principais Resultados
Lee et al. (2023)	WOS	Gestão ESG em empresas de transporte marítimo coreanas	Proposição de um modelo baseado na teoria de casos múltiplos e hélice quádrupla.
Kosykh et al. (2023)	Scopus	Investimento de impacto e fatores ESG no transporte	ESG impulsiona oportunidades de investimento e mitiga riscos de longo prazo.
Abdi et al. (2022)	Scopus	ESG no setor aéreo	Atividades socioambientais correlacionam-se com eficiência financeira.
Datsii et al. (2021)	Scopus	Regulamentação para investimento ESG em transporte multimodal	Roteiro para implementação de políticas de transporte sustentável na Ucrânia.
Özcan (2019)	Scopus	Divulgação de desempenho ESG em aeroportos	Estudo pioneiro com métrica agregada para avaliação integrada de ESG.
Lin, C.; Chang, H.; Hung (2022)	WOS	Impacto do ESG no financiamento de títulos no transporte marítimo	Lacunas em EPS, CSR e entregas pontuais afetam atratividade de investimentos.
Greene et al. (2020)	Scopus	Políticas ambientais para logística em empresas petrolíferas	Necessidade de integrar logística a jusante na contabilidade de emissões.
Jurcik, J.; Udischas, R.; Wang (1997)	Scopus	Projeto de sistemas de distribuição de gás com critérios ESG	Modelo termodinâmico para segurança e eficiência em infraestrutura.
Zinke (2022)	WOS	Desempenho ESG de autoridades portuárias	Método de quantificação e agrupamento para investimentos responsáveis.
Tsatsaronis, G.; Syriopoulos, T.; Gkorila (2022)	WOS	Correlação entre RSC, ESG e valor corporativo no transporte marítimo	Investidores preferem empresas com práticas de RSC estabelecidas.
Nõmmela; Kõrbe Kaare (2022)	WOS	Modelo para políticas marítimas baseadas em ESG	Integração de metas de desempenho ESG no desenho de políticas.
Ola, 2022	WOS	Monitoramento ambiental e social para alcance dos ODS	Clima organizacional inovador media relação entre monitoramento e ODS.
Kim Mee et al. (2022)	WOS	ESG no transporte urbano	Abordagem holística necessária para alinhar transporte urbano ao ODS 11.
Abdi et al. (2020)	Scopus	Relação entre ESG e valor de mercado em companhias aéreas	Melhoria nas dimensões ambiental e de governança aumenta valor de mercado.
Kostrzewski et al. (2023)	WOS	Sustentabilidade na Internet de Veículos (IoV)	Lacunas na integração de ESG em sistemas de transporte inteligente.
Erva, Niedzielski, Shanter, 2022	WOS	Digitalização e impactos ESG em serviços públicos	Necessidade de equilibrar digitalização com impactos socioambientais.
Mukanjari; Sterner (2020)	Scopus	Impacto do ESG em indústrias intensivas em carbono	Empresas com alta intensidade de carbono sofrem redução de valor de mercado.

Zubedi et al. (2022)	WOS	Reformas políticas para sustentabilidade no transporte internacional	Transparência e mitigação de riscos ambientais são críticas para corredores logísticos.
Stukalina (2018)	WOS	Padrões de acreditação em educação superior e ESG	ESG é fundamental para garantia de qualidade em processos de auditoria.
Bajpai et al. (2022)	WOS	Captura de carbono e critérios ESG em indústrias de hidrocarbonetos	Tecnologias de captura de carbono aumentam atratividade financeira do setor.
Ishikawa et al. (2019)	Scopus	Avaliação de riscos hídricos alinhados aos ODS	Empresas devem alinhar gestão hídrica a critérios ESG e CSR.
Satsuk, V.; Lobodina (2023)	Scopus	Financiamento verde em energia e transporte na Rússia	Alinhamento de projetos de investimento a princípios ESG.
Pangalos (2023)	Scopus	Sustentabilidade no transporte marítimo a granel	ESG impulsiona oportunidades de investimento de impacto.
Shushunova (2022)	Scopus	ESG em infraestrutura agrícola e transporte	Implementação de certificações verdes e infraestrutura sustentável.
Esse estudo *	-	ESG no transporte rodoviário	Desenvolver um modelo processual para auditorias de práticas ESG no setor de transporte de cargas.

* Artigo finalizado aguardo envio para publicação.

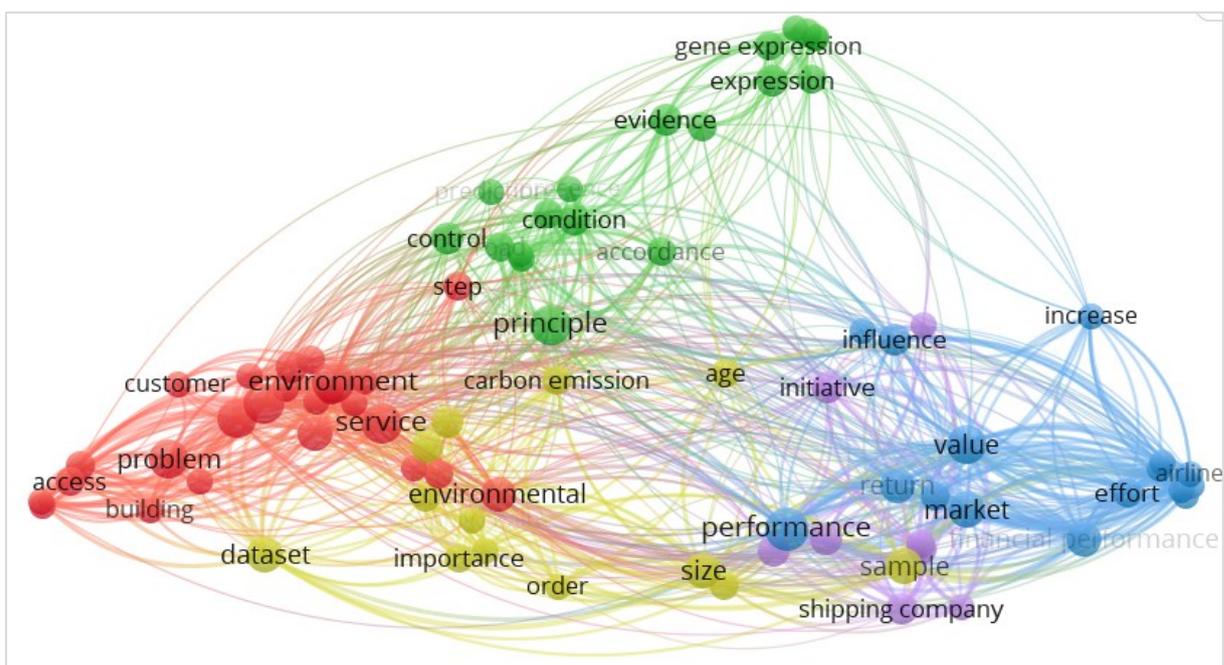
Fonte: Elaborado pela autora.

Com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre os principais temas abordados na literatura científica relacionada à aplicação das práticas ESG no setor de transportes, foi realizada uma análise de mapa textual e de co-ocorrência de palavras-chave por meio do *software VOSviewer*. Essa ferramenta possibilita a visualização e estruturação de redes semânticas, permitindo identificar agrupamentos temáticos e relações entre os termos mais recorrentes nos estudos analisados.

A análise teve como base as palavras-chave extraídas dos 26 artigos que compõem a amostra final da Revisão Sistemática da Literatura. Inicialmente, foram identificadas 1.917 palavras, das quais 137 atenderam ao critério mínimo de ocorrência estabelecido ($n \geq 3$). Dentre essas, 82 apresentaram aderência direta aos eixos centrais desta pesquisa, isto é, práticas ESG aplicadas ao contexto do transporte de cargas.

A partir desses dados, foi possível estruturar uma rede de palavras-chave com 938 conexões (links), resultando na formação de cinco clusters temáticos distintos. Cada cluster representa um grupo de termos com forte proximidade semântica e recorrência conjunta, permitindo visualizar os núcleos conceituais mais abordados na literatura recente. A Figura 3 apresenta graficamente essa estrutura de co-ocorrência e os agrupamentos temáticos identificados.

Figura 3 – Rede de palavras-chave extraída via *Software VOSviewer*.



Fonte: Elaborado pela autora por meio do *Software VOSviewer* (2023).

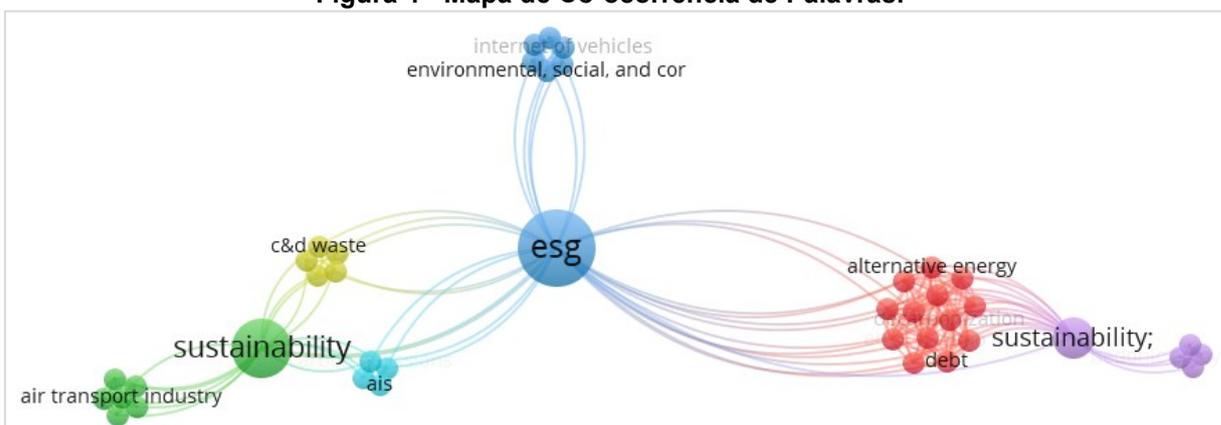
Os clusters temáticos identificados na análise de co-ocorrência foram representados por cores distintas, conforme ilustrado na Figura 4, permitindo a visualização dos núcleos conceituais predominantes na literatura sobre ESG no setor de transportes.

- Cluster vermelho: foi o mais expressivo, englobando 25 palavras-chave, entre as quais se destacam *access*, *challenge*, *case*, *future* e *technology*. Este agrupamento indica um foco marcante em temas relacionados à inovação, desafios operacionais e barreiras à implementação de práticas sustentáveis, refletindo preocupações com a viabilidade técnica e institucional da agenda ESG.
- Cluster verde: composto por 19 termos, esse grupo agregou palavras como *government* e *transparency*, refletindo a dimensão da governança, com ênfase em políticas públicas, regulação e mecanismos de prestação de contas. Tal cluster aponta para o papel do Estado e das instituições na indução de práticas sustentáveis no setor.
- Cluster azul: com 17 palavras-chave, esse agrupamento destacou termos como *market*, *value* e *performance*, evidenciando uma linha de investigação centrada na relação entre práticas ESG e desempenho financeiro, bem como no impacto econômico da sustentabilidade corporativa.
- Cluster amarelo: contendo 13 palavras, este grupo esteve fortemente relacionado à temática ambiental, com ênfase em *carbon emission* e *climate change*. Essa configuração reflete o interesse crescente da literatura nas implicações ambientais do setor de transportes e nas estratégias de mitigação de emissões de gases de efeito estufa.
- Cluster roxo: formado por 8 termos, foi o agrupamento que apresentou maior proximidade com o foco central deste estudo, incluindo expressões como *ESG practice* e *shipping company*. Embora o termo *shipping* costume referir-se a transporte marítimo, o contexto em que aparece indica o interesse por práticas ESG em empresas de transporte de forma geral, convergindo com o recorte temático proposto nesta dissertação.

Essa análise demonstrou não apenas a diversidade de enfoques existentes, mas também uma fragmentação conceitual significativa na literatura internacional, com estudos abordando isoladamente aspectos ambientais, sociais ou de governança. Observou-se ainda uma escassez de pesquisas que integrem de forma

articulada as três dimensões do ESG, sobretudo no contexto das transportadoras terrestres de cargas em países em desenvolvimento, como o Brasil. Tais lacunas reforçam a pertinência e a originalidade da presente investigação, que busca justamente contribuir para o preenchimento desse vazio teórico e prático.

Figura 4 - Mapa de Co-ocorrência de Palavras.



Fonte: Elaborado pela autora por meio do software VOSviewer (2023).

A análise complementar realizada com o auxílio do software VOSviewer possibilitou a visualização da rede de co-ocorrência de palavras-chave extraídas dos artigos selecionados na Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A partir desse mapeamento, foram identificadas 41 palavras-chave com frequência mínima de três ocorrências, organizadas em seis clusters temáticos, totalizando 192 conexões (links) entre os termos analisados.

Os conceitos mais recorrentes nas publicações analisadas foram “ESG” (n = 31) e “sustentabilidade” (n = 18), o que evidencia a centralidade dessas temáticas no debate acadêmico contemporâneo sobre gestão e responsabilidade socioambiental no setor de transportes. A seguir, descrevem-se os seis clusters temáticos identificados na análise:

- Cluster vermelho: o maior da rede, composto por 13 termos, entre os quais se destacam *alternative energy*, *equity* e *finance*. Esse agrupamento reflete a conexão entre ESG e finanças sustentáveis, com ênfase em tecnologias energéticas alternativas e mecanismos de equidade, indicando uma abordagem orientada à transformação estrutural dos modelos de negócios.
- Cluster verde: formado por 7 palavras-chave, reúne termos como *air transport industry* e *sustainability energy*, apontando para a aplicação de práticas

sustentáveis no setor aéreo, com foco em eficiência energética e fontes renováveis aplicadas à aviação comercial.

- Cluster azul: também com 7 termos, está diretamente vinculado à dimensão da governança corporativa, incluindo expressões como *governance*, *disclosure*, *performance* e *market value*. Esse grupo evidencia a relação entre transparência, desempenho financeiro e valor de mercado, consolidando a governança como eixo estratégico das práticas ESG.
- Cluster amarelo: composto por 5 palavras-chave, aborda a agenda climática, com destaque para *carbon emission* e *climate change*, refletindo a crescente importância da descarbonização nas estratégias ambientais adotadas por organizações e cadeias logísticas.
- Cluster roxo: igualmente com 5 termos, está associado à temática do turismo sustentável e bem-estar, incorporando expressões como *hedonic enjoyment*, *life satisfaction*, *self-expressiveness*, *slow tourism* e *sustainability*. Este cluster representa uma perspectiva mais humanizada da sustentabilidade, voltada à qualidade de vida e à experiência do indivíduo.
- Cluster azul-claro (baby blue): com 4 palavras-chave, este agrupamento foca especificamente nas emissões de gases de efeito estufa, tema recorrente nas abordagens técnicas e ambientais da literatura especializada em transporte.

Essa análise gráfica reafirma a diversidade temática e a natureza interdisciplinar das discussões em torno das práticas ESG no setor de transportes. Contudo, revela também uma lacuna evidente: a ausência de abordagens sistemáticas e integradas voltadas ao transporte terrestre, lacuna especialmente significativa em países como o Brasil, cuja infraestrutura logística é predominantemente baseada no modal rodoviário.

A RSL conduzida corrobora a necessidade urgente de pesquisas aplicadas ao transporte terrestre de cargas, sobretudo em contextos latino-americanos e países em desenvolvimento. A ausência de modelos ESG integrados e adaptados à realidade do transporte rodoviário compromete a capacidade das organizações de alinharem suas operações aos compromissos globais estabelecidos nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com destaque para o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, e o ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima.

Diante desse cenário, destaca-se a importância estratégica de estudos de caso conduzidos em empresas brasileiras, com o objetivo de validar os critérios ESG

identificados na literatura internacional e desenvolver métricas operacionais contextualizadas às peculiaridades da logística nacional.

Este trabalho se posiciona como uma iniciativa pioneira, ao propor a aplicação prática de um modelo de ModeloESG no setor de transporte rodoviário de cargas, com ênfase em uma empresa situada na região oeste de Santa Catarina em um polo logístico fundamental para o agronegócio e para as cadeias de exportação do país, altamente dependente da malha rodoviária. Ao conectar sustentabilidade, desempenho operacional e contexto setorial, a pesquisa amplia sua relevância prática, contribuindo de forma efetiva para a implementação de estratégias ESG mais robustas e alinhadas às exigências do desenvolvimento sustentável contemporâneo.

2.2 Setor de Transporte

O setor de transportes configura-se como um pilar estratégico para o desenvolvimento econômico e a integração territorial do Brasil, sendo composto por quatro modais principais: aéreo, aquaviário, ferroviário e rodoviário. Cada um desses modais apresenta características operacionais, estruturais e econômicas próprias, o que influencia diretamente sua escolha em função do tipo de carga, da distância percorrida e da relação custo-benefício envolvida (CNT, 2022).

No contexto brasileiro, destaca-se a hegemonia do transporte rodoviário, responsável por aproximadamente 61% do escoamento de cargas no país (ANTT, 2022). Essa predominância é resultado de um histórico de investimentos concentrados na expansão da malha rodoviária, em detrimento de alternativas mais eficientes e sustentáveis, como as ferrovias e hidrovias.

De acordo com dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2022), o modal rodoviário responde por 6,4% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, tendo papel decisivo na logística de setores como o agronegócio, a indústria de transformação e a distribuição comercial. No entanto, essa centralidade logística também impõe desafios relevantes, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

Sob a ótica econômica, os custos logísticos do modal rodoviário representam cerca de 12% do valor final dos produtos comercializados IPEA (2021), sendo agravados por fatores como a má conservação da infraestrutura viária, a elevada carga tributária e os custos com pedágios. Além disso, a dependência quase exclusiva

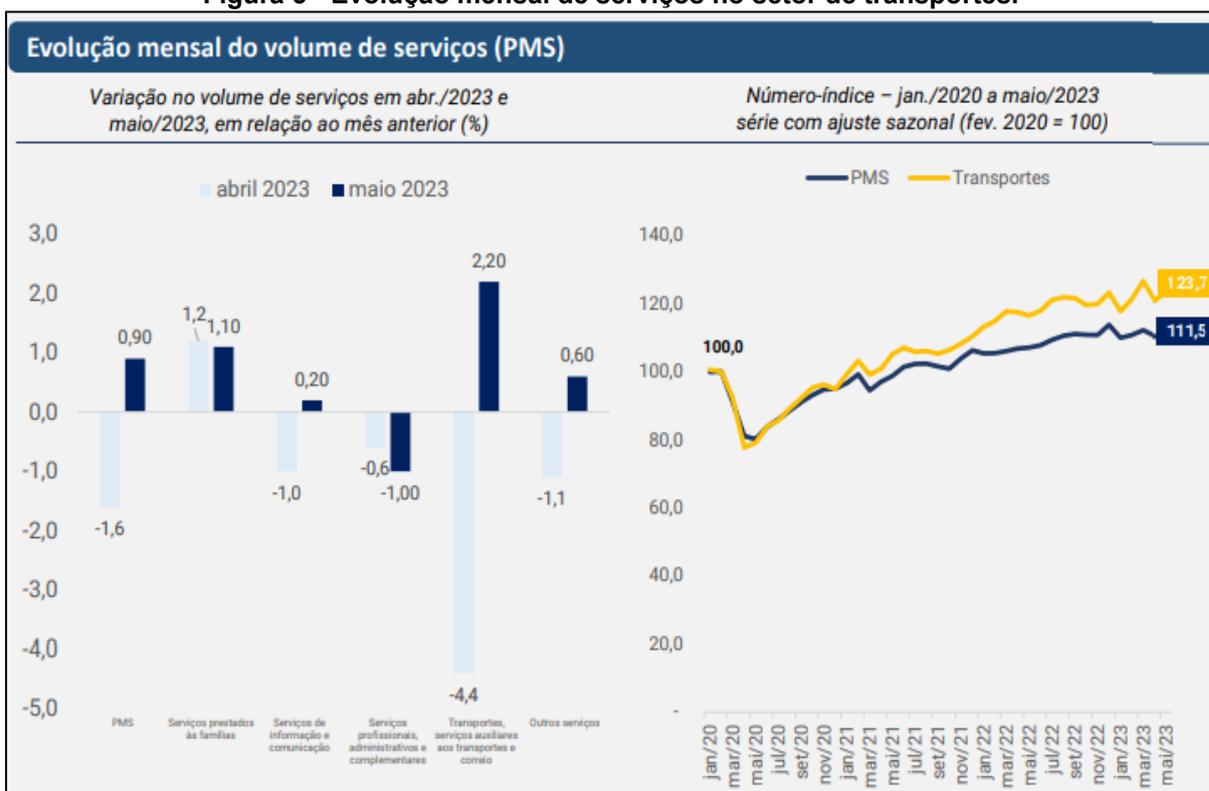
das estradas torna o sistema mais vulnerável a interrupções operacionais e sazonalidades.

No que se refere aos impactos ambientais, o transporte rodoviário é responsável por aproximadamente 72% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) do setor de transportes SEEG (2022), evidenciando sua elevada pegada de carbono. Em contrapartida, os modais ferroviário e aquaviário, que apresentam menor impacto ambiental, respondem por apenas 20% e 5%, respectivamente, da matriz de transporte de cargas no país (CNT, 2022). Esses dados revelam um descompasso entre o modelo logístico predominante e os princípios da sustentabilidade ambiental, sobretudo no que diz respeito à eficiência energética e à mitigação das mudanças climáticas.

A Figura 5 ilustra o comportamento recente do setor de transportes, destacando um crescimento de 2,2% no volume de serviços em maio de 2023, impulsionado pela retomada das atividades econômicas no período pós-pandêmico e pelo aumento da demanda gerada pelo agronegócio. Observa-se, ainda, que o setor opera 23,7% acima do patamar pré-COVID-19 (fevereiro de 2020), com destaque para o desempenho positivo dos modais aéreo (+13,9%) e aquaviário (+46,1%).

O Brasil dispõe, portanto, de uma estrutura logística multimodal, cuja articulação entre os modais aéreo, aquaviário, ferroviário e rodoviário é fundamental para o escoamento da produção, a redução de custos logísticos e o fortalecimento da competitividade econômica. No entanto, a baixa integração entre esses modais e a excessiva dependência do transporte rodoviário constituem entraves ao desenvolvimento sustentável da matriz de transportes nacional, sobretudo diante dos compromissos assumidos pelo país no âmbito da agenda climática global.

Figura 5 - Evolução mensal de serviços no setor de transportes.



Fonte: Elaboração CNT, com dados do IBGE (2023).

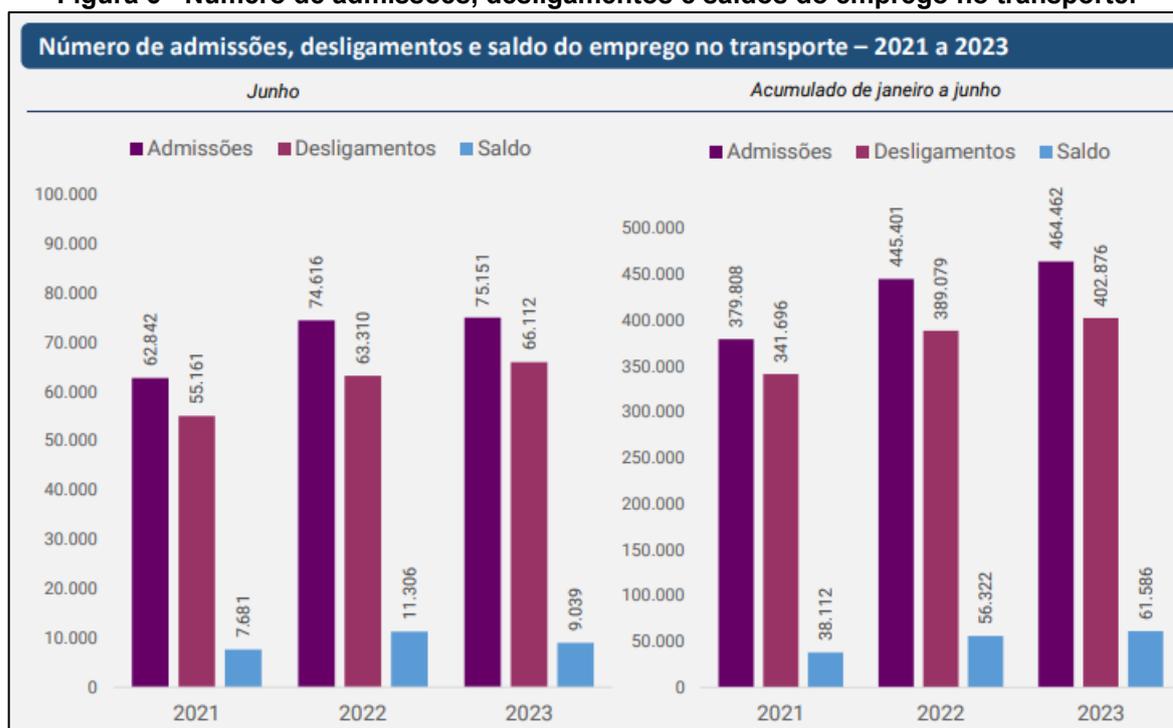
No primeiro semestre de 2023, o setor de transportes registrou a geração de 61.586 novos postos de trabalho formais, com destaque para o transporte rodoviário de cargas, responsável por 42.628 dessas vagas (Figura 6). Esse desempenho evidencia a importância econômica e social do setor, sobretudo como vetor de geração de empregos em diferentes regiões do país.

Apesar desses números positivos, persistem desafios estruturais significativos, especialmente no que tange à precarização das condições de trabalho. Dados do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos DIEESE (2022) indicam que 38% dos motoristas de caminhão atuam sem registro em carteira, o que denota um elevado grau de informalidade, vulnerabilidade social e ausência de proteção trabalhista adequada.

Além da informalidade, o setor enfrenta sérios problemas relacionados à segurança viária, sobretudo em função da elevada incidência de acidentes rodoviários envolvendo veículos de carga. Estimativas do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada IPEA (2021) apontam que os custos anuais associados a acidentes nas rodovias brasileiras alcançam R\$ 12 bilhões, englobando despesas com atendimento médico, perda de produtividade, danos materiais e impactos sociais.

Esses dados reforçam a necessidade de políticas públicas e estratégias organizacionais que promovam melhores condições de trabalho, inclusão social, redução da informalidade e incremento das ações de segurança nas operações de transporte rodoviário. Tais iniciativas são coerentes com os princípios da dimensão social e de governança do conceito ESG, integrando a sustentabilidade ao cotidiano operacional do setor logístico nacional.

Figura 6 - Número de admissões, desligamentos e saldos do emprego no transporte.



Fonte: Elaboração CNT, com dados do Novo Caged – Ministério do Trabalho.

A Figura 7 ilustra a disparidade de desempenho entre os diferentes modais de transporte no Brasil, com dados atualizados para maio de 2023. Os resultados revelam dinâmicas específicas em cada segmento, refletindo tanto as particularidades operacionais quanto os desafios e oportunidades associados a cada modal.

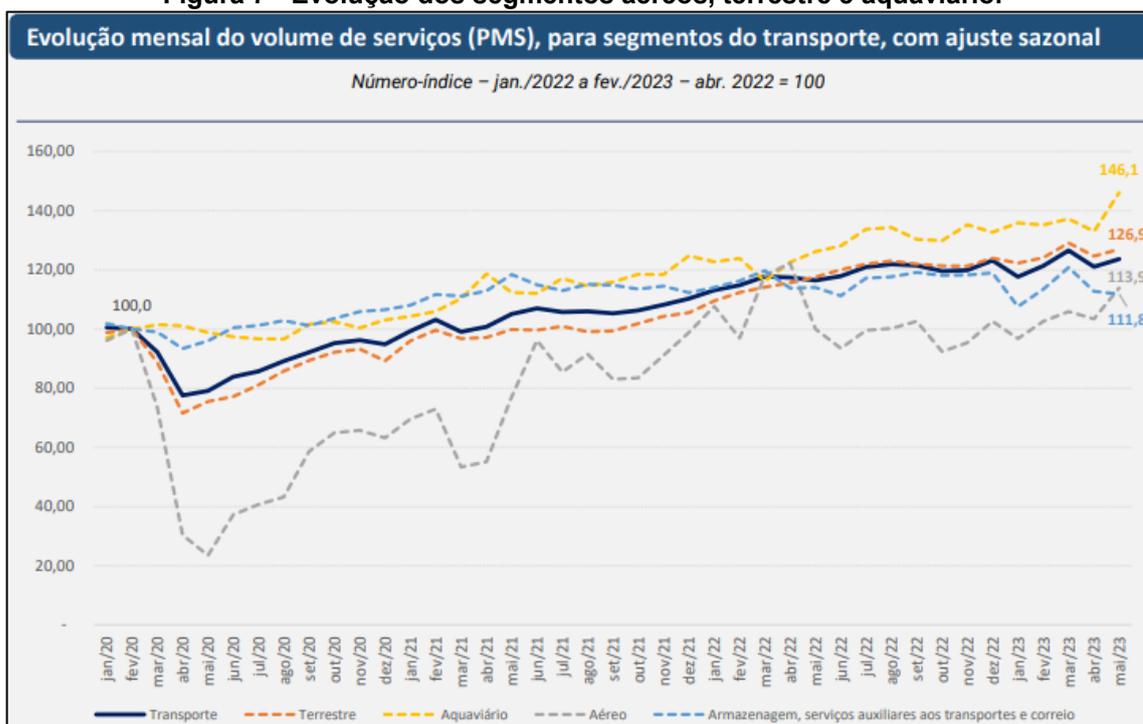
O modal aquaviário apresentou um crescimento expressivo de 9,8%, impulsionado principalmente pelo avanço das operações de cabotagem, transporte entre portos nacionais, e pelo aumento da demanda em atividades de apoio às plataformas de petróleo. Esse desempenho evidencia o potencial estratégico do modal aquaviário no contexto da diversificação da matriz logística e da redução da dependência rodoviária.

No caso do modal ferroviário, embora este represente apenas 15% da matriz de transporte de cargas no país, registrou um aumento de 3,7% no volume transportado. Tal crescimento está fortemente relacionado à exportação de commodities, especialmente minério de ferro e grãos, que tradicionalmente utilizam o transporte ferroviário por sua maior eficiência em longas distâncias e grandes volumes.

O modal rodoviário, por sua vez, mantém sua posição hegemônica no cenário logístico nacional, sendo responsável por grande parte do escoamento interno da produção. No entanto, enfrenta pressões crescentes para a descarbonização de suas operações, dada sua contribuição significativa para as emissões de gases de efeito estufa. Embora ainda em estágio inicial, destacam-se iniciativas como o Programa Nacional de Caminhões Verdes (PNCV), que busca fomentar a adoção de tecnologias mais limpas e veículos com menor impacto ambiental.

Essa análise comparativa reforça a necessidade de investimentos em infraestrutura e em políticas públicas que promovam a complementaridade entre os modais, favorecendo uma matriz de transportes mais equilibrada, eficiente e sustentável. Também evidencia o papel crítico da governança e da regulação ambiental no reposicionamento do setor frente às exigências contemporâneas da agenda ESG.

Figura 7 - Evolução dos segmentos aéreos, terrestre e aquaviário.



Fonte: Elaboração CNT, com dados do IBGE (2023).

A predominância do modal rodoviário na matriz logística brasileira coloca o país em descompasso com as metas globais de redução de emissões, especialmente aquelas delineadas no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 que trata da Ação Contra a Mudança Global do Clima. Tal configuração intensifica os impactos ambientais e demanda ações concretas e coordenadas em diferentes dimensões da sustentabilidade.

Nesse contexto, identificam-se oportunidades relevantes na dimensão da governança, por meio da formulação e implementação de políticas públicas que incentivem a diversificação modal, como propõe o Plano Nacional de Logística 2035 (PNL, 2021). Essa iniciativa visa reduzir a dependência rodoviária, promovendo o uso estratégico de ferrovias e hidrovias, com ganhos expressivos em eficiência e sustentabilidade.

Na dimensão ambiental, destacam-se medidas como a adoção de combustíveis alternativos, a exemplo do biodiesel B20, e a eletrificação progressiva de frotas, estratégias fundamentais para mitigar emissões e alinhar o setor aos compromissos internacionais de descarbonização.

Sob a perspectiva social, merecem destaque os programas de capacitação em segurança viária, voltados à redução de acidentes e à valorização da força de trabalho, bem como ações inclusivas que estimulem a participação de grupos

subrepresentados, como o incentivo à inserção de mulheres no transporte de cargas, promovendo equidade de gênero em um setor historicamente masculinizado.

Considerando que aproximadamente 80% do escoamento de carnes na região oeste de Santa Catarina é realizado por meio do transporte rodoviário EPAGRI (2023), torna-se imperativa a descarbonização da frota e o uso de biocombustíveis, a fim de compatibilizar produtividade, competitividade e responsabilidade ambiental. A centralidade estratégica desse setor para a economia regional reforça a necessidade de se adotarem modelos logísticos alinhados aos princípios ESG, capazes de:

- Reduzir as emissões de CO₂ em até 30% até 2030, conforme projeções do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social FIESC (2024).
- Otimizar custos operacionais por meio do aumento da eficiência energética;
- Fortalecer a competitividade internacional da cadeia produtiva, atendendo às exigências de mercados cada vez mais rigorosos em relação às práticas sustentáveis.

Na região oeste de Santa Catarina, onde o agronegócio movimenta aproximadamente R\$ 15 bilhões anuais FIESC (2024), a transição para uma logística baseada em princípios ESG não representa apenas uma pauta ambiental, mas sim um imperativo econômico e estratégico.

Dessa forma, os dados analisados não apenas confirmam a importância do transporte rodoviário para a economia brasileira, como também fundamentam a relevância desta pesquisa, que se propõe a integrar auditorias ESG em um setor vital, porém ainda caracterizado por lacunas significativas em termos de gestão sustentável. Ao estruturar um modelo adaptado à realidade local, este estudo busca preencher essa defasagem, oferecendo diretrizes práticas que permitam converter desafios ambientais em oportunidades de inovação, competitividade e desenvolvimento sustentável.

2.3 ESG (*Environmental, Social and Governance*)

O processo decisório nas organizações tornou-se progressivamente mais complexo, impulsionado pela volatilidade dos mercados, pelas pressões por desempenho e pela crescente demanda por responsabilidade socioambiental. Nesse cenário, destaca-se a importância de uma estruturação criteriosa dos problemas decisórios, aliada à incorporação de múltiplos critérios de avaliação, conforme apontado por (Irigaray; Stocker, 2022 e Belinky, 2021). Para que decisões sejam

tomadas de forma estruturada e transparente, é necessário identificar objetivos, metas, critérios e subcritérios, bem como aplicar métodos capazes de priorizar alternativas de maneira racional e fundamentada (Gündoğdu et al., 2023).

As discussões contemporâneas sobre sustentabilidade e responsabilidade corporativa ganharam relevância internacional a partir de 2004, com a publicação do relatório *Who Cares Wins*, resultado de uma parceria entre o Pacto Global da ONU e o Banco Mundial. Esse marco contribuiu para a consolidação do conceito de ESG (Environmental, Social and Governance) como uma abordagem integrada, voltada ao equilíbrio entre desempenho econômico e impacto socioambiental (Huang, 2021).

De acordo com o Pacto Global em 2021, a rede de organizações comprometidas com os princípios ESG já superava 3.000 signatários, administrando ativos superiores a 1 trilhão de dólares. Associada aos Princípios do Investimento Responsável (PRI), essa estrutura registrou um crescimento superior a 20% apenas em 2021. Aguinis; Glavas (2012) e Irigaray; Stocker (2022) definem ESG como um conjunto de práticas orientadas pela transparência, equidade nas relações, accountability e pela busca da licença social para operar.

A incorporação do ESG tem se fortalecido também no mercado financeiro, onde investidores e consumidores priorizam empresas que adotam práticas efetivas de sustentabilidade, ética e governança. Segundo Barro et al. (2025) e Gillan et al. (2021), organizações que negligenciam esses princípios tendem a perder legitimidade e competitividade em um cenário cada vez mais pautado pela responsabilidade corporativa.

A divulgação estruturada e transparente de informações ESG tem se mostrado essencial para a construção de confiança junto aos stakeholders. Para Abdi et al. (2020), essa prática amplia o acesso ao capital, fideliza clientes e promove o alinhamento estratégico das organizações. Abdi et al. (2022) complementam que os indicadores ESG funcionam como ferramentas eficazes de gestão de riscos, reputação institucional e credibilidade organizacional.

No Brasil, a publicação da Prática Recomendada PR 2030, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 2022, representou um marco na normatização da temática. Intitulada *Ambiental, Social e Governança – Conceitos, Diretrizes e Modelos de Avaliação e Direcionamento*, essa norma oferece diretrizes metodológicas e instrumentos de avaliação aplicáveis a organizações de diferentes

portes e setores, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento sustentável em níveis local, regional e global.

A PR 2030 propõe um modelo avaliativo capaz de orientar as organizações na compreensão de seu estágio de maturidade ESG, na definição de metas e na incorporação da sustentabilidade ao sistema de gestão corporativo. Essa abordagem reforça a transição de um modelo tradicional, centrado exclusivamente na maximização do lucro, para uma lógica de criação de valor compartilhado com todas as partes interessadas.

Em âmbito internacional, o conceito ESG está intimamente associado à Agenda 2030 da ONU, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas específicas. Esses objetivos foram formalmente adotados por 193 países durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável de 2015. A Figura 8 apresenta os 17 ODS estabelecidos

Figura 8 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



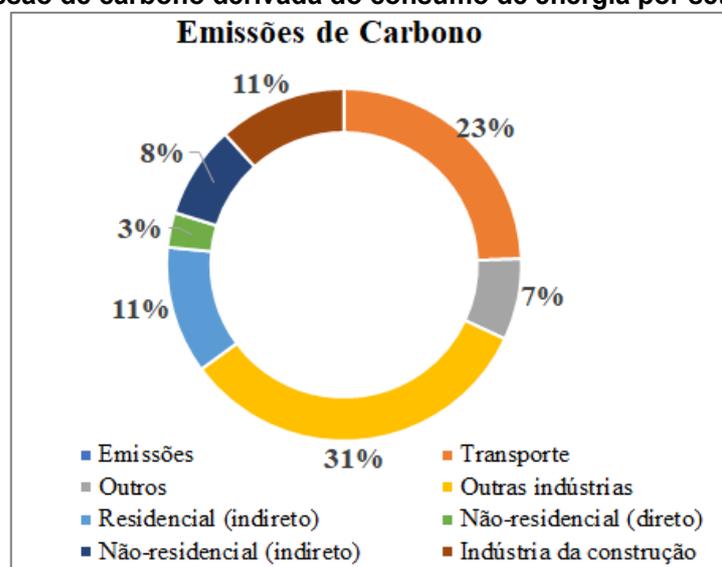
Fonte: ONU, 2015.

Os ODS são interdependentes e refletem um esforço coletivo para promover um modelo de desenvolvimento que seja ambientalmente responsável, socialmente justo e economicamente viável. Cumprir metas como o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis implica também avançar em áreas como saúde, infraestrutura, inclusão social e mitigação de impactos ambientais.

Organizações alinhadas à Agenda 2030 tendem a ganhar visibilidade e legitimidade junto a investidores, consumidores e órgãos reguladores. Segundo Campos et al. (2013) e Gillan et al. (2021), os padrões globais de sustentabilidade fornecem uma estrutura comparável, confiável e útil para que empresas comuniquem seus impactos de maneira clara e padronizada.

De acordo com o *Global Status Report for Buildings and Construction* (IEA; UNEP, 2019), o setor de transportes foi responsável por 23% das emissões globais de CO₂ derivadas do consumo de energia no ano de 2019. A Figura 9 evidencia a participação de diferentes setores econômicos nas emissões de carbono.

Figura 9 - Emissão de carbono derivada do consumo de energia por setor da economia.



Fonte: Adaptado de *Global Status Report for Buildings and Construction* (IEA; UNEP, 2019).

Para Schumacher (2022), reverter os impactos negativos do desenvolvimento tradicional exige ações estruturadas nas dimensões ambiental, social e econômica. Organizações que adotam estratégias ESG de forma integrada e consistente tendem a apresentar melhores resultados financeiros, reputacionais e institucionais. Nesse sentido, Yin (2015) destacam que a conformidade regulatória e o suporte governamental são fatores críticos para a promoção de mudanças organizacionais efetivas.

Com base nesse panorama, a presente pesquisa busca alinhar-se às diretrizes dos ODS e aos referenciais normativos nacionais e internacionais, propondo o desenvolvimento de um modelo de avaliação e Modelo ESG adaptado às especificidades do setor de transporte rodoviário de cargas. Ao fazê-lo, pretende-se

contribuir com a consolidação de práticas sustentáveis e com a sustentabilidade organizacional de longo prazo, especialmente em setores estratégicos para a economia nacional, mas ainda carentes de estruturação metodológica voltada à gestão ESG.

2.3.1 Construção do *Modelo* ESG

A construção de um modelo ESG (*Environmental, Social and Governance*) consiste na sistematização conceitual e metodológica dos elementos que compõem a atuação sustentável de uma organização. Trata-se de um instrumento que viabiliza a integração das dimensões ambiental, social e de governança aos processos decisórios e operacionais, promovendo alinhamento entre responsabilidade corporativa e estratégia organizacional.

Segundo Gündoğdu et al. (2023), um modelo ESG eficaz deve ser capaz de traduzir os princípios da sustentabilidade corporativa em diretrizes práticas, mensuráveis e integradas aos objetivos estratégicos da empresa. Para isso, é imprescindível que o modelo contemple critérios bem definidos, preferencialmente vinculados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas ONU, (2015), permitindo o monitoramento sistemático do desempenho em áreas como emissões de carbono, diversidade, ética organizacional, inclusão e transparência (Albitar et al., (2020).

A literatura especializada também enfatiza que modelos ESG devem ser adaptados às particularidades setoriais e ao nível de maturidade sustentável de cada organização (Gillan et al., 2021; Rabaya; Saleh, 2022). Para que essas estruturas cumpram sua função de apoio à decisão, é recomendável que operem com base em instrumentos de autoavaliação, indicadores-chave de desempenho (KPIs) e metodologias multicritério, de modo a assegurar consistência, comparabilidade e capacidade de priorização (Huang, 2021).

Quando bem estruturado, um modelo ESG contribui não apenas para a conformidade regulatória e para o acesso a capital, mas também para a melhoria da reputação organizacional, atração e retenção de talentos, e fortalecimento do relacionamento com stakeholders (Baid; Jayaraman, 2022). Sua adoção vem se consolidando como um diferencial competitivo estratégico, sobretudo em setores com alto impacto socioambiental, como o setor logístico e de transportes.

O modelo de modelo proposto neste estudo integra os conceitos de sustentabilidade, performance organizacional e gestão por processos, oferecendo uma estrutura replicável para empresas do setor logístico que desejem incorporar práticas ESG de forma estruturada e mensurável.

A estrutura do modelo está organizada em quatro dimensões principais, cada uma subdividida em eixos de atuação, objetivos estratégicos e exemplos de indicadores práticos, conforme apresenta a Tabela 1. A operacionalização do modelo pode ser realizada com o suporte do Ciclo PDCA, promovendo melhoria contínua e alinhamento com o planejamento estratégico organizacional.

Tabela 1 - Modelo de Modelo para Aplicação de Práticas ESG.

1. Governança e Ética		
Eixos	Objetivos Estratégicos	Exemplos de indicadores
Transparência	Garantir a divulgação clara de informações ESG	Relatórios de sustentabilidade; políticas
Conformidade regulatória	Assegurar adesão a legislações e normativas setoriais	Índice de não conformidade legal
Gestão de riscos	Avaliar e mitigar riscos socioambientais	Matriz de riscos ESG; plano de contingência
2. Gestão Ambiental		
Eixos	Objetivos Estratégicos	Exemplos de indicadores
Emissões e energia	Reduzir a pegada de carbono	Toneladas CO ₂ emitidas / km rodado
Gestão de resíduos	Implementar descarte adequado e logística reversa	% de resíduos reciclados
Recursos naturais	Otimizar consumo de água e combustíveis	Litros/veículo; eficiência da frota
3. Capital Humano e responsabilidade Social		
Eixos	Objetivos Estratégicos	Exemplos de indicadores
Diversidade e inclusão	Promover ambiente justo e representativo	% de mulheres, negros e PCDs
Saúde e segurança no trabalho	Reduzir acidentes e promover bem-estar	Taxa de acidentes; programas de saúde
Relação com comunidades	Fomentar impacto social positivo nas regiões de atuação	Ações sociais realizadas; voluntariado
4. Inovação e Sustentabilidade Econômica		
Eixos	Objetivos Estratégicos	Exemplos de indicadores
Eficiência operacional	Reduzir desperdícios e aumentar produtividade	% de economia de combustível; rotas otimizadas
Digitalização sustentável	Integrar tecnologia para gestão ESG	Uso de IoT e telemetria ambiental
Estratégia de longo prazo	Planejar crescimento sustentável	ROI sustentável; metas ESG no planejamento

Fonte: Adaptado ABNT, 2022.

A aplicação prática do modelo proposto segue uma sequência metodológica composta por seis etapas, que asseguram coerência, aplicabilidade e integração com a realidade organizacional analisada:

1. Diagnóstico de Maturidade ESG: consiste na identificação das práticas sustentáveis já existentes, das percepções dos stakeholders internos e da análise documental da organização. Utiliza-se a matriz de materialidade para mapear temas prioritários e áreas críticas.
2. Seleção dos Critérios Relevantes: com base nos temas identificados, são definidos os critérios de avaliação que possuem maior impacto estratégico e relevância social, econômica e ambiental.
3. Aplicação do Método PROMETHEE-ROC: o modelo multicritério é utilizado para hierarquizar as alternativas ESG. A técnica *Rank Order Centroid* (ROC) é aplicada para atribuição de pesos aos critérios, permitindo priorização com base nas preferências dos tomadores de decisão.
4. Execução das Iniciativas Priorizadas: as ações definidas são implementadas segundo os eixos estruturantes do modelo, respeitando os recursos disponíveis e os fluxos de preferência estabelecidos no modelo multicritério.
5. Monitoramento e Controle: os indicadores-chave de desempenho (KPIs) definidos são monitorados periodicamente, com o objetivo de acompanhar a efetividade das ações e fornecer insumos para a tomada de decisão e os relatórios de prestação de contas.
6. Revisão com o Ciclo PDCA: a aplicação contínua do Ciclo Plan-Do-Check-Act permite ajustes estratégicos, redefinição de metas e retroalimentação do sistema ESG, garantindo adaptabilidade e evolução permanente do modelo.

2.4 Multicritério PROMETHEE

A tomada de decisão em ambientes organizacionais cada vez mais dinâmicos e complexos exige métodos capazes de considerar simultaneamente múltiplos critérios, respeitando a subjetividade das preferências dos decisores e as limitações de informação frequentemente presentes. Nesse contexto, a modelagem multicritério se destaca como uma abordagem estruturada e eficaz, permitindo a comparação entre alternativas com base em critérios qualitativos e quantitativos, sendo especialmente útil para decisões estratégicas em cenários de incerteza (Cavalcante; Almeida, 2005; Sousa et al., 2018).

Embora existam outros métodos multicritério amplamente difundidos, como AHP, TOPSIS e ELECTRE, optou-se pelo PROMETHEE-ROC neste estudo devido à sua capacidade de integrar critérios qualitativos e quantitativos em ambientes incertos,

sem exigir uma carga excessiva de comparações ou conhecimentos técnicos por parte dos avaliadores. A Tabela 2 faz um comparativos entre os principais métodos de multicritérios.

Tabela 2 - Comparação entre métodos multicritério para avaliação ESG.

Método	Características	Vantagens	Desvantagens
AHP (Analytic Hierarchy Process)	Utiliza hierarquia de critérios e matrizes de comparação par-a-par.	Fácil entendimento; boa aceitação em estudos qualitativos.	Suscetível à inconsistência; exige muitas comparações; baixa escalabilidade.
TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)	Baseado na proximidade a soluções ideais e anti-ideais.	Simple aplicação computacional; bom para problemas com muitos critérios quantitativos.	Pouco robusto a dados subjetivos e critérios não compensatórios.
ELECTRE	Baseado em relações de superação; ideal para decisões com critérios conflitantes e incomparáveis.	Lida bem com imprecisão e preferências não compensatórias.	Complexidade algorítmica; menos intuitivo para usuários não especialistas.
PROMETHEE-ROC	Baseado em funções de preferência e pesos derivados por rank-order (ROC); ótimo para avaliações subjetivas.	Integra critérios objetivos e subjetivos; intuitivo; permite análise de sensibilidade e cenários.	Requer parametrização das preferências e critérios; menos difundido que AHP/TOPSIS.

Fonte: Adaptado ABNT, 2022.

2.4.1 Descrição sobre o método

O PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*), desenvolvido por (Brans; Vincke (1985)), é um dos métodos multicritério de maior aplicabilidade prática. Sua lógica baseia-se na comparação par a par entre alternativas, atribuindo graus de preferência conforme o desempenho relativo em cada critério. Essas preferências são expressas por meio de funções que convertem diferenças de desempenho em valores entre 0 (indiferença) e 1 (preferência máxima).

O PROMETHEE possui duas versões principais:

- PROMETHEE I, que fornece uma ordenação parcial, permitindo a existência de alternativas incomparáveis;
- PROMETHEE II, que oferece uma ordenação completa, com base no fluxo líquido de preferência (ϕ).

Esse fluxo é composto por dois componentes:

O fluxo positivo (ϕ^+) representa o grau em que uma alternativa é preferida às demais, enquanto o fluxo negativo (ϕ^-) indica o quanto ela é superada. O fluxo positivo

(ϕ^+) é obtido pela Equação 1, o fluxo negativo (ϕ^-) obtido pela Equação 2 e o fluxo líquido (ϕ) é calculado pela Equação 3:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \neq a} \pi(a, b) \quad (01)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \neq a} \pi(b, a) \quad (02)$$

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (03)$$

Onde:

- $\phi^+(a)$: representa o quanto uma alternativa é preferida em relação às demais;
- $\phi^-(a)$: representa o quanto a alternativa é dominada pelas outras;
- $\phi(a)$: valor líquido que define o ranking global.

Complementarmente, o ROC (*Rank Order Centroid*), proposto por Barron; Barrett (1996), é uma técnica utilizada para atribuição de pesos relativos aos critérios com base em uma ordenação simples de importância. Essa abordagem é especialmente útil quando os decisores possuem clareza sobre a hierarquia dos critérios, mas têm dificuldade em atribuir pesos numéricos exatos.

A fórmula de cálculo do peso ROC para o critério de ordem, em um conjunto de critérios, é dada pela Equação 4.

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j} \quad (04)$$

Onde:

- w_i é o peso do critério na posição i ,
- n é o número total de critérios,
- j varia da posição i até n .

A integração do PROMETHEE II com o ROC, originando o método PROMETHEE-ROC, combina a robustez analítica da ordenação por fluxos com a simplicidade operacional do cálculo de pesos. Essa abordagem se mostra particularmente eficaz em contextos nos quais os tomadores de decisão conseguem ordenar os critérios, mas não estimar seus pesos com precisão.

A aplicação do PROMETHEE-ROC se desenvolve por meio das seguintes etapas:

1. Definição das Alternativas: identificação dos projetos, ações ou cenários a serem avaliados.
2. Definição e Ordenação dos Critérios: estabelecimento dos critérios relevantes e ordenação conforme a importância atribuída pelos decisores.
3. Cálculo dos Pesos com o ROC: transformação da ordenação em pesos proporcionais.
4. Construção da Matriz de Desempenho: atribuição de notas às alternativas em cada critério, com base em dados empíricos ou percepção dos gestores.
5. Cálculo dos Índices de Preferência Par a Par: para cada par de alternativas, calcula-se o índice de preferência agregada, conforme especificado na Equação 5.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b) \quad (05)$$

Onde w_j é o peso do critério j e P_j é a função de preferência de a sobre b .

2.4.2 Aplicações do método

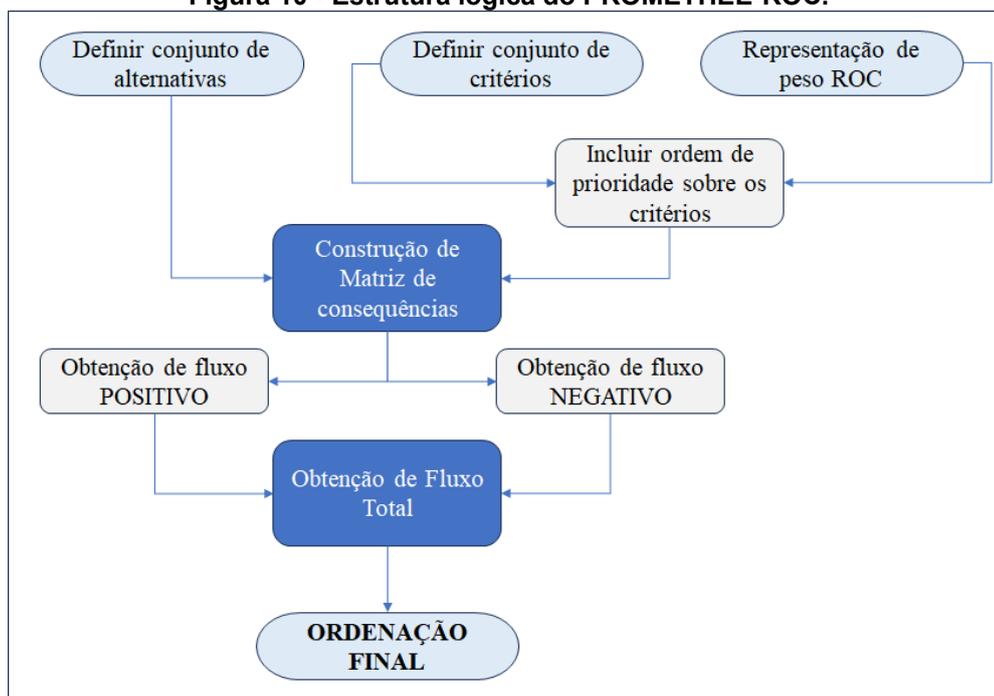
Entre as principais vantagens do PROMETHEE-ROC está a flexibilidade para incorporar critérios diversos, sejam quantitativos ou qualitativos, bem como funções de preferência customizáveis, que permitem adaptar o modelo a diferentes contextos decisórios (Taherdoost, 2023; Marković et al., 2012). O método admite extensões avançadas, como: *Intuitionistic fuzzy PROMETHEE* e *q-rung orthopair fuzzy PROMETHEE*, as quais aprimoram o tratamento de incertezas e subjetividades (Tuğrul; Çitil, 2021; Hamdan et al., 2020; Akram; Shumaiza, 2021).

O PROMETHEE também oferece uma abordagem transparente e interpretável, com a geração de rankings que refletem tanto os benefícios (fluxo positivo) quanto os *trade-offs* (fluxo negativo) das alternativas, permitindo uma visão equilibrada do processo decisório (Tuğrul; Çitil, 2021). Sua ampla aplicabilidade é evidenciada por estudos como nas áreas de energia sustentável (Cavallaro, 2005), de investimentos e finanças Kalender (2019) e Akram; Shumaiza (2021), de educação (Tuğrul; Çitil, 2021; Uzar; Akkaya, 2013).

Contudo, a eficácia do método depende da escolha adequada das funções de preferência e da qualidade dos dados utilizados. A modelagem exige fundamentação técnica criteriosa, e sua implementação pode requerer conhecimento específico e recursos computacionais, especialmente em contextos com elevada complexidade (Wang & Liu, 2017).

No presente estudo, a integração entre o PROMETHEE II e a técnica ROC demonstrou-se uma solução eficiente para apoiar a priorização de práticas ESG, especialmente em um cenário no qual os gestores conseguiram identificar a importância relativa dos critérios, mas não atribuíam pesos numéricos com precisão (Cavalcante; Almeida, 2005; Lopes; Almeida, 2013; Clemente, 2015). A Figura 10 apresenta a estrutura lógica do método PROMETHEE-ROC, conforme adotada nesta pesquisa.

Figura 10 - Estrutura lógica do PROMETHEE-ROC.



Fonte: Elaborado pela autora.

A aplicação da metodologia possibilitou a formulação de especificações para Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), além de permitir análises de sensibilidade e o fortalecimento da robustez dos resultados obtidos. Sua flexibilidade de adaptação a diferentes contextos organizacionais e a capacidade de representar preferências de forma lógica e estruturada o tornam uma ferramenta valiosa para a priorização estratégica.

Neste estudo, o PROMETHEE-ROC foi utilizado para organizar e hierarquizar as demandas ESG identificadas na transportadora X, com base em entrevistas com gestores e na análise de uma matriz de materialidade construída a partir da realidade organizacional. A metodologia permitiu consolidar informações qualitativas e quantitativas em uma estrutura formal de decisão, contribuindo para o alinhamento entre práticas sustentáveis e os objetivos estratégicos da empresa.

2.5 Processo de Estruturação: Abordagem Processual (*Process Approach*)

A abordagem processual tem sido amplamente adotada em estudos voltados à análise e ao aprimoramento da tomada de decisão, especialmente em contextos organizacionais que exigem alinhamento entre a estratégia, os processos internos e os critérios de avaliação. De acordo com Petersen (1999), precursor da gestão da qualidade total, compreender os processos e suas inter-relações é essencial para a padronização, o controle e a melhoria contínua do desempenho organizacional.

Nesse contexto, o *Process Approach* — ou Abordagem de Processos — propõe uma lógica estruturada que visa à identificação, análise e aperfeiçoamento das atividades organizacionais, com base em uma visão sistêmica das operações e na participação ativa dos gestores. Essa abordagem tem sido amplamente empregada como base metodológica para a identificação de critérios críticos de decisão, sobretudo em estudos de natureza multicritério (Cavalcante; Almeida, 2005; Santos et al., 2020).

No âmbito da avaliação multicritério, a abordagem processual atua como etapa preliminar de estruturação do problema decisório, assegurando que os critérios adotados reflitam com fidelidade os objetivos organizacionais e os processos-chave da instituição. Essa perspectiva é particularmente útil em estudos que envolvem práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*), considerando que as ações nessas três dimensões impactam múltiplas áreas funcionais e diferentes grupos de stakeholders.

Uma das ferramentas mais utilizadas dentro da abordagem processual é o Ciclo PDCA (*Plan–Do–Check–Act*), também conhecido como Ciclo de Deming. Trata-se de um mecanismo de gestão baseado na melhoria contínua, que permite a sistematização de processos, bem como a identificação e o controle de variáveis-chave que afetam a eficácia organizacional. Segundo Lizarelli; Toledo (2016); e Arruda et al. (2022), o PDCA configura-se como uma ferramenta poderosa de

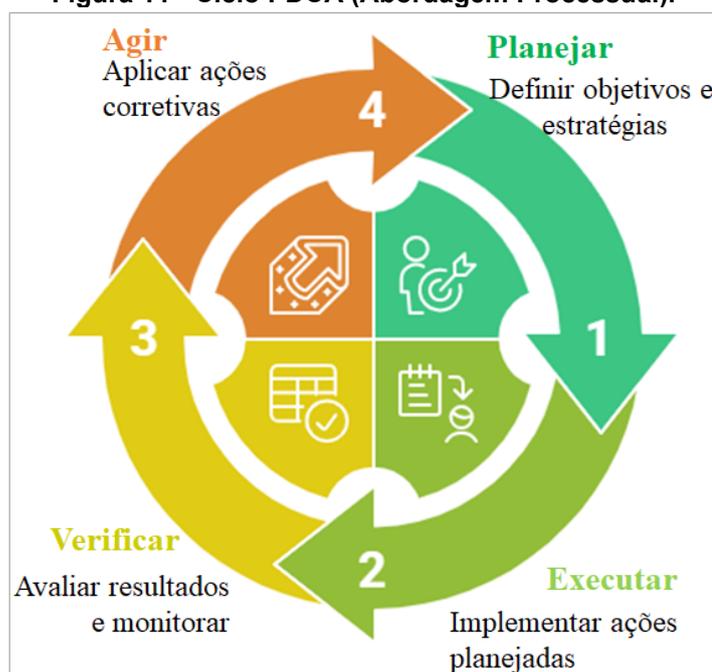
planejamento, controle e análise de processos, viabilizando sua definição, execução, monitoramento e ajuste de forma iterativa e sistemática.

As quatro fases do PDCA são tradicionalmente definidas da seguinte forma:

- Plan (Planejar): definir objetivos, metas e estratégias, com base em diagnóstico situacional e dados relevantes;
- Do (Executar): implementar as ações planejadas, capacitar a equipe envolvida e alocar os recursos necessários;
- Check (Verificar): monitorar os resultados, avaliar os indicadores de desempenho e confrontar os dados com os objetivos previamente definidos;
- Act (Agir): aplicar ações corretivas e de melhoria contínua, promovendo ajustes e consolidando os aprendizados obtidos.

A Figura 11 apresenta a representação visual do Ciclo PDCA, frequentemente utilizado como base operacional na aplicação da abordagem processual.

Figura 11 - Ciclo PDCA (Abordagem Processual).



Fonte: Imagem gerada no Napkin ia adaptado de Gitlow et al. (2015).

A adoção do *Process Approach* no campo da decisão multicritério, especialmente quando aplicada a estudos organizacionais, contribui para assegurar coerência entre os critérios considerados e os objetivos estratégicos da instituição, aumentando a robustez e a confiabilidade dos modelos desenvolvidos.

Neste estudo, a abordagem processual atua como elo integrador entre os conceitos teóricos de sustentabilidade, governança e responsabilidade corporativa e

a prática decisória dentro da realidade operacional da transportadora analisada. Ao estruturar o diagnóstico de Modelo ESG com base nessa lógica, busca-se garantir aderência prática, relevância estratégica e aplicabilidade operacional, promovendo a implementação efetiva de soluções sustentáveis e alinhadas às diretrizes contemporâneas de gestão.

3 METODOLOGIA E ESTRUTURA DE PESQUISA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da presente pesquisa, cujo objetivo consistiu na construção de um modelo voltado à identificação, avaliação e aprimoramento das práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*) em uma empresa de médio porte do setor de transporte rodoviário de cargas. O estudo foi concebido com o propósito de oferecer subsídios para a padronização de processos, qualificação da tomada de decisão e implementação de ações sustentáveis, com foco na redução de riscos e no aumento da satisfação dos clientes.

A abordagem metodológica adotada está fundamentada em métodos científicos reconhecidos, que orientam todas as fases da pesquisa, desde a formulação do problema até a análise e interpretação dos resultados, conforme os referenciais de (Cauchick Miguel et al., 2012; Gil, 2020; Marconi; Lakatos, 2021 e Leão, 2017). A definição metodológica buscou assegurar validade científica, aplicabilidade prática e alinhamento aos objetivos do estudo.

Para garantir clareza, organização e transparência no processo de pesquisa, o desenvolvimento do estudo foi estruturado em seis etapas principais, descritas a seguir:

1. Classificação da Pesquisa: definição do tipo e natureza da pesquisa, com base em critérios científicos, seguida da identificação e sistematização de estudos anteriores sobre ESG no setor de transportes.
2. Diagnóstico Organizacional e Levantamento das Práticas ESG: realização de entrevistas semiestruturadas com gestores e análise documental da transportadora, com o objetivo de mapear as práticas sustentáveis em vigor e compreender o contexto organizacional.
3. Definição dos Critérios e Alternativas: seleção dos critérios e alternativas ESG com base na revisão da literatura especializada e na matriz de materialidade construída a partir da realidade da organização estudada.
4. Aplicação do Método Multicritério PROMETHEE-ROC: utilização da metodologia para priorizar as alternativas ESG de acordo com os critérios definidos, considerando as preferências dos decisores e os dados coletados.

5. Construção e Testes do diagnóstico de Modelo ESG: elaboração do modelo processual adaptado à realidade da transportadora, validado por meio da integração entre os dados empíricos e os referenciais teóricos da pesquisa.
6. Considerações Éticas: condução da pesquisa em conformidade com os princípios éticos que regem estudos com seres humanos, conforme estabelecido pela Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

A sistematização dessas etapas visa garantir rigor metodológico, coerência entre os objetivos propostos e os procedimentos adotados, além de assegurar a transparência e a reprodutibilidade da pesquisa. As próximas seções detalham, em profundidade, cada uma das fases metodológicas mencionadas.

3.1 Classificação de pesquisa científica

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, uma vez que busca propor soluções concretas para um problema prático enfrentado por uma empresa do setor de transporte rodoviário de cargas: a ausência de um diagnóstico estruturado de Modelo de práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*). De acordo com Gil (2020), a pesquisa aplicada tem como principal finalidade gerar conhecimento com aplicabilidade imediata, voltado à resolução de problemas específicos do ambiente organizacional, com vistas à melhoria de processos, racionalização da tomada de decisões e promoção da sustentabilidade corporativa.

No que tange à abordagem metodológica, o estudo adota um enfoque misto, articulando procedimentos qualitativos e quantitativos de forma complementar. A abordagem qualitativa foi empregada com o objetivo de compreender as percepções dos gestores sobre o tema ESG e captar a complexidade das práticas existentes, inseridas em seu contexto institucional. Conforme GIL (2020) e Marconi; Lakatos (2021), a pesquisa qualitativa busca compreender os significados atribuídos pelos sujeitos aos fenômenos, valorizando a experiência e a percepção subjetiva dos participantes. Essa abordagem mostra-se especialmente adequada para a interpretação de fenômenos sociais complexos, permitindo uma leitura contextualizada da realidade organizacional.

Por sua vez, a abordagem quantitativa foi fundamental para a aplicação da técnica multicritério PROMETHEE-ROC, possibilitando uma análise estruturada,

mensurável e comparável das alternativas ESG levantadas. Segundo Leão (2017), a pesquisa quantitativa caracteriza-se pela padronização dos instrumentos de coleta, bem como pelo uso de procedimentos estatísticos, conferindo objetividade, replicabilidade e confiabilidade aos resultados. Conforme Marconi (2021), essa abordagem parte do pressuposto de que os fenômenos podem ser medidos e analisados a partir de dados objetivos, previamente coletados e organizados de maneira sistemática.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa possui características exploratórias, descritivas e normativas. Assume caráter exploratório por investigar um tema ainda emergente na literatura nacional, com a aplicação de modelos ESG no setor de transporte rodoviário de cargas e por buscar identificar variáveis relevantes para a compreensão do fenômeno. Conforme Marconi (2021), Gil (2020) e Marconi; Lakatos (2021), pesquisas exploratórias são apropriadas quando há lacunas teóricas e escassez de investigações prévias, contribuindo para o refinamento do problema de pesquisa.

Simultaneamente, trata-se de uma pesquisa descritiva, ao se propor a mapear, caracterizar e analisar as práticas ESG existentes na empresa, bem como suas relações com critérios de sustentabilidade e governança. De acordo com Marconi; Lakatos (2021) e Gil (2020), pesquisas descritivas permitem a identificação de padrões de comportamento, correlações entre variáveis e relações causais, ampliando a compreensão do fenômeno estudado. Além disso, Leão (2017) destaca que a descrição sistemática de fenômenos fornece uma base sólida para análises comparativas e inferências teóricas.

No campo normativo, a pesquisa estabelece diretrizes práticas e teóricas para a estruturação de um diagnóstico de Modelo ESG alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU, bem como às normas internacionais de gestão, tais como a ISO 9001 (qualidade), ISO 14001 (meio ambiente) e ISO 37301 (compliance). A incorporação desses referenciais reforça a dimensão prescritiva do estudo, que visa orientar a integração de critérios ESG às estratégias organizacionais com base em marcos regulatórios e de mercado amplamente reconhecidos.

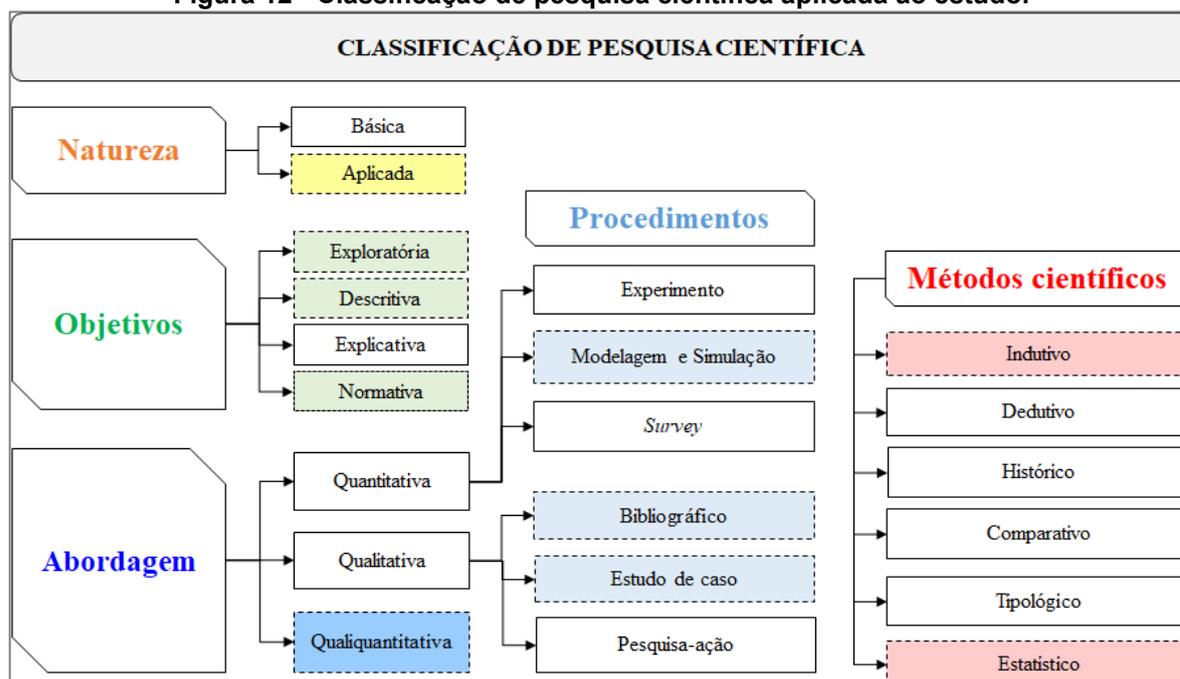
Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa classifica-se como bibliográfica, estudo de caso e modelagem e simulação. A Pesquisa bibliográfica, sustentada por uma revisão sistemática da literatura realizada nas bases *Scopus* e

Web of Science, complementada por livros, dissertações, teses e anais de eventos científicos (Marconi; Lakatos, 2021; Leão, 2017). Estudo de caso instrumental, conduzido em uma transportadora de médio porte situada no oeste de Santa Catarina, com o objetivo de compreender em profundidade o fenômeno ESG em seu contexto real. Conforme Marconi (2021) e Cauchick Miguel et al. (2012), o estudo de caso é apropriado para a análise de fenômenos complexos, permitindo a interação direta com os participantes e a observação detalhada do ambiente organizacional e de Modelagem e simulação, prática recorrente na Engenharia de Produção, utilizada para estruturar e testar o diagnóstico de Modelo ESG proposto. De acordo com Cauchick Miguel et al. (2012), esse procedimento contribui para a representação e experimentação de cenários reais e hipotéticos, viabilizando a avaliação do desempenho de alternativas sob múltiplos critérios.

No que se refere ao método científico, a pesquisa combina de forma integrada as abordagens Indutiva, empregada na fase exploratória, a partir da observação de práticas ESG na empresa, com o objetivo de identificar padrões e critérios relevantes para avaliação Marconi; Lakatos (2021), Dedutiva, utilizada para a formulação do diagnóstico conceitual, com base nos referenciais teóricos consolidados que embasam a definição dos critérios ESG Gil (2020); Estatística, aplicada na fase quantitativa por meio da técnica multicritério PROMETHEE-ROC, que permitiu quantificar e hierarquizar alternativas, conforme as preferências e os dados fornecidos pelos gestores (Cauchick Miguel et al., 2012).

A Figura 12 apresenta a classificação metodológica adotada neste estudo, ilustrando os principais elementos que compõem sua estrutura de investigação.

Figura 12 - Classificação de pesquisa científica aplicada ao estudo.



Fonte: Fonte: Adaptado de Cauchick Miguel et al. (2012) e Levy; J. Ellis (2006).

Dando continuidade à estrutura delineada, a próxima etapa concentrou-se na coleta sistemática de dados primários junto à organização estudada, visando identificar as práticas ESG existentes, avaliar o grau de maturidade em sustentabilidade e levantar evidências empíricas que subsidiassem as etapas seguintes da pesquisa. Esse diagnóstico foi conduzido por meio da análise documental, observação direta e entrevistas com gestores estratégicos, permitindo a construção de uma base robusta de dados, estruturada a partir dos três pilares do ESG (ambiental, social e governança). A consolidação dessas informações viabilizou a elaboração da matriz de materialidade e a preparação da matriz de desempenho necessária à aplicação do método PROMETHEE-ROC.

A seção 3.2 detalha os procedimentos e instrumentos empregados na coleta de dados, bem como os critérios utilizados na construção da matriz de avaliação.

3.2 Diagnóstico da empresa e levantamento das práticas ESG

A presente etapa teve como objetivo realizar um diagnóstico organizacional aprofundado, voltado ao mapeamento, análise e compreensão das práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*) adotadas por uma transportadora de médio porte, localizada na região oeste do estado de Santa Catarina, com atuação no segmento rodoviário de cargas. O diagnóstico foi concebido como uma fase essencial

da pesquisa, pois forneceu a base empírica necessária para as etapas subsequentes, especialmente a construção da matriz de materialidade, a formulação da matriz de desempenho ESG e a aplicação do método multicritério PROMETHEE-ROC.

Participaram da coleta de dados quatro gestores estratégicos: dois diretores, o gerente financeiro e o gerente comercial. A seleção dos participantes baseou-se em três critérios: (i) experiência na organização; (ii) envolvimento direto com práticas e decisões relacionadas ao ESG; (iii) posição de influência na estrutura gerencial.

A aplicação do diagnóstico teve como finalidade identificar boas práticas, lacunas e oportunidades de melhoria, além de compreender como as dimensões ESG estão incorporadas às rotinas da organização. Para garantir triangulação metodológica e fortalecer a robustez dos dados coletados, foram utilizadas três fontes complementares de evidência:

1. Documentação institucional e registros internos: Políticas ambientais e de saúde e segurança ocupacional; Relatórios de controle de emissões e consumo de combustível; Certificações (ex: ISO 14001, ISO 9001) e auditorias internas/externas; Códigos de ética, planos de cargos e registros de treinamentos e capacitações.

2. Observação direta em campo: Visitas técnicas realizadas pela pesquisadora; Anotações sistemáticas sobre estrutura física, rotinas operacionais e gestão de resíduos; Aplicação de checklist de verificação alinhado aos pilares ESG, elaborado com base na literatura especializada e na ABNT PR 2030 (ABNT, 2022).

3. Entrevistas semiestruturadas com gestores: Realização de quatro entrevistas presenciais, conduzidas com os principais tomadores de decisão; Utilização de roteiro dividido em três blocos:

- Parte I: Levantamento do perfil ocupacional dos participantes;
- Parte II: Questionário baseado no modelo Triple Bottom Line (Mahler; Kearney, 2007; Dalmoro, 2009).
- Parte III: Questões voltadas à governança e ética corporativa, com foco na estruturação do ciclo PDCA da organização.

As entrevistas foram conduzidas mediante consentimento formal, gravadas, transcritas integralmente e organizadas para posterior análise qualitativa. O conteúdo das respostas foi submetido à análise categorial de conteúdo, conforme proposta metodológica de GIL (2020), sendo os dados posteriormente classificados de acordo com as três dimensões do ESG.

O tratamento analítico dos dados teve como finalidade sistematizar as práticas observadas, possibilitando a visualização clara de ações já implementadas e dos respectivos níveis de maturidade institucional. As evidências foram agrupadas por dimensão, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Práticas ESG Identificadas na Empresa.

Dimensão	Elementos observados	Evidências coletadas
Ambiental	- Controle de consumo de combustível da frota; - Descarte de resíduos perigosos e não perigosos; - Manutenção preventiva da frota e uso de energia.	- Relatórios internos da frota; - Registros de coleta seletiva; - Planilha de manutenção e consumo.
Social	- Programas de capacitação, - Clima organizacional, - Engajamento comunitário, - Diversidade e inclusão	- Relatórios de RH, - Entrevistas com gestores
Governança	- Transparência; - Código de ética; - Estrutura decisória; - Controle interno.	- Estatutos e regimentos, - Fluxogramas e organogramas, - Entrevistas

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Adicionalmente, foi aplicada uma escala interna de maturidade ESG, adaptada de referências da literatura (ABNT, 2022; Gillan et al., 2021), com o objetivo de avaliar o grau de consolidação das práticas existentes. Essa escala contempla seis níveis progressivos, conforme detalhado abaixo:

- Nível 1 – Inexistência de prática ESG.
- Nível 2 – Existência de prática pontual, ainda não formalizada.
- Nível 3 – Prática recorrente com documentação mínima.
- Nível 4 – Prática sistematizada, com metas, indicadores e monitoramento.
- Nível 5 – Prática estratégica, integrada ao planejamento corporativo.
- Nível 6 – Excelência e liderança no setor.

O diagnóstico realizado forneceu insumos fundamentais para a continuidade da pesquisa, permitindo:

- A construção da matriz de materialidade, fundamentada na percepção dos gestores e nas evidências empíricas levantadas;
- A formulação das alternativas ESG, que seriam posteriormente analisadas com a aplicação do método PROMETHEE-ROC;
- Os testes dos critérios ESG de avaliação, assegurando sua aderência à realidade organizacional;

- A elaboração do modelo ESG, orientado à priorização, implementação e monitoramento de ações sustentáveis, compatíveis com o contexto operacional da empresa.

A partir desse diagnóstico, foi possível avaliar não apenas a presença ou ausência de práticas sustentáveis, mas também seu nível de institucionalização, a relevância percebida pelos gestores e seu impacto potencial. Essa abordagem confere à pesquisa um caráter eminentemente aplicado, além de reforçar a validade e a confiabilidade dos dados ao alinhar múltiplas fontes de evidência aos objetivos estratégicos da organização.

3.2.1 Matriz de Materialidade ESG

A Matriz de Materialidade foi elaborada com base na triangulação entre as entrevistas com gestores, análise documental e observação direta, e permitiu identificar e priorizar os temas mais relevantes sob a perspectiva dos stakeholders internos. Cada prática ESG foi posicionada em relação à sua relevância percebida e ao impacto organizacional potencial, possibilitando o agrupamento de ações críticas, moderadas ou de baixa prioridade. Essa matriz orientou a formulação das alternativas estratégicas posteriormente avaliadas pela metodologia PROMETHEE-ROC, assegurando que as escolhas analíticas refletissem efetivamente o contexto institucional da transportadora.

Como parte do diagnóstico organizacional e da consolidação das práticas ESG da transportadora estudada, foi desenvolvida uma matriz de materialidade com o objetivo de identificar os temas mais relevantes sob a ótica dos stakeholders internos e o impacto estratégico para a organização. Essa matriz contribuiu para fundamentar a seleção das alternativas estratégicas a serem avaliadas na etapa quantitativa da pesquisa.

A construção da matriz seguiu a abordagem metodológica recomendada pela ABNT PR 2030 (2022) e por Gillan et al. (2021), baseada no cruzamento entre dois eixos analíticos: **(i) grau de relevância percebida pelos gestores** e **(ii) impacto organizacional estimado**. Ambos os eixos foram avaliados qualitativamente a partir de entrevistas semiestruturadas com quatro gestores estratégicos e da triangulação com dados documentais e observação direta em campo.

Cada prática ESG mapeada foi posicionada em um dos nove quadrantes da matriz, de acordo com sua classificação nos dois critérios mencionados. As práticas

localizadas no quadrante superior direito (alta relevância e alto impacto) foram consideradas **materiais e prioritárias** para o processo decisório e, portanto, integraram o conjunto de alternativas submetidas à análise multicritério PROMETHEE-ROC. A Tabela 4, apresenta-se a matriz de materialidade consolidada.

Tabela 4 - Matriz de Materialidade ESG da Transportadora Estudada.

Relevância Percebida	Baixa	Média	Alta
Impacto Organizacional			
Alta	Gestão de resíduos sólidos	Diversidade e Inclusão Social (A4)	Emissões Atmosféricas (A1)
Média	Conselho de Administração (A9)	Conselho de Ética (A8)	Eficiência Energética (A2)
Baixa	-	Treinamento e Desenvolvimento (A6)	Relatório de Sustentabilidade (A10)

Dados da pesquisa (2024), elaborada com base em entrevistas, documentos internos e observação direta.

A matriz evidencia que as práticas A1 – Emissões Atmosféricas e A2 – Eficiência Energética se destacaram como as mais críticas para a organização, tanto em termos de percepção gerencial quanto de impacto operacional. Por sua vez, ações como A4 – Diversidade e Inclusão Social e A10 – Relatório de Sustentabilidade também foram classificadas como de alta relevância, embora com menor impacto direto no curto prazo.

A sistematização dessas informações foi essencial para garantir coerência entre os dados qualitativos levantados e a formulação das alternativas estratégicas que compuseram a matriz de desempenho analisada pela metodologia PROMETHEE-ROC.

A próxima seção (3.3) apresenta em detalhe os procedimentos adotados para a coleta estruturada de dados primários, integrando abordagens qualitativas e quantitativas e preparando a base necessária para a aplicação do método PROMETHEE-ROC.

3.3 Coleta de Dados

A presente etapa metodológica foi concebida com o objetivo de subsidiar analiticamente as fases posteriores da pesquisa, com ênfase na definição das práticas

ESG prioritárias e na aplicação do método multicritério PROMETHEE-ROC. Em consonância com a abordagem metodológica mista adotada, a coleta de dados foi organizada em dois blocos complementares qualitativo e quantitativo, ambos baseados em informações obtidas diretamente junto aos gestores estratégicos da transportadora analisada.

3.3.1 Coleta Qualitativa

A etapa qualitativa envolveu a realização de entrevistas semiestruturadas presenciais com quatro gestores da empresa: dois sócios-diretores, o gerente financeiro e o gerente comercial. A escolha dos participantes baseou-se em seu envolvimento direto com decisões estratégicas e operacionais, bem como em sua atuação em temas relacionados à sustentabilidade organizacional.

O roteiro de entrevista, descrito no Apêndice C, foi estruturado em três seções principais:

- Parte I – Perfil sociodemográfico e ocupacional: coleta de dados como faixa etária, nível de escolaridade, tempo de atuação profissional, tempo de vínculo com a organização e cargo ocupado.
- Parte II – Triple Bottom Line: aplicação de um questionário baseado na abordagem proposta por Mahler (2007) e Dalmoro (2009), com 15 afirmativas relacionadas às dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade.
- Parte III – Governança corporativa: questões abertas voltadas à ética, transparência e estrutura decisória, com o objetivo de fornecer insumos para a construção do ciclo PDCA da organização.

As entrevistas foram gravadas com consentimento formal, transcritas na íntegra e analisadas com base na técnica de análise categorial de conteúdo, conforme os procedimentos propostos por (Bardin, 2016). As informações extraídas foram utilizadas na construção da matriz de materialidade ESG e na formulação das alternativas de decisão, que posteriormente foram avaliadas com o método PROMETHEE-ROC.

3.3.2 Coleta Quantitativa

Após a sistematização das informações qualitativas, foi realizada a **coleta quantitativa**, também junto aos mesmos quatro gestores. Essa fase teve como

objetivo estruturar a **matriz de decisão** necessária para aplicação do método PROMETHEE-ROC, e envolveu duas etapas principais:

- Atribuição de notas: os participantes avaliaram cada alternativa ESG previamente definida, utilizando uma escala de 0 a 10, com base no impacto percebido ou desempenho esperado da ação em relação a cada critério estabelecido.
- Ordenação dos critérios ESG: os gestores realizaram a priorização individual dos critérios por ordem de importância, sem atribuição de valores absolutos. Essa ordenação serviu de base para o cálculo dos pesos substitutivos, por meio da técnica *Rank Order Centroid* (ROC).

As informações foram organizadas em uma matriz de decisão, construída em planilha eletrônica (Microsoft Excel®), possibilitando o cálculo dos fluxos positivos, negativos e líquidos exigidos pelo método PROMETHEE II.

Ao final da etapa de coleta, foi realizada a triangulação das fontes de evidência, integrando:

- (i) as entrevistas com gestores;
- (ii) a análise documental (certificações, relatórios e registros internos);
- (iii) a observação direta em campo.

Essa triangulação assegurou maior confiabilidade, validade e profundidade às análises, fortalecendo os fundamentos empíricos da pesquisa.

3.3.3 Procedimento Ético e Operacional

Antes da aplicação definitiva dos instrumentos, foi realizado um pré-teste do roteiro de entrevistas, com o intuito de verificar clareza, coerência e tempo estimado de aplicação. Os ajustes realizados não alteraram a estrutura conceitual dos instrumentos, apenas otimizaram sua aplicação em campo.

A participação dos gestores foi formalizada por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme modelo apresentado no Apêndice A. O documento detalhava os objetivos da pesquisa, procedimentos metodológicos, riscos, benefícios e garantias de sigilo e anonimato. Foi ainda obtido um consentimento adicional para gravação das entrevistas, com cláusula de possibilidade de exclusão de trechos, caso solicitado pelos participantes.

As entrevistas ocorreram entre outubro e novembro de 2023, nas dependências da empresa, previamente agendadas para respeitar a disponibilidade dos

respondentes. Paralelamente, foram coletados documentos institucionais e registros operacionais relevantes, os quais compuseram a base empírica para o diagnóstico ESG e a modelagem analítica.

A análise dos dados foi conduzida com base em uma lógica de abordagem mista, estruturada em duas etapas principais:

3.4 Análise de Dados

A presente etapa teve como objetivo transformar os dados coletados em subsídios concretos para a estruturação do modelo ESG, articulando os achados empíricos ao diagnóstico proposto. A análise foi conduzida com base em uma abordagem metodológica mista, que integrou técnicas qualitativas e quantitativas, permitindo uma leitura abrangente, contextualizada e comparativa das práticas organizacionais observadas.

3.4.1 Análise Qualitativa

A análise qualitativa foi desenvolvida a partir da transcrição das entrevistas semiestruturadas, das anotações realizadas durante a observação direta em campo e dos documentos institucionais fornecidos pela empresa. As entrevistas foram submetidas à técnica de análise de conteúdo categorial, conforme a metodologia de Bardin (2016), sendo os achados organizados em categorias temáticas alinhadas aos três pilares do ESG: ambiental, social e governança.

As práticas identificadas foram sistematizadas por meio de uma matriz de práticas ESG, que possibilitou visualizar o nível de implementação de cada ação. Para essa classificação, adotou-se uma escala de maturidade, estruturada em cinco níveis progressivos:

- Nível 1 – Inexistência da prática;
- Nível 2 – Prática pontual, ainda não formalizada;
- Nível 3 – Prática parcial, com registros esparsos;
- Nível 4 – Prática sistematizada, com metas e indicadores;
- Nível 5 – Prática plenamente estratégica e integrada ao planejamento corporativo.

Essa categorização serviu de base para a construção da matriz de materialidade, que combinou a percepção de relevância dos gestores com o impacto

organizacional estimado de cada prática identificada. A matriz resultante configurou-se como um instrumento decisório estruturado, utilizado para orientar a etapa quantitativa da pesquisa e o desenvolvimento do modelo ESG.

3.4.2 Análise Quantitativa

A análise quantitativa foi conduzida por meio da aplicação da metodologia PROMETHEE-ROC, que combina a lógica do método multicritério PROMETHEE II com o cálculo de pesos substitutivos via *Rank Order Centroid* (ROC).

Inicialmente, os gestores atribuíram notas de 0 a 10 para cada alternativa ESG, avaliando seu desempenho ou impacto esperado em relação aos critérios previamente definidos. Paralelamente, ordenaram os critérios por ordem de importância, sem a necessidade de atribuição de valores numéricos exatos. Essa ordenação serviu de base para o cálculo dos pesos relativos dos critérios, conforme a técnica ROC.

As informações foram organizadas em uma matriz de decisão, elaborada em planilha eletrônica, que permitiu o cálculo dos seguintes elementos do método PROMETHEE II:

- Fluxo positivo (ϕ^+): grau em que uma alternativa é preferida em relação às demais;
- Fluxo negativo (ϕ^-): grau em que a alternativa é superada pelas demais;
- Fluxo líquido (ϕ): diferença entre ϕ^+ e ϕ^- , utilizado para estabelecer o ranking final das alternativas.

O ranking resultante indicou a priorização relativa das ações ESG, de acordo com as percepções dos gestores e os desempenhos atribuídos a cada alternativa frente aos critérios estabelecidos, oferecendo uma base objetiva para a tomada de decisão estratégica.

3.4.3 Integração dos Dados

A integração entre os dados qualitativos e quantitativos possibilitou a consolidação de uma base analítica robusta, que reflete simultaneamente a realidade empírica da organização e as prioridades estratégicas percebidas pelos gestores.

As alternativas ESG melhor posicionadas no ranking quantitativo foram validadas qualitativamente com base nas percepções captadas nas entrevistas,

garantindo coerência interna, aplicabilidade prática e alinhamento com o contexto organizacional. Essa triangulação de evidências sustentou a formulação do modelo ESG final, assegurando sua aderência aos dados empíricos levantados na empresa.

A abordagem mista adotada nesta etapa contribuiu para ampliar a densidade metodológica da pesquisa e reforçar sua validade prática, permitindo transformar dados em ferramentas operacionais voltadas à sustentabilidade organizacional e à gestão estratégica de práticas ESG.

3.5 Aplicação da metodologia PROMETHEE-ROC

A metodologia adotada nesta pesquisa resulta da integração entre o método PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) e a técnica *Rank Order Centroid* (ROC). O PROMETHEE II destaca-se por permitir a comparação par a par entre alternativas, considerando múltiplos critérios, e por fornecer uma ordenação completa das opções avaliadas com base no cálculo dos fluxos de preferência positivos, negativos e líquidos.

Complementarmente, a técnica ROC possibilita a atribuição de pesos substitutivos aos critérios de decisão com base apenas na ordenação da importância relativa atribuída pelos decisores, sem a necessidade de atribuição de valores numéricos precisos. Essa característica representa um diferencial significativo em contextos marcados por subjetividade ou ausência de dados consolidados, como é comum em práticas ESG emergentes.

A combinação dessas duas abordagens confere à metodologia uma estrutura robusta, prática e adaptada à realidade organizacional, especialmente diante da complexidade decisória e das limitações informacionais. No contexto desta pesquisa, a aplicação do PROMETHEE-ROC permitiu converter as percepções dos gestores em dados comparáveis, gerando um ranking estruturado das ações ESG, com base em sua relevância estratégica, impacto esperado e viabilidade de implementação.

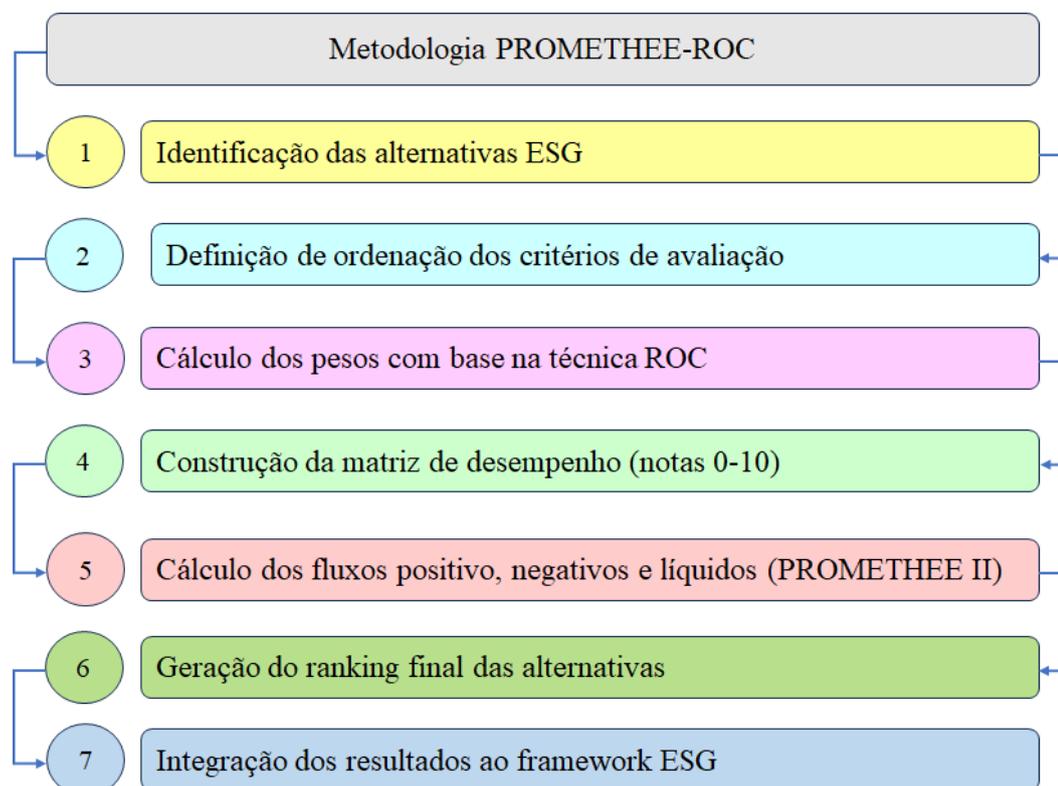
A operacionalização da metodologia foi dividida em seis etapas principais, a saber:

1. Definição das alternativas;
2. Seleção e ordenação dos critérios;
3. Cálculo dos pesos ROC;
4. Construção da matriz de desempenho;
5. Cálculo dos fluxos de preferência;

6. Análise dos resultados para apoio à decisão.

A Figura 13 apresenta o fluxo operacional das etapas da metodologia PROMETHEE-ROC, conforme aplicada nesta pesquisa.

Figura 13 - Etapas de aplicação da metodologia PROMETHEE-ROC.



Fonte: Elaborado pela Autora.

A seguir, detalham-se cada uma das etapas descritas:

Etapas 1 – Definição das Alternativas

Nesta primeira fase, foram identificadas e selecionadas dez alternativas de ação ESG, a partir de práticas já existentes na empresa e de sugestões dos gestores durante as entrevistas. As alternativas foram classificadas conforme as três dimensões do ESG (ambiental, social e de governança), conforme descrito a seguir:

Dimensão Ambiental

- A1 – Emissões Atmosféricas: práticas voltadas à redução de poluentes na frota de veículos.
- A2 – Eficiência Energética: iniciativas para otimização do consumo de energia.
- A3 – Gestão de Resíduos Sólidos: políticas de separação, reciclagem e descarte adequado.

Dimensão Social

- A4 – Diversidade e Inclusão Social: programas que promovem equidade de gênero, raça e oportunidades.
- A5 – Padronização de Processos: definição de normas e procedimentos operacionais com impacto em segurança e equidade interna.
- A6 – Treinamento e Desenvolvimento: capacitação contínua de colaboradores em temas técnicos e comportamentais.

Dimensão de Governança

- A7 – Práticas de Compliance: mecanismos de controle e conformidade regulatória.
- A8 – Conselho de Ética: instância de mediação e regulação de condutas organizacionais.
- A9 – Conselho de Administração: estruturação formal do processo decisório de alto nível.
- A10 – Relatório de Sustentabilidade: comunicação transparente com stakeholders por meio de relatórios ESG.

A Tabela 5 apresenta a correspondência entre cada alternativa de ação e os critérios ESG mais relevantes associados, com base na matriz de materialidade elaborada previamente e nas percepções dos gestores entrevistados.

Tabela 5 - Relação de Alternativas e a relevância aos critérios.

Alternativa	ESG	Critérios mais relevantes
A1 – Emissões Atmosféricas	Ambiental	C1, C2, C6
A2 – Eficiência Energética	Ambiental	C1, C2, C6
A3 – Gestão de Resíduos Sólidos	Ambiental	C1, C2, C6
A4 – Diversidade e Inclusão Social	Social	C3, C4, C6
A5 – Padronização de Processos	Social	C4, C6, C5
A6 – Treinamento e Desenvolvimento	Social	C3, C4, C6
A7 – Práticas de Compliance	Governança	C5, C6
A8 – Conselho de Ética	Governança	C5, C6
A9 – Conselho de Administração	Governança	C5, C6
A10 – Relatório de Sustentabilidade	Governança	C1, C5, C6

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Etapa 2 – Definição e Classificação dos Critérios

Para garantir robustez teórica à avaliação das alternativas ESG, foram definidos seis critérios principais de julgamento, extraídos da literatura especializada

e das diretrizes propostas pela ABNT PR 2030 (2022). Os critérios foram escolhidos de forma a refletir tanto os pilares do conceito ESG (ambiental, social e governança), quanto aspectos operacionais relevantes ao setor de transporte rodoviário de cargas.

A seguir, apresenta-se a descrição de cada critério, acompanhada de sua fundamentação teórica:

C1 – Impacto Ambiental: Avalia a contribuição da alternativa para a mitigação de impactos ambientais, como emissões de gases poluentes, consumo de energia e gestão de resíduos. Trata-se de critério amplamente consolidado em estudos ESG (ABNT, 2022; Albitar et al., 2020), sendo particularmente relevante em setores com alta pegada de carbono, como o logístico (Greene et al., 2020).

C2 – Eficiência no Uso de Recursos: Refere-se à capacidade da ação em otimizar o uso de recursos naturais e operacionais, como combustível, água e energia elétrica, promovendo ganhos de produtividade e sustentabilidade (Huang, 2021; Gillan et al., 2021). É compatível com as metas dos ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) e 12 (Consumo e produção responsáveis).

C3 – Alcance Social: Mede o impacto positivo da ação sobre a inclusão social, diversidade, equidade de gênero, bem-estar dos colaboradores e relacionamento com a comunidade. Alinhado à dimensão "S" do ESG e ao ODS 5 (Igualdade de gênero) e ODS 10 (Redução das desigualdades), conforme Abdi et al. (2022) e Shakil et al. (2019).

C4 – Engajamento Interno: Avalia o grau de envolvimento e adesão dos colaboradores à iniciativa, bem como seu potencial de mobilização interna. Este critério reflete a importância da cultura organizacional e da governança participativa para o sucesso de ações sustentáveis (Salado et al., 2017; Mahler; Dalmoro, 2009).

C5 – Reforço à Governança: Refere-se à capacidade da ação de fortalecer a estrutura de governança, como transparência, compliance, código de conduta, auditoria e controle interno. Tal critério está em conformidade com os princípios do Pacto Global da ONU, da ABNT PR 2030 e da ISO 37301 (compliance management systems) (Gillan et al., 2021; Campos et al., 2013).

C6 – Viabilidade de Implementação: Corresponde à facilidade de execução da ação, considerando fatores como custo, infraestrutura disponível, prazo e capacidade técnica. Esse critério de natureza transversal é essencial para assegurar a aplicabilidade do plano de ação, sendo especialmente importante em contextos de

empresas médias com restrições operacionais (Wątróbski et al., 2023; Lootsma, 2000).

Esses critérios foram apresentados aos gestores participantes da pesquisa, que os ordenaram por grau de importância, possibilitando o cálculo dos pesos relativos por meio da técnica Rank Order Centroid (ROC), conforme descrito na seção seguinte.

A seleção dos critérios resultou da integração entre a revisão teórica, as entrevistas com gestores e o diagnóstico organizacional. Vide Quadro 3.

Quadro 3 – Quadro de critérios e suas dimensões.

Código	Critérios	Dimensões	Descrição Operacional
C1	Impacto ambiental	Ambiental	Contribuição à redução de impactos ambientais (emissões, resíduos).
C2	Eficiência de recursos	Ambiental	Otimização do consumo de combustível, energia e materiais.
C3	Alcance social	Social	Promoção de inclusão, capacitação e impacto social positivo.
C4	Engajamento interno	Social	Potencial de envolvimento e motivação dos colaboradores.
C5	Reforço à governança	Governança	Fortalecimento da transparência, ética, compliance e controle interno.
C6	Viabilidade de implementação	Transversal*	Facilidade de execução, considerando recursos, tempo e infraestrutura.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Etapa 3 – Cálculo dos pesos ROC

A partir da ordenação consolidada dos critérios, foi aplicado o **método Rank Order Centroid (ROC)**, que transforma a **posição ordinal** de cada critério em **pesos proporcionais**. A fórmula utilizada foi:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j}$$

Etapa 4 – Construção da matriz de desempenho

Com base nas alternativas ESG identificadas, foi construída a Matriz de Desempenho, instrumento fundamental para aplicação do método PROMETHEE-ROC. Essa matriz consolidou as avaliações atribuídas pelos gestores em relação a cada alternativa, considerando os seis critérios ESG previamente definidos (impacto ambiental, eficiência de recursos, alcance social, engajamento interno, governança e viabilidade). As notas atribuídas variaram de 0 a 10, representando o desempenho

esperado de cada alternativa em cada critério. Esses dados permitiram o cálculo dos índices de preferência par a par e a geração dos fluxos positivos, negativos e líquidos, que compõem a lógica de priorização multicritério do PROMETHEE-ROC.

Para fins de comparação par a par entre alternativas, adotou-se a função de preferência usual, conforme recomendado por Brans; Vincke (1985) para situações em que os julgamentos são expressos em escala ordinal discreta. Essa função considera que qualquer diferença positiva entre as alternativas representa preferência plena, o que simplifica o cálculo e é apropriado em contextos com informações qualitativas ou subjetivas.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b)$$

Ou seja, uma alternativa a é preferida a uma alternativa b em um critério se, e somente se, o valor de desempenho de a for estritamente maior que o de b . Não há aplicação de limiar de indiferença nem limiar de preferência.

A próxima etapa a ser calculada é a matriz de desempenho, pois ela quantifica como cada alternativa se sai em relação a cada critério. O Quadro 4 ilustra uma estrutura de cálculo que é realizada com a nota atribuída pela gestão em relação ao ROC de cada critério.

Quadro 4 - Matriz de Desempenho.

Alternativas /Critérios	Impacto ambiental (C1)	Eficiência de recursos (C2)	Alcance social (C3)	Engaj. interno (C4)	Reforço à governança (C5)	Viab. de implement. (C6)
A1 – Emissões Atmosf.	Nota_A1_C1	Nota_A1_C2	Nota_A1_C3	Nota_A1_C4	Nota_A1_C5	Nota_A1_C6
A2 – Eficiência Energética	Nota_A2_C1	Nota_A2_C2	Nota_A2_C3	Nota_A2_C4	Nota_A2_C5	Nota_A2_C6
A3 – Gest. de Resíd. Sólidos	Nota_A3_C1	Nota_A3_C2	Nota_A3_C3	Nota_A3_C4	Nota_A3_C5	Nota_A3_C4
A4 – Diversidade e Inclusão Social	Nota_A4_C1	Nota_A4_C2	Nota_A4_C3	Nota_A4_C4	Nota_A4_C5	Nota_A4_C6
A5 – Pad. de Processos	Nota_A5_C1	Nota_A5_C2	Nota_A5_C3	Nota_A5_C4	Nota_A5_C5	Nota_A5_C6
A6 – Trein. e Desenv.	Nota_A6_C1	Nota_A6_C2	Nota_A6_C3	Nota_A6_C4	Nota_A6_C5	Nota_A6_C6
A7 – Práticas de Compliance	Nota_A17C1	Nota_A17C2	Nota_A17C3	Nota_A17C4	Nota_A17C5	Nota_A17C6
A8 – Conselho de Ética	Nota_A8_C1	Nota_A8_C2	Nota_A8_C3	Nota_A8_C4	Nota_A8_C5	Nota_A8_C6

A9 – Conselho de Adm.	Nota_A9_C1	Nota_A9_C2	Nota_A9_C3	Nota_A9_C4	Nota_A9_C5	Nota_A9_C6
A10 – Relat. de Sustent.	Nota_A10_C1	Nota_A10_C2	Nota_A10_C3	Nota_A10_C4	Nota_A10_C5	Nota_A10_C6

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Etapa 5 – Cálculo dos fluxos de preferência

Com base nos índices de preferência agregados, foram calculados os fluxos positivos (ϕ^+), negativos (ϕ^-) e líquidos (ϕ) para cada alternativa.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

O fluxo líquido foi utilizado para classificar as alternativas, gerando uma ordenação completa e objetiva das ações ESG com base na preferência agregada dos decisores.

Etapa 6 – Análise dos resultados e apoio à decisão

O ranking obtido por meio do método PROMETHEE-ROC permitiu identificar as ações ESG mais prioritárias para a organização, considerando impacto organizacional, alinhamento estratégico e viabilidade de execução.

A matriz de desempenho e os fluxos calculados serviram como base para a construção do modelo ESG, oferecendo uma visão estruturada e baseada em evidências para a tomada de decisão estratégica.

A análise multicritério contribuiu para uma abordagem de decisão mais transparente, sistemática e replicável, possibilitando a formalização de um modelo de priorização de ações sustentáveis, alinhado à realidade operacional da transportadora estudada.

Complementarmente, foi realizada uma análise de sensibilidade (ver Seção 4.3), com o objetivo de testar a robustez do ranking obtido diante de variações nos pesos atribuídos aos critérios. Os resultados indicaram estabilidade das alternativas prioritárias, reforçando a confiabilidade e consistência da metodologia aplicada.

Como limitação metodológica, ressalta-se que o modelo PROMETHEE-ROC opera sob uma lógica compensatória, o que pode favorecer alternativas com desempenho assimétrico, desde que apresentem alta performance em critérios com maior peso. Esse fator deve ser considerado na interpretação dos resultados, especialmente em cenários em que determinados critérios deveriam ser tratados

como não compensáveis, como ocorre com critérios eliminatórios regulatórios ou legais.

3.6 Construção e Teste do *Modelo ESG*

A etapa final da metodologia consistiu na construção e testes de um modelo ESG de natureza processual, desenvolvido a partir da integração dos dados qualitativos e quantitativos obtidos ao longo da pesquisa. O objetivo foi estruturar um modelo aplicável à realidade operacional da transportadora analisada, que permitisse orientar de forma sistemática a priorização, implementação e monitoramento contínuo de ações sustentáveis, alinhadas às dimensões ambiental, social e de governança.

As alternativas priorizadas por meio da aplicação do método multicritério PROMETHEE-ROC foram organizadas em quatro dimensões estratégicas, definidas com base em:

- Referenciais da literatura especializada;
- Critérios ESG identificados como prioritários pelos gestores;
- Estrutura funcional e organizacional da empresa.

As quatro dimensões estruturantes do modelo foram:

1. Governança e Responsabilidade Social
2. Local de Trabalho e Capital Humano
3. Gestão Ambiental
4. Crescimento Sustentável e Inovação

Cada dimensão foi composta por um conjunto de ações práticas, identificadas durante o diagnóstico organizacional e complementadas por recomendações derivadas da análise multicritério. Os testes dessas ações ocorreram com base na percepção dos gestores quanto à relevância estratégica e operacional de cada iniciativa.

A estruturação do modelo seguiu os princípios da Abordagem de Processos (*Process Approach*), sendo operacionalizada por meio da lógica cíclica do Ciclo PDCA (*Plan–Do–Check–Act*). Para cada dimensão, foram definidos os seguintes elementos-chave:

- Objetivos estratégicos, compatíveis com os direcionadores de longo prazo da organização;
- Indicadores de desempenho, voltados à mensuração de resultados e à retroalimentação do sistema;

- Responsáveis pela execução, com clareza de papéis e atribuições organizacionais;
- Etapas do PDCA, aplicadas a cada ação priorizada, assegurando coerência, repetibilidade e melhoria contínua.

Esse modelo oferece à organização um instrumento estruturado para monitorar, avaliar e fortalecer suas práticas ESG, articulando sustentabilidade corporativa, eficiência operacional e planejamento estratégico de forma integrada.

Os testes do modelo proposto foram realizados por meio de uma sessão estruturada de apresentação e discussão com os gestores que participaram das fases anteriores da pesquisa. Durante essa sessão, foram apresentados os seguintes elementos:

- A estrutura de critérios ESG adotada e sua categorização por dimensão;
- A matriz de desempenho e os fluxos líquidos resultantes da aplicação do método PROMETHEE-ROC;
- O ranking final das alternativas ESG, priorizadas conforme impacto organizacional e viabilidade de execução;
- A estrutura detalhada do modelo, incluindo exemplos de aplicação prática e proposta de plano de implementação auditável.

Os gestores avaliaram o modelo como coerente, aplicável e compatível com a realidade operacional da empresa. Para ampliar sua aderência prática, foi conduzida uma análise de viabilidade operacional, com base nos seguintes critérios:

- Aplicabilidade no contexto atual da organização;
- Custo estimado de implementação, considerando recursos humanos e financeiros;
- Impacto organizacional previsto, em termos de retorno social, ambiental e reputacional;
- Simplicidade de execução e replicabilidade, com foco na autonomia da empresa para expandir o modelo a outras unidades.

A sessão também possibilitou ajustes e reclassificações em ações específicas, considerando o grau de maturidade institucional e a disponibilidade de recursos técnicos. Como resultado, obteve-se um modelo ESG validado, adaptado à realidade da transportadora e potencialmente replicável em outras empresas do setor logístico com características operacionais semelhantes.

Dentre os elementos validados, destaca-se a dimensão Governança, cuja estrutura foi fortemente embasada nas respostas obtidas nas entrevistas semiestruturadas. As questões formuladas nessa dimensão serviram de base para a etapa “Plan” do Ciclo PDCA, como demonstrado no Quadro 5.

Quadro 5 - Questões da entrevista voltadas à governança levantadas no PDCA.

CÓD.	QUESTÃO
GO1	Questões relacionadas à governança afetam meu negócio;
GO2	Acredito na importância de uma boa governança corporativa para a evolução da empresa;
GO3	Uma boa governança cria valor para acionistas, fornecedores, colaboradores e consumidores
GO5	Identifico que uma boa governança garante a confiança no negócio;
GO6	Na minha empresa a gestão é fiscalizada por um conselho, que pode ser um familiar capacitado, um conselho misto ou um conselheiro consultivo;
GO7	Meu negócio aplica normas de conduta
GO8	A ética nos negócios é um pilar fundamental
GO9	A governança corporativa moderniza a gestão da empresa.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.7 Considerações Éticas

Esta pesquisa foi conduzida em estrita conformidade com os princípios éticos que regem a pesquisa com seres humanos, conforme estabelece a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Tal normativa dispõe sobre as diretrizes éticas aplicáveis às pesquisas nas áreas das ciências humanas e sociais, especialmente no que se refere à proteção da dignidade, dos direitos e da integridade dos participantes.

Antes do início da coleta de dados, todos os gestores convidados a participar da pesquisa foram devidamente informados sobre os objetivos, procedimentos, potenciais riscos e benefícios do estudo, de forma clara, objetiva e acessível. A adesão ao estudo foi formalizada por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme modelo apresentado no Apêndice A, o qual também assegurou aos participantes o direito de se retirarem do estudo a qualquer momento, sem prejuízo ou necessidade de justificativa.

Durante as entrevistas, foi solicitado um consentimento adicional para a gravação de áudio, com a devida garantia de que os dados seriam utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e tratados com absoluto sigilo, anonimato e confidencialidade. Nenhuma informação que pudesse permitir a identificação dos respondentes foi divulgada em qualquer fase da pesquisa.

As gravações, transcrições e documentos sensíveis foram armazenados em ambiente digital protegido, sob responsabilidade direta da pesquisadora e do orientador do estudo. Complementarmente, foi firmado um Termo de Confidencialidade (Apêndice B), por meio do qual a pesquisadora se comprometeu formalmente a preservar a integridade das informações obtidas, especialmente aquelas de caráter estratégico ou sensível para a empresa envolvida.

Em todas as etapas, foram respeitados os preceitos de autonomia, justiça, não maleficência e beneficência, assegurando um processo ético, transparente e alinhado às boas práticas da pesquisa científica.

A adoção consistente desses procedimentos reforça a legitimidade científica do estudo, assegura o cumprimento das normas éticas vigentes e fortalece a confiabilidade dos resultados alcançados, tanto do ponto de vista acadêmico quanto organizacional.

4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Este capítulo descreve detalhadamente a aplicação prática da metodologia multicritério PROMETHEE-ROC, realizada com base em um diagnóstico aprofundado das práticas ESG adotadas pela transportadora estudada. A etapa teve como principal finalidade a priorização consistente e replicável de ações sustentáveis, tomando como referência os critérios múltiplos estabelecidos. Além disso, todo o processo foi conduzido alinhando-se rigorosamente às orientações da ABNT PR 2030 ABNT (2022) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela Agenda 2030 das Nações Unidas. Nesse contexto, também foram consideradas normas internacionais consolidadas, tais como a ISO 9001, que trata da gestão da qualidade, a ISO 14001, relacionada à gestão ambiental, e a ISO 37301, que aborda sistemas de compliance. Essas normas forneceram suporte técnico fundamental para assegurar que as ações avaliadas fossem conduzidas com transparência, eficiência operacional e em plena conformidade com padrões reconhecidos globalmente.

4.1 Planejamento da Aplicação

A transportadora enfrentava um desafio significativo: identificar quais práticas ESG deveriam ser priorizadas para implementação em curto e médio prazo, levando em conta limitações reais de recursos financeiros, tempo disponível e infraestrutura existente. Esse contexto resultou em um problema clássico de decisão multicritério, pois exigia considerar diversos aspectos, entre eles, o impacto ambiental, o fortalecimento da governança corporativa e o engajamento interno, critérios esses frequentemente conflitantes e complexos de serem comparados diretamente.

Em virtude dessa complexidade, optou-se pela metodologia PROMETHEE-ROC. Essa escolha deveu-se especialmente à capacidade do método de integrar a análise comparativa entre alternativas com uma atribuição prática e simplificada dos pesos dos critérios por meio da técnica ROC (*Rank Order Centroid*). Tal abordagem mostrou-se particularmente alinhada ao contexto da organização analisada, visto que os gestores demonstraram dificuldades em atribuir pesos numéricos precisos aos critérios avaliados, embora conseguissem claramente organizá-los segundo uma ordem de importância relativa.

4.2 Estruturação da Avaliação de Multicritério

Com base no diagnóstico organizacional realizado, complementado por entrevistas detalhadas com os gestores da empresa e uma análise documental criteriosa, definiu-se um conjunto de dez alternativas de ações ESG. Essas alternativas foram organizadas segundo suas respectivas dimensões, distribuindo-se em três categorias principais:

- **Ambiental:** A1 – Emissões Atmosféricas; A2 – Eficiência Energética; A3 – Gestão de Resíduos Sólidos.
- **Social:** A4 – Diversidade e Inclusão; A5 – Padronização de Processos; A6 – Treinamento e Desenvolvimento.
- **Governança:** A7 – Práticas de Compliance; A8 – Conselho de Ética; A9 – Conselho de Administração; A10 – Relatório de Sustentabilidade.

Para viabilizar a avaliação dessas alternativas, foram definidos seis critérios essenciais: C1 – Impacto Ambiental; C2 – Eficiência no Uso de Recursos; C3 – Alcance Social; C4 – Engajamento Interno; C5 – Reforço à Governança; e C6 – Viabilidade de Implementação.

As relações identificadas entre cada alternativa ESG e os critérios definidos, com base no levantamento realizado, estão sistematizadas na Tabela 3. A próxima seção deste capítulo detalha minuciosamente a aplicação do método PROMETHEE-ROC, incluindo os procedimentos executados para avaliação das alternativas, o cálculo dos fluxos positivos e negativos de preferência, bem como o resultado do ranking final das ações ESG propostas para priorização.

4.3 Construção da Matriz de Desempenho

A análise multicritério foi executada a partir de uma matriz de desempenho elaborada com base nas avaliações fornecidas diretamente pelos gestores. Cada alternativa ESG recebeu uma pontuação que variou entre 0 e 10, considerando os seis critérios pré-estabelecidos (ver Quadro 6). Os resultados dessa avaliação foram então submetidos ao processamento pelo método PROMETHEE-ROC, empregando pesos calculados por meio da técnica *Rank Order Centroid* (ROC), que converteu uma ordenação qualitativa dos critérios, baseada em importância estratégica definida pelos gestores, em pesos quantitativos.

Quadro 6 - Matriz de desempenho PROMETHEE-ROC.

Alternativas/Critérios	Impacto ambiental (C1)	Eficiência de recursos (C2)	Alcance social (C3)	Engajamento interno (C4)	Reforço à governança (C5)	Viabilidade de implementação (C6)
A1 – Emissões Atmosféricas	9	9	0	0	0	8
A2 – Eficiência Energética	9	9	0	0	0	8
A3 – Gestão de Resíduos Sólidos	8	7	0	0	0	7
A4 – Diversidade e Inclusão Social	0	0	8	7	0	7
A5 – Padronização de Processos	0	0	7	8	5	8
A6 – Treinamento e Desenvolvimento	0	0	8	8	0	7
A7 – Práticas de Compliance	0	0	0	0	9	9
A8 – Conselho de Ética	0	0	0	0	7	5
A9 – Conselho de Administração	0	0	0	0	6	5
A10 – Relatório de Sustentabilidade	5	5	0	0	8	6

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A técnica ROC foi escolhida devido à sua capacidade de transformar uma simples ordenação qualitativa em pesos quantitativos objetivos. Cada gestor realizou inicialmente uma classificação dos critérios segundo sua importância relativa, sendo posteriormente consolidada em uma média. A ordem final consolidada pelos gestores foi:

- C1 (Impacto Ambiental) > C5 (Governança) > C4 (Engajamento) > C2 (Eficiência) > C6 (Viabilidade) > C3 (Social).

Aplicando-se a fórmula matemática característica do método ROC (ver Equação 1), obtiveram-se os pesos apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Metodologia e Cálculo dos Pesos ROC.

Critério	Ordem (i)	Peso ROC (Wi)
C1 (Impacto Ambiental)	1	$\frac{1}{6} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \right) = 0,4083$
C5 (Governança)	2	$\frac{1}{6} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \right) = 0,2417$
C4 (Engajamento)	3	$\frac{1}{6} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \right) = 0,1583$
C2 (Eficiência)	4	$\frac{1}{6} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \right) = 0,1028$
C6 (Viabilidade)	5	$\frac{1}{6} \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{6} \right) = 0,0611$
C 3 (Social)	6	$\frac{1}{6} \left(\frac{1}{6} \right) = 0,0278$

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Cabe destacar que a soma dos pesos ROC obtidos totaliza exatamente 1, assegurando a coerência matemática da técnica aplicada ($0,4083 + 0,2417 + 0,1583 + 0,1028 + 0,0611 + 0,0278 = 1,0$). A próxima etapa deste capítulo apresenta em detalhes os resultados do processamento realizado por meio da metodologia PROMETHEE-ROC, incluindo o cálculo dos fluxos de preferência e a consequente classificação final das alternativas ESG avaliadas. Vide resultados no Quadro 8.

Quadro 8 - Cálculo dos Pesos ROC conforme ordenação dos critérios.

Critério	Ordem	Peso ROC
C1 – Impacto ambiental	1º	0,4083
C5 – Governança	2º	0,2417
C4 – Engajamento interno	3º	0,1583
C2 – Eficiência de recursos	4º	0,1028
C6 – Viabilidade	5º	0,0611
C3 – Alcance social	6º	0,0278

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Após a definição dos pesos para cada critério, procedeu-se ao cálculo dos fluxos positivos (ϕ^+), negativos (ϕ^-) e líquidos (ϕ) para cada alternativa ESG. Esses fluxos expressam, respectivamente, o grau médio pelo qual uma alternativa supera as demais opções consideradas (fluxo positivo), o grau médio em que uma alternativa é superada pelas outras (fluxo negativo), e a diferença entre ambos (fluxo líquido).

Na metodologia PROMETHEE-ROC, diferentemente de métodos compensatórios como o AHP, a avaliação das alternativas é feita através da comparação direta par-a-par, aplicando-se uma função de preferência usual (Tipo I).

Essa função atribui o valor 1 quando uma alternativa apresenta desempenho superior à outra em um determinado critério e 0 quando é inferior ou igual. Posteriormente, esses valores binários são multiplicados pelos respectivos pesos dos critérios (obtidos pela técnica ROC), e somados para gerar a preferência agregada ponderada de cada alternativa sobre as demais.

Para exemplificar a lógica operacional dos cálculos, tomemos como referência inicial a alternativa A1 (Emissões Atmosféricas) de forma detalhada.

Considerando os pesos ROC estabelecidos (C1=0,4083; C2=0,1028; C3=0,0278; C4=0,1583; C5=0,2417; C6=0,0611), as comparações individuais par-a-par são realizadas da seguinte maneira:

$$\Phi(A1) = (9 * 0,4083) + (9 * 0,1028) + (0 * 0,0278) + (0 * 0,1583) + (0 * 0,2417) + (8 * 0,0611)$$

$$\Phi(A1) = 3,6747+0,9252+0+0+0+0,4888 = \mathbf{5,0887}$$

Cabe ressaltar que os valores 5,0887 é soma ponderada direta (como em AHP ou métodos compensatórios), mas não é fluxo líquido do PROMETHEE, que comparam A1 contra todas as outras alternativas e calculam médias de preferências.

A seguir se tem o cálculo demonstrativo completo do PROMETHEE II para a alternativa A1 – Emissões Atmosféricas, com base nos dados fornecidos. As premissas básicas para o cálculo as alternativas são comparadas duas a duas onde para cada comparação entre A1 e outra alternativa Aj, calcula-se um índice de preferência $\pi(A1, Aj)$, para isso, usa-se a função de preferência usual:

- Se o desempenho de A1 em um critério for maior do que o da Aj $\rightarrow \pi(A1, Aj) = 1$
- Se for igual $\rightarrow \pi(A1, Aj) = 0$
- Se for menor $\rightarrow \pi(A1, Aj) = 0$

Cada valor de $\pi(A1, Aj)$ será ponderado pelo peso do critério correspondente.

O fluxo positivo de A1 é a média das preferências de A1 sobre todas as outras alternativas. Temos 10 alternativas no total, então A1 será comparada com 9 outras.

Para cada comparação, vamos verificar se A1 é melhor, igual ou pior que a Aj em cada critério.

A comparação $\rightarrow A1$ vs $A2$ para todos os critérios têm o mesmo valor $\rightarrow \pi(A1, A2) = 0$. A seguir tem o exemplo dos cálculos de comparação de A1 para as demais alternativas.

- A1 vs. A3: A1 supera nos critérios C1, C2 e C6 → preferência = 0,4083 + 0,1028 + 0,0611 = **0,5722**.
- A1 vs. A4: supera em C1, C2 e C6 → **0,5722**.
- A1 vs. A5: supera apenas em C1 e C2 → **0,5111**.
- A1 vs. A6: supera em C1, C2 e C6 → **0,5722**.
- A1 vs. A7: supera em C1 e C2 → **0,5111**.
- A1 vs. A8: supera em C1, C2 e C6 → **0,5722**.
- A1 vs. A9: supera em C1, C2 e C6 → **0,5722**.
- A1 vs. A10: supera em C1, C2 e C6 → **0,5722**.

O fluxo positivo médio (ϕ^+) de A1 é obtido pela soma dessas preferências dividida por (n-1), sendo n o número total de alternativas (n=10):

$$\phi^+(A1) = \frac{1}{(n-1)} \sum_{j \neq 1} \pi(A1, A_j)$$

$$\phi^+(A1) = \frac{0 + 0,572 + 0,572 + 0,511 + 0,572 + 0,511 + 0,572 + 0,572 + 0,572}{(10-1)} =$$

$$\phi^+(A1) = \frac{4,4554}{(10-1)} = \frac{4,4554}{(9)} = \mathbf{0,4950}$$

Analogamente, calcula-se o fluxo negativo (ϕ^-), representando o grau médio em que a alternativa A1 é superada pelas outras:

- A2 vs. A1: empate → preferência = 0.
- A3 vs. A1: não supera em nenhum critério relevante → preferência = 0.
- A4 vs. A1: supera em C3 e C4 → 0,0278 + 0,1583 = **0,1861**.
- A5 vs. A1: supera em C3, C4 e C5 → 0,0278 + 0,1583 + 0,2417 = **0,4278**.
- A6 vs. A1: supera em C3 e C4 → **0,1861**.
- A7 vs. A1: supera em C5 e C6 → 0,2417 + 0,0611 = **0,3028**.
- A8 vs. A1: supera em C5 → **0,2417**.
- A9 vs. A1: supera em C5 → **0,2417**.
- A10 vs. A1: supera em C5 → **0,2417**.

Assim, o fluxo negativo médio (ϕ^-) de A1 fica:

$$\phi^-(A1) = \frac{0 + 0 + 0,1861 + 0,4278 + 0,1861 + 0,3028 + 0,2417 + 0,2417 + 0,2417}{(10-1)} =$$

$$\phi^-(A1) = \frac{1,8279}{(10 - 1)} = \frac{1,8279}{(9)} = \mathbf{0,2031}$$

Por fim, o fluxo líquido (ϕ), que representa o saldo líquido da preferência global sobre as demais alternativas, é calculado pela diferença entre fluxo positivo e negativo:

$$\phi(A1) = \phi^+(A1) - \phi^-(A1) = 0,4950 - 0,2031 = \mathbf{0,2919}$$

Esse valor indica o grau médio em que a alternativa A1 supera globalmente as demais, considerando todos os critérios simultaneamente. Quanto maior o fluxo líquido, mais recomendável é a alternativa no contexto analisado.

O mesmo procedimento foi aplicado a todas as demais alternativas consideradas no estudo. O resultado consolidado dos fluxos e a classificação final das alternativas encontram-se detalhadamente no Quadro 9.

Quadro 9 - Resultados Completos.

Alternativas/ Critérios	C1 (0,32)	C2 (0,12)	C3 (0,09)	C4 (0,16)	C5 (0,21)	C6 (0,10)	ϕ^+	ϕ^-	(ϕ)	Classificação
A1 – Emissões Atmosféricas	9	9	0	0	0	8	0,4950	0,2031	0,2919	1º
A2 – Eficiência Energética	9	9	0	0	0	8	0,4950	0,2031	0,2919	1º
A10 – Relatório de Sustentabilidade	8	7	0	0	0	7	0,4400	0,2644	0,1756	3º
A5 – Padronização de Processos	0	0	8	7	0	7	0,3778	0,2743	0,1035	4º
A7 – Práticas de Compliance	0	0	7	8	5	8	0,3361	0,2990	0,0371	5º
A9 – Conselho de Administração	0	0	8	8	0	7	0,2611	0,3921	-0,1310	6º
A4 – Diversidade e Inclusão Social	0	0	0	0	9	9	0,2333	0,4195	-0,1862	7º
A6 – Treinamento e Desenvolvimento	0	0	0	0	7	5	0,2211	0,4366	-0,2155	8º
A3 – Gestão de Resíduos Sólidos	0	0	0	0	6	5	0,2123	0,4457	-0,2334	9º
A8 – Conselho de Ética	5	5	0	0	8	6	0,1789	0,4688	-0,2899	10º

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Esses resultados fornecem subsídios objetivos para a tomada de decisão na transportadora estudada, destacando as alternativas prioritárias para implementação de práticas ESG, considerando a complexidade inerente à decisão multicritério.

4.4 Desenvolvimento Analítico

A partir dos fluxos líquidos (ϕ) calculados para cada alternativa, foi consolidado o ranking final das ações ESG, refletindo as preferências estabelecidas pela equipe gestora da transportadora. As três alternativas melhor classificadas nesse ranking foram:

- A1 – Emissões Atmosféricas ($\phi = 0,2919$);
- A2 – Eficiência Energética ($\phi = 0,2919$);
- A10 – Relatório de Sustentabilidade ($\phi = 0,1756$).

Em contrapartida, as ações ESG que apresentaram os desempenhos mais baixos foram:

- A8 – Conselho de Ética ($\phi = -0,2899$);
- A3 – Gestão de Resíduos Sólidos ($\phi = -0,2334$);
- A9 – Conselho de Administração ($\phi = -0,1310$).

Ao analisar detalhadamente esses resultados, fica evidente a influência predominante dos critérios Impacto Ambiental (C1), Eficiência no Uso de Recursos (C2) e Viabilidade de Implementação (C6) sobre o resultado final do modelo. As alternativas A1 e A2 alcançaram os maiores fluxos líquidos, principalmente porque superaram consistentemente as demais alternativas nos critérios de maior peso estratégico (C1 e C2), além de terem apresentado desempenho elevado também em C6. Da mesma forma, a alternativa A10 obteve um bom desempenho global, especialmente devido à sua boa pontuação em governança (C5) e viabilidade técnica (C6), dois critérios considerados relevantes no contexto organizacional da transportadora estudada.

Por outro lado, alternativas relacionadas à dimensão social, especificamente A4 (Diversidade e Inclusão) e A6 (Treinamento e Desenvolvimento), registraram resultados menos expressivos. Embora ambas tenham recebido boas avaliações individuais nos critérios sociais (C3) e de engajamento interno (C4), esses critérios detinham pesos relativamente menores no modelo ROC definido. Conseqüentemente,

isso reduziu significativamente o impacto desses critérios no fluxo líquido total, posicionando essas ações em posições intermediárias ou inferiores no ranking final.

Alternativas relacionadas às estruturas de governança institucional, como o Conselho de Ética (A8) e o Conselho de Administração (A9), também tiveram fluxos negativos consideráveis, apesar de avaliações razoáveis no critério governança (C5). O fraco desempenho dessas ações nos demais critérios avaliados resultou em saldos negativos na avaliação comparativa, evidenciando limitações operacionais para implementação imediata ou ausência de relevância direta nos demais critérios estratégicos definidos pela empresa.

Esses resultados são coerentes com o diagnóstico organizacional prévio realizado junto à transportadora, que evidenciou maior maturidade e prontidão da empresa na implementação de ações ambientais em curto prazo, especialmente aquelas já estruturadas tecnicamente ou amparadas por práticas consolidadas no mercado. Essa priorização também corresponde à percepção estratégica interna quanto ao impacto potencial dessas ações perante stakeholders externos, incluindo a projeção de uma imagem institucional sólida e alinhada às expectativas regulatórias e de mercado.

A ordem obtida também está em consonância com recentes estudos da literatura especializada, que destacam transparência, conformidade regulatória e governança corporativa como elementos cruciais para a competitividade e a reputação organizacional (Mohammad; Wasiuzzaman, 2021; Zhai et al., 2022).

Adicionalmente, os resultados gerados pelo método foram validados com a equipe gestora da transportadora em uma rodada posterior de apresentação e discussão. A percepção dos gestores confirmou a adequação e relevância prática do ranking obtido, demonstrando claramente a pertinência e aplicabilidade da metodologia PROMETHEE-ROC como instrumento de apoio a decisões estratégicas.

Por fim, é importante reconhecer uma limitação intrínseca ao modelo aplicado, relacionada ao uso da função de preferência usual (Tipo I), uma abordagem simples e eficaz, porém menos sensível à análise detalhada dos *trade-offs* mais sutis entre os critérios. Em contextos decisórios de maior complexidade ou com diferenças muito tênues entre desempenhos, funções mais refinadas poderiam ser indicadas para capturar nuances adicionais. Contudo, no cenário específico da organização analisada, a metodologia mostrou-se perfeitamente funcional, apresentando resultados consistentes, claros e metodologicamente sólidos.

4.5 Análise de Sensibilidade

Para examinar a robustez do modelo e avaliar a estabilidade do ranking das alternativas ESG obtido anteriormente, realizou-se uma análise de sensibilidade. Essa análise envolveu três cenários hipotéticos distintos, considerando diferentes redistribuições dos pesos atribuídos aos critérios avaliados.

O primeiro cenário foi denominado Cenário de Equilíbrio, no qual todos os critérios foram tratados com o mesmo grau de importância relativa, isto é, pesos iguais ($w_1 = w_2 = \dots = w_6 = 0,167$). Essa situação simula um contexto organizacional em que todas as dimensões ESG recebem importância uniforme.

O segundo cenário, denominado Cenário de Governança, enfatizou a relevância dos critérios relacionados à governança institucional (C5 - Governança) e à viabilidade técnica (C6 - Viabilidade de Implementação), refletindo uma orientação estratégica predominantemente voltada para a conformidade regulatória e institucional.

O terceiro cenário, denominado Cenário Social, atribuiu maior importância aos critérios que envolvem aspectos sociais: C3 - Alcance Social e C4 - Engajamento Interno.

Os resultados obtidos nestes três cenários estão consolidados nos Quadros 10 e 11, permitindo a comparação direta das alterações ocorridas nas posições relativas das alternativas avaliadas.

Quadro 10 - Resultados quantitativos da análise de sensibilidade

Alternativa	Original	Equilíbrio	Governança	Social
A1 – Emissões	8	3	6	7
A2 – Eficiência Energética	9	3	6	7
A3 – Gestão de Resíduos	10	5	8	9
A10 – Relatório Sustentável	2	4	3	6
A7 – Compliance	1	1	1	5
A5 – Padronização de Proc.	3	2	2	1
A8 – Conselho de Ética	4	7	4	8
A9 – Conselho Administração	7	8	5	10
A6 – Treinamento	6	6	9	2
A4 – Diversidade	5	9	10	3

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Já o Quadro 11 evidencia como essas mudanças numéricas impactam diretamente no ranking final de priorização das alternativas, comparando claramente cada cenário simulado ao cenário original.

Quadro 11 -Ranking das alternativas nos cenários da análise de sensibilidade.

Alternativa	Original	Equilíbrio	Governança	Social
A1 – Emissões	1º	1º	1º	2º
A2 – Eficiência Energética	1º	1º	1º	2º
A3 – Gestão de Resíduos	9º	6º	8º	9º
A10 – Relatório Sustentável	3º	3º	3º	4º
A7 – Compliance	5º	4º	2º	5º
A5 – Padronização de Proc.	4º	2º	4º	1º
A8 – Conselho de Ética	10º	7º	6º	8º
A9 – Conselho Administração	6º	9º	7º	10º
A6 – Treinamento	8º	8º	9º	3º
A4 – Diversidade	7º	10º	10º	6º

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A análise de sensibilidade permite identificar as seguintes observações principais sobre os resultados obtidos:

1. Alta sensibilidade das alternativas ambientais: As alternativas ambientais (A1, A2 e A3) aparecem com as melhores colocações no cenário original devido ao elevado peso dos critérios ambientais (C1 e C2). No entanto, ao reduzir esses pesos em cenários que valorizam governança ou social, essas alternativas perdem posições no ranking final, indicando forte dependência da importância relativa atribuída aos critérios ambientais.
2. Estabilidade moderada das alternativas de governança: As alternativas associadas à governança institucional (A7 – Práticas de Compliance e A10 – Relatório de Sustentabilidade) apresentam posições relativamente consistentes e estáveis nos diferentes cenários. Esse resultado demonstra a robustez dessas ações, independentemente de alterações moderadas nos pesos atribuídos aos critérios.
3. Elevada variabilidade das alternativas sociais: As alternativas da dimensão social (A4 – Diversidade e Inclusão e A6 – Treinamento e Desenvolvimento) apresentam os resultados mais voláteis. Embora ocupem posições inferiores no cenário original, estas alternativas sobem consideravelmente

no cenário em que critérios sociais recebem maior destaque, evidenciando forte dependência da prioridade estratégica organizacional atribuída ao eixo social.

4. Caráter transversal da Padronização de Processos (A5): A alternativa A5 – Padronização de Processos mantém-se consistentemente entre as primeiras posições em praticamente todos os cenários avaliados, indicando seu caráter transversal, estratégico e menos dependente da configuração específica de pesos escolhidos.

Esses resultados destacam que o modelo aplicado é sensível às definições estratégicas sobre os pesos relativos dos critérios. Tal constatação ressalta a importância crucial da etapa inicial de definição das prioridades estratégicas da empresa. Quanto mais coerente e fundamentada for essa etapa, mais robusto e confiável será o resultado final do modelo multicritério aplicado.

4.6 Plano de Ação ESG

Com base nos resultados obtidos através da aplicação da metodologia PROMETHEE-ROC e complementados pela análise de sensibilidade realizada, foi possível identificar e hierarquizar de maneira robusta as ações ESG mais estratégicas para a transportadora estudada. O desenvolvimento do plano de implementação teve como propósito principal traduzir essas prioridades em iniciativas concretas, viáveis e claramente alinhadas à realidade operacional da empresa.

O plano elaborado foi estruturado por meio de etapas sequenciais, garantindo coerência e clareza desde o diagnóstico inicial até a execução prática das ações:

1. Diagnóstico e Compreensão das Lacunas: O diagnóstico organizacional evidenciou diferentes níveis de maturidade nas dimensões ESG. Notou-se uma maior consolidação na dimensão governança, ao passo que as dimensões ambiental e social apresentaram fragilidades que demandam estruturação. Assim, foram priorizadas inicialmente as ações com potencial imediato de implementação e maior impacto positivo, tanto na perspectiva operacional quanto estratégica.

2. Seleção das Ações Prioritárias: Tomando como base os resultados obtidos na metodologia multicritério, especialmente considerando as alternativas com fluxos líquidos mais altos, selecionaram-se três ações para implementação imediata:

- A1 – Redução das Emissões Atmosféricas;
- A2 – Melhoria da Eficiência Energética;

- A10 – Elaboração do Relatório de Sustentabilidade.

Essas ações destacaram-se não apenas pelo bom desempenho no ranking, mas também pela clara viabilidade operacional, coerência com as expectativas estratégicas e alinhamento às demandas externas e internas identificadas na organização.

3. Estruturação detalhada via método 5W2H: Para garantir objetividade, clareza e consistência na implementação dessas ações prioritárias, se utilizou a ferramenta 5W2H, estruturando detalhadamente cada iniciativa em termos de definição clara de responsabilidades, prazos realistas, recursos necessários e atividades específicas a serem realizadas. Essa abordagem metodológica facilitou a organização prática das ações e permitiu monitoramento objetivo por parte da equipe responsável.

4. Testes do Plano junto à Alta Liderança: Uma vez detalhadas as ações no modelo 5W2H, o plano foi submetido os testes pelos gestores da alta administração da empresa. Este momento foi crucial para ajustar cronogramas, alinhar expectativas sobre os recursos humanos e financeiros necessários e assegurar total aderência do plano às limitações e oportunidades operacionais específicas da transportadora.

5. Integração ao Modelo ESG e Monitoramento PDCA: Por fim, o plano foi plenamente integrado ao modelo ESG adotado pela empresa, especificamente estruturado nas quatro dimensões consideradas essenciais:

- Governança e Ética;
- Gestão Ambiental;
- Capital Humano e Responsabilidade Social;
- Inovação e Sustentabilidade Econômica.

Adicionalmente, estabeleceu-se a adoção do ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) como método padrão de monitoramento contínuo. Esse procedimento assegura a melhoria constante das ações implantadas, permitindo rápida identificação e correção de eventuais desvios ou gargalos, além de facilitar a adaptação contínua às demandas regulatórias, ambientais e sociais em evolução.

Para apresentar de forma clara e objetiva a estrutura adotada no detalhamento das ações, o Quadro 12 traz o modelo metodológico do método 5W2H, enquanto o Quadro 13 apresenta o detalhamento prático das ações selecionadas para implementação, especificando cada aspecto do método aplicado.

Quadro 12 - Metodologia detalhada do 5W2H aplicada às ações ESG.

Elemento	Significado	Descrição aplicada à ESG
<i>What</i>	O quê?	Qual a ação a ser executada
<i>Why</i>	Por quê?	Justificativa estratégica
<i>Where</i>	Onde?	Local de aplicação
<i>When</i>	Quando?	Prazo para execução
<i>Who</i>	Quem?	Responsável pela ação
<i>How</i>	Como?	Procedimento ou método
<i>How much</i>	Quanto custa?	Estimativa de custo

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Além das iniciativas prioritárias já detalhadas, recomenda-se ainda que as ações classificadas como intermediárias no ranking final, especialmente A3 (Gestão de Resíduos Sólidos) e A6 (Treinamento e Desenvolvimento), sejam objeto de planos específicos estruturados durante os próximos ciclos de revisão estratégica. Embora não tenham sido priorizadas neste primeiro momento devido às limitações operacionais imediatas, essas alternativas demonstram considerável potencial de geração de valor e impacto a médio prazo, sobretudo diante da dinâmica regulatória crescente e das exigências cada vez mais rigorosas impostas pelo mercado em termos de sustentabilidade e responsabilidade social.

Dessa forma, o plano de implementação delineado oferece à empresa um roteiro operacional sólido e consistente para a execução das ações estratégicas ESG selecionadas. O plano não apenas reflete os resultados obtidos com aplicação da metodologia PROMETHEE-ROC, como também considera cuidadosamente as particularidades operacionais diagnosticadas na organização, garantindo aderência plena às capacidades internas e expectativas externas dos stakeholders envolvidos.

Na seção 5 deste trabalho serão apresentadas as considerações finais da pesquisa. Essa etapa conclusiva retomará os objetivos gerais propostos, discutirá criticamente os principais achados obtidos e apresentará recomendações práticas para futuras pesquisas e ações complementares no contexto ESG e multicritério aplicado ao setor de transporte rodoviário de cargas.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta uma análise crítica e aprofundada dos resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia multicritério PROMETHEE-ROC, com o objetivo de apoiar a priorização de práticas ESG em uma transportadora de médio porte atuante no setor rodoviário de cargas. As alternativas estratégicas foram identificadas a partir de dados coletados via entrevistas com gestores, análise documental e a construção de uma matriz de materialidade. Em seguida, cada alternativa foi avaliada com base em critérios previamente definidos, refletindo as características e prioridades operacionais da organização.

Os resultados aqui discutidos dialogam com o contexto institucional estabelecido no *Manual da Qualidade* da empresa (Apêndice D), o qual contempla compromissos explícitos com o desenvolvimento sustentável, a melhoria contínua e a conformidade com os requisitos legais e normativos, incluindo a gestão ambiental, social e de governança (ESG) no escopo do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ).

5.1 Estrutura de Avaliação e Priorização

A empresa em estudo é uma transportadora com aproximadamente 250 colaboradores, distribuída operacionalmente em sete estados do território nacional. Embora venha demonstrando avanços em áreas como tecnologia embarcada, renovação da frota, controle de emissões e capacitação contínua dos motoristas, a empresa ainda não dispunha, até o presente estudo, de uma abordagem metodológica formal para avaliação e priorização de suas práticas ESG. Esta lacuna era particularmente relevante frente à crescente pressão de clientes, reguladores e investidores por maior transparência, responsabilidade e alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A aplicação da metodologia multicritério proporcionou à empresa uma ferramenta estruturada e customizada para seu contexto organizacional. Esta ferramenta se apresentou como um instrumento inédito para Modelo interna de sustentabilidade, capaz de integrar a dimensão ESG ao planejamento estratégico, ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e às diretrizes normativas vigentes.

As ações foram organizadas conforme as três dimensões do ESG:

- **Ambiental:** Compreende práticas como o controle de emissões atmosféricas, eficiência energética e gestão de resíduos sólidos. A empresa já desenvolve

iniciativas como o uso de veículos Euro 6, o programa *Despolluir*, o monitoramento da opacidade dos gases emitidos, além de investimentos em placas solares e refrigeração sustentável – ações estas descritas no *Manual da Qualidade*.

- **Social:** Inclui temas como diversidade organizacional, programas de treinamento e desenvolvimento de colaboradores, além de aspectos relacionados à saúde e segurança no trabalho. Estas ações encontram suporte em instrumentos como o Plano Anual de Treinamentos (FOR GG 061), o Manual de Integração (MN GG 001) e os procedimentos PG GG 003 e PG AP 001.
- **Governança:** Refere-se à conformidade normativa, à existência de código de ética, auditorias internas, registros em ERP e ações de compliance – aspectos presentes nas rotinas do SGQ, em especial nos procedimentos PG SGQ 001 a 003 e nas auditorias documentadas no sistema *Qualityteam*.

5.2 Contextualização do Estado de Caso

A aplicação da técnica PROMETHEE-ROC permitiu o cálculo dos fluxos positivos (ϕ^+), negativos (ϕ^-) e líquidos (ϕ) para cada uma das dez alternativas ESG. O fluxo líquido constitui o principal indicador da metodologia, pois sintetiza a dominância relativa de cada alternativa com base na comparação par-a-par, refletindo sua atratividade geral segundo os critérios definidos. O Quadro 13 a seguir sintetiza os resultados obtidos por meio dessa análise multicritério.

Quadro 13 - Resultados consolidados das alternativas ESG (fluxos líquidos - ϕ).

Classificação	Alternativa	Fluxo Líquido (ϕ)
1º	A1 – Emissões Atmosféricas	0,2919
1º	A2 – Eficiência Energética	0,2919
3º	A10 – Relatório de Sustentabilidade	0,1756
4º	A5 – Padronização	0,1035
5º	A7 – Compliance	0,0371
6º	A9 – Conselho de Administração	-0,1310
7º	A4 – Diversidade	-0,1862
8º	A6 – Treinamento	-0,2155
9º	A3 – Resíduos	-0,2334
10º	A8 – Conselho de Ética	-0,2899

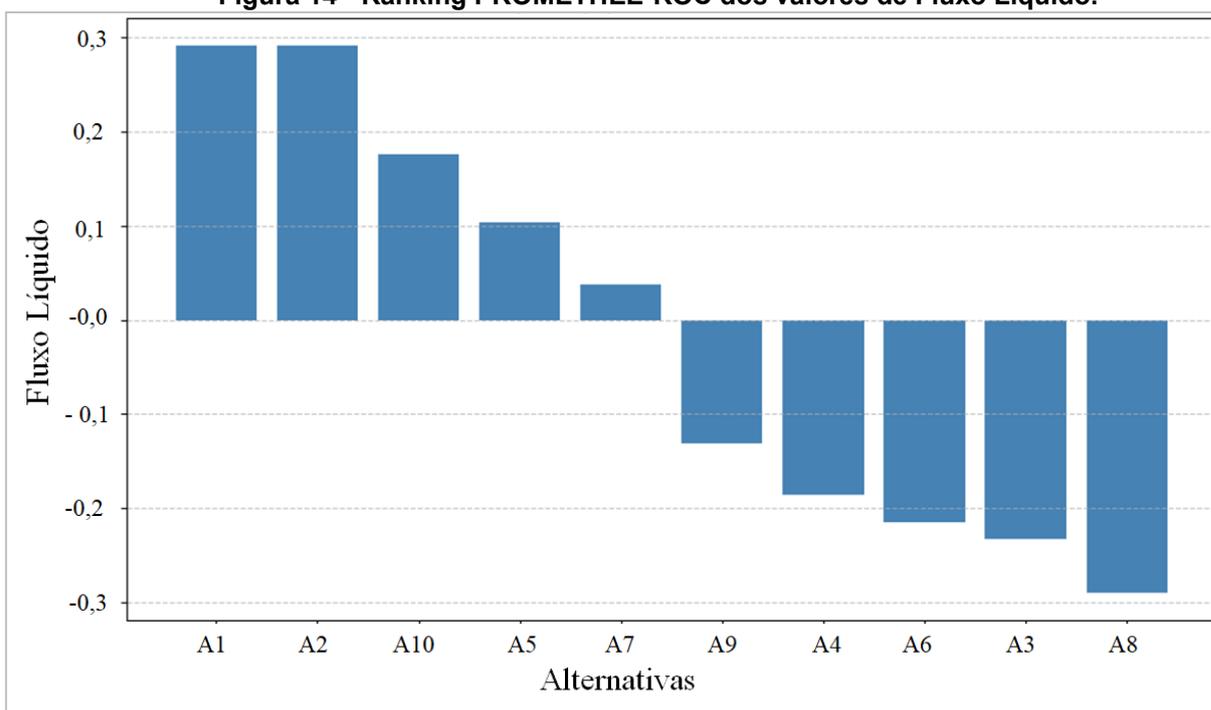
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os resultados indicam que as alternativas A1, A2 e A10 foram as mais bem posicionadas. A A1 e A2 correspondem a ações ambientais concretas já parcialmente

implantadas, com alto potencial de impacto e forte conexão com os indicadores operacionais da empresa (teste de opacidade, consumo de combustível, frota Euro 6). A A10, por sua vez, reflete a crescente demanda institucional por transparência e prestação de contas, estando alinhada às práticas de comunicação descritas no PG GG 004 e ao processo de diagnóstico interno do SGQ.

As alternativas com pior desempenho, como A8 e A3, apresentaram maior distância da realidade institucional vigente, seja por ausência de estrutura formal, seja por baixa percepção de viabilidade por parte dos gestores. Essa classificação, no entanto, não deslegitima sua importância, mas aponta para a necessidade de estratégias específicas de integração, reestruturação e monitoramento para futura priorização. Complementando essa análise, as Figuras 14 e 15 representam visualmente o ranking obtido e os fluxos positivos e negativos correspondentes a cada alternativa ESG avaliada, respectivamente.

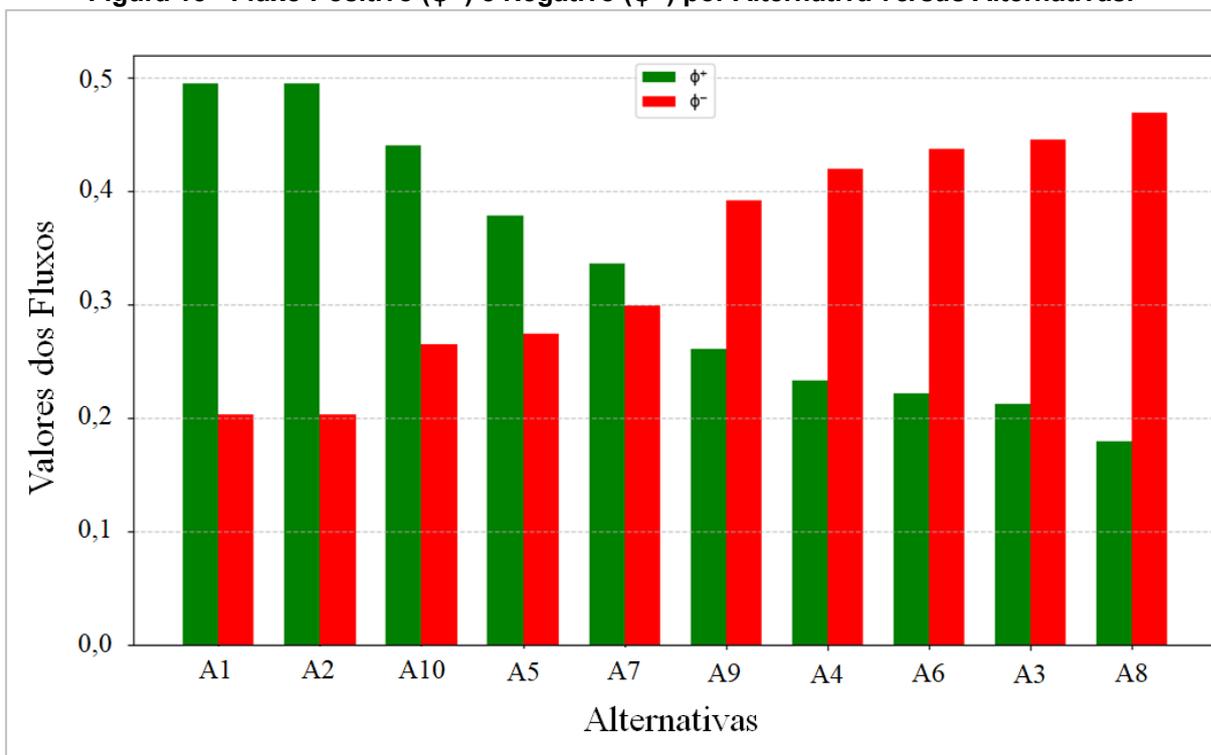
Figura 14 - Ranking PROMETHEE-ROC dos valores de Fluxo Líquido.



Fonte: Dados da Pesquisa.

A Figura 15 ilustra os resultados dos fluxos positivos e negativos obtidos no estudo.

Figura 15 - Fluxo Positivo (ϕ^+) e Negativo (ϕ^-) por Alternativa versus Alternativas.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Na seção 5.3, serão discutidos detalhadamente os resultados considerando as dimensões ESG analisadas e o nível atual de maturidade institucional, estabelecendo implicações práticas para a gestão e recomendações concretas para futuras ações na empresa.

5.3 Análise Estratégica por Dimensão ESG

A análise por dimensão ESG permitiu compreender o nível de maturidade institucional e os alinhamentos ou desalinhamentos entre as percepções dos gestores e as práticas já estabelecidas no Sistema de Gestão da Qualidade da empresa.

Em relação a governança corporativa revelou-se a dimensão mais consolidada, evidenciada pelo desempenho positivo das alternativas A10 (Relatório de Sustentabilidade) e A7 (Compliance). Estas ações são compatíveis com os procedimentos já implementados no SGQ, tais como Modelo interna (PG SGQ 002), gestão de não conformidades (PG SGQ 003), padronização de processos e uso de ERP para controle da informação documentada (PG SGQ 001). Essa maturidade é

também resultado da estrutura organizacional bem definida, conforme organograma e papéis descritos no Manual da Qualidade.

A dimensão social obteve resultados intermediários. A alternativa A5 (Padronização de Processos), que apresentou bom desempenho, está diretamente relacionada ao conteúdo do Plano Anual de Treinamento (FOR GG 061) e ao modelo de capacitação contínua (PG GG 003). Já as alternativas A4 (Diversidade) e A6 (Capacitação) revelaram um distanciamento entre discurso e prática, sugerindo que, apesar da existência de diretrizes, ainda faltam indicadores específicos para mensurar os impactos sociais das ações desenvolvidas.

A dimensão ambiental apresentou os melhores resultados absolutos, com A1 e A2 no topo do ranking. Essas alternativas se beneficiam da sólida estrutura já em curso na empresa, como a gestão da frota com padrão Euro 6, o monitoramento de emissões via teste de opacidade (em parceria com o programa *Despolluir*), e as medidas de eficiência energética com instalação de LED e utilização de energia solar. Por outro lado, a alternativa A3 (Gestão de Resíduos), embora relevante, obteve baixa pontuação por ainda não estar suficientemente formalizada nos instrumentos operacionais e decisórios da organização, apesar de já haver contratos com fornecedores para destinação correta.

Na seção 5.4, serão discutidos detalhadamente os resultados considerando as dimensões ESG analisadas e o nível atual de maturidade institucional, estabelecendo implicações práticas para a gestão e recomendações concretas para futuras ações na empresa.

5.4 Implicações Práticas

A compatibilidade entre os resultados da análise PROMETHEE-ROC e as diretrizes do SGQ é um ponto alto da pesquisa. A metodologia aplicada não apenas priorizou ações coerentes com os princípios do SGQ, mas também ofereceu uma estrutura de testes que pode ser incorporada nos ciclos de melhoria contínua descritos no Manual da Qualidade.

As práticas identificadas como prioritárias (A1, A2, A10) podem ser integradas diretamente ao planejamento de mudanças (item 6.3 do manual), sendo documentadas e acompanhadas pelo sistema ERP (*Qualyteam*). Além disso, os indicadores propostos podem ser agregados ao FOR SGQ 022 (controle de

indicadores), fortalecendo a interface entre a agenda ESG e os processos operacionais de monitoramento e avaliação do desempenho da organização.

A análise multicritério demonstrou-se eficaz para estruturar decisões complexas no campo da sustentabilidade, permitindo a transformação de percepções subjetivas em dados comparáveis. A metodologia ROC facilitou a atribuição de pesos aos critérios, e a análise de sensibilidade demonstrou a estabilidade do modelo em diferentes cenários, reforçando a confiabilidade dos resultados.

As recomendações estratégicas a partir desta pesquisa são:

- Formalizar e integrar ações prioritárias (A1, A2, A10) ao SGQ, como parte do plano de ação do sistema de qualidade e do planejamento estratégico corporativo.
- Desenvolver novos indicadores ESG, especialmente sociais, a serem incorporados ao FOR SGQ 022.
- Revisar e fortalecer as práticas de gestão de resíduos, buscando transformá-las em alternativa prioritária em ciclos futuros.
- Ampliar a participação de stakeholders no processo de avaliação, em especial nas dimensões social e de governança, promovendo maior legitimidade e assertividade na priorização.
- Utilizar o plano de ação 5W2H como instrumento operacional de execução, vinculado ao PDCA e aos procedimentos de planejamento de mudanças previstos no SGQ.

Essa integração metodológica e operacional promove um avanço significativo na gestão sustentável da organização. O modelo PROMETHEE-ROC não apenas proporciona uma Modelo ESG estruturada, como também reforça o SGQ como instrumento vivo e adaptativo, sintonizado com os desafios contemporâneos de mercado, regulação e reputação organizacional. A seguir tem-se a análise de sensibilidade.

5.5 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade é uma etapa fundamental para verificar a robustez e estabilidade do modelo multicritério aplicado. Consiste em testar o comportamento das alternativas frente a variações nos pesos atribuídos aos critérios ESG. No presente estudo, foram simulados três cenários estratégicos distintos, preservando a

soma total dos pesos igual a 1,0, conforme os princípios da técnica *Rank Order Centroid* (ROC):

- Cenário 1 – Prioridade Ambiental ($\uparrow C1$): incremento de 50% no peso do critério Impacto Ambiental, com redistribuição proporcional entre os demais.
- Cenário 2 – Redução do Peso de Governança ($\downarrow C5$): redução de 30% no peso do critério Governança, redistribuindo o excedente para os critérios ambientais.
- Cenário 3 – Ênfase na Viabilidade ($\uparrow C6$): aumento de 20% no peso do critério Viabilidade de Implementação, com ajustes nos demais.

A reaplicação do modelo sob essas novas condições permitiu recalcular os fluxos positivos, negativos e líquidos para cada alternativa considerada, resultando na nova classificação sintetizada no Quadro 14.

Quadro 14 - Comparação dos Fluxos Líquidos (ϕ) em Diferentes Cenários.

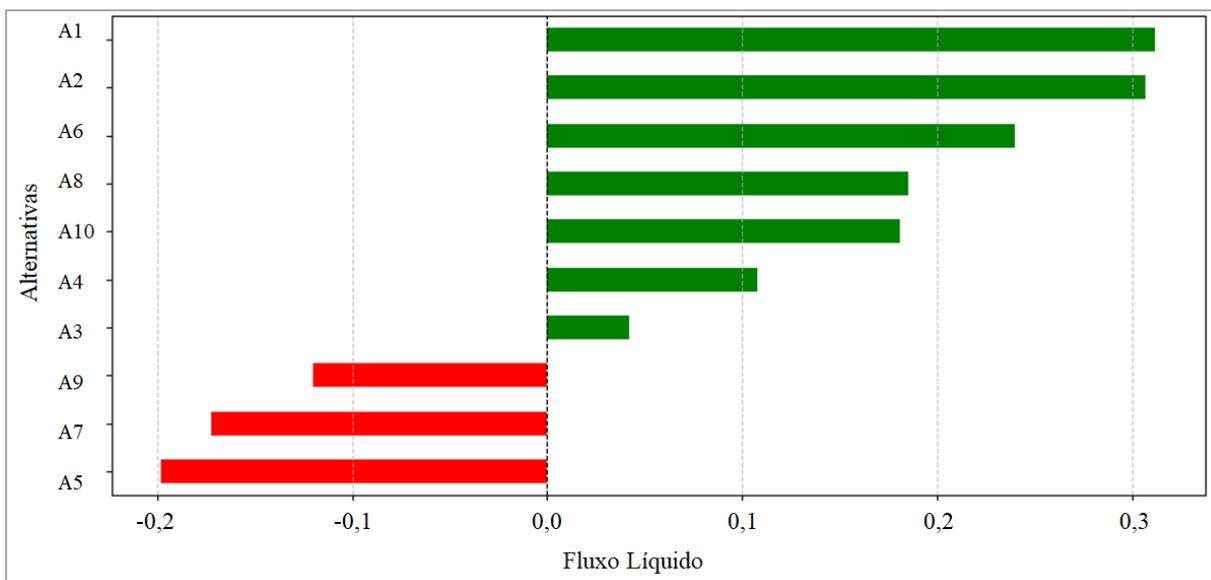
Alternativa	Cenário Original	Cenário 1 ($\uparrow C1$)	Cenário 2 ($\downarrow C5$)	Cenário 3 ($\uparrow C6$)
A5 – Padronização	0,1035	0,1080	0,1205	0,1220
A7 – Compliance	0,0371	0,0420	0,0510	0,0925
A10 – Relat. Sustent.	0,1756	0,1810	0,1940	0,2110
A2 – Eficiência Energ.	0,2919	0,3070	0,3245	0,2990
A1 – Emissões	0,2919	0,3120	0,3280	0,3020
A3 – Resíduos	-0,2334	-0,1980	-0,2100	-0,2220

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A análise dos fluxos líquidos revela que o modelo apresenta boa estabilidade, mesmo quando submetido a redistribuições relevantes dos pesos dos critérios. Em todos os cenários, as alternativas A1 e A2 se mantêm nas primeiras posições, confirmando a solidez técnica e operacional das ações ambientais propostas.

A análise detalhada do Cenário 1 - Priorização Ambiental (C1) pode ser visto na Figura 16, observa-se um ganho significativo nas alternativas com viés ambiental. A1 e A2 superam o valor de $\phi = 0,31$, consolidando a liderança no ranking. A alternativa A3 (Gestão de Resíduos), embora ainda com fluxo negativo, melhora sua posição relativa, indicando que com o aumento da valorização ambiental e melhor estruturação interna, poderá ser reavaliada em ciclos futuros.

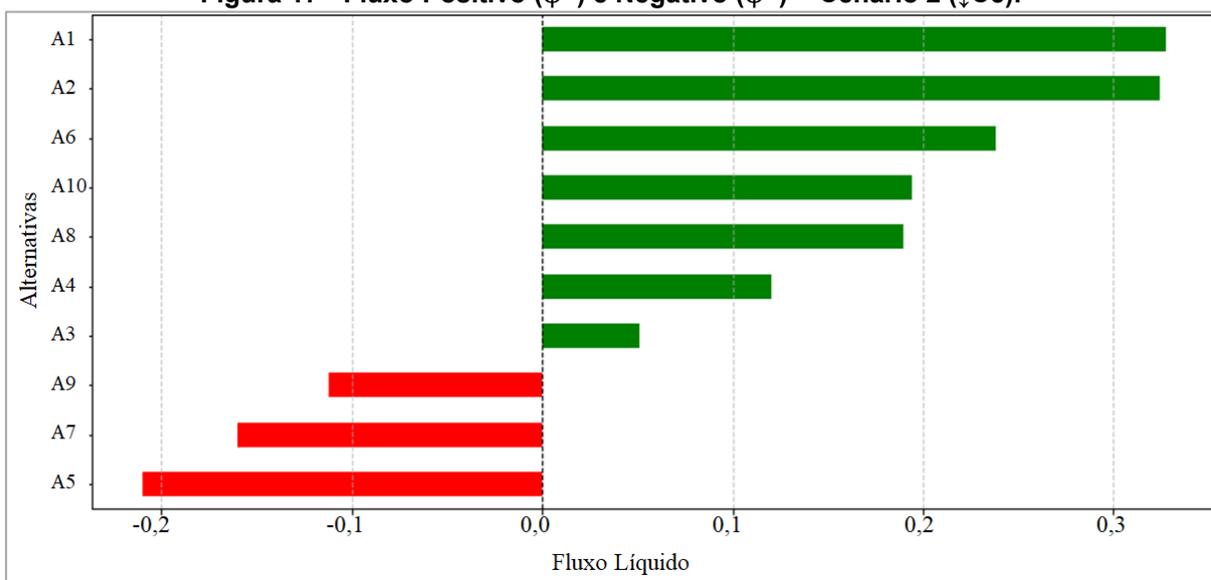
Figura 16 - Fluxo Positivo (ϕ^+) e Negativo (ϕ^-) - Cenário 1 ($\uparrow C1$).



Fonte: Dados da Pesquisa.

A Figura 17 apresenta os fluxos de dominância e submissão de cada alternativa no Cenário 2 – Redução do Peso de C5 (Governança), observa-se a redução do peso da governança penaliza levemente as alternativas A10 e A7, que dependem diretamente deste critério. No entanto, mesmo com a redução, A10 mantém um fluxo competitivo, evidenciando sua importância transversal (inclusive em critérios como viabilidade e impacto). As alternativas ambientais A1 e A2 são novamente beneficiadas.

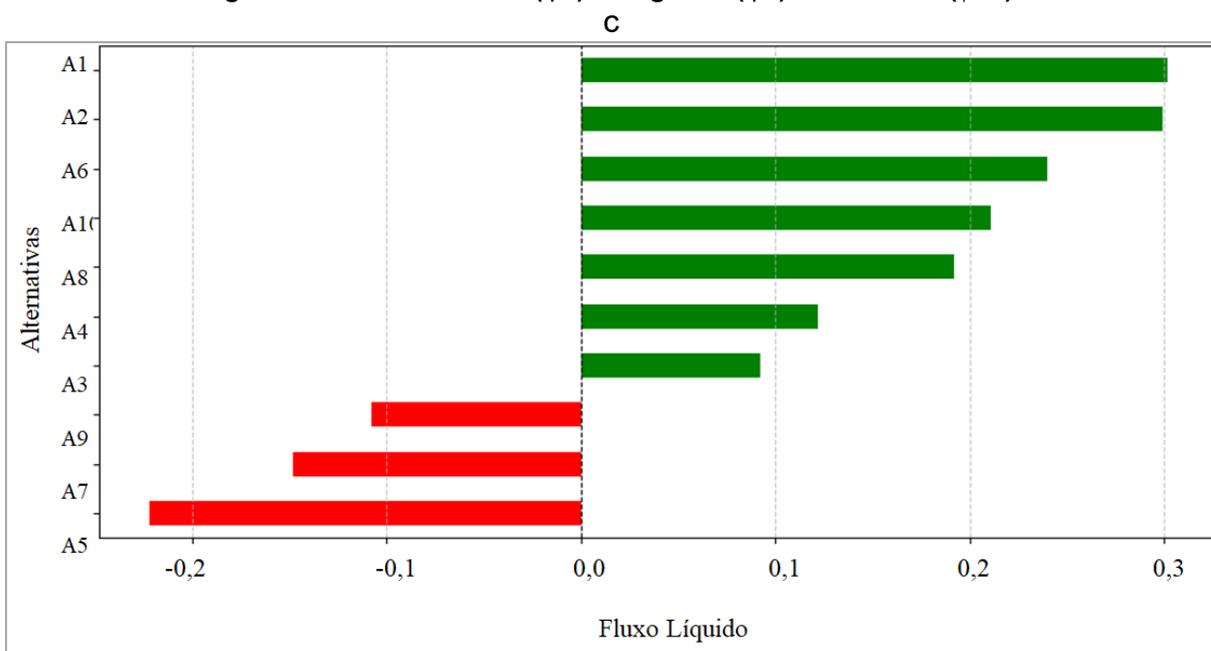
Figura 17 - Fluxo Positivo (ϕ^+) e Negativo (ϕ^-) - Cenário 2 (\downarrow C5).



Fonte: Dados da Pesquisa.

O Cenário 3 – Aumento do Peso de C6 (Viabilidade), observa-se claramente o fortalecimento de alternativas que apresentam **menores barreiras operacionais e econômicas** para sua implementação. A10 alcança o maior valor de fluxo líquido do cenário ($\phi = 0,2110$), seguido por A7, revelando que a viabilidade institucional tem peso decisivo em contextos de restrições orçamentárias ou necessidade de resultados imediatos. Vide Figura 18.

Figura 18 - Fluxo Positivo (ϕ^+) e Negativo (ϕ^-) - Cenário 3 (\uparrow C6).



Fonte: Dados da Pesquisa.

A análise de sensibilidade permite destacar três constatações estratégicas:

1. Resiliência das alternativas ambientais: A1 e A2 apresentam robustez em todos os cenários, validando sua prioridade como ações centrais da política ESG da empresa.
2. Importância da viabilidade institucional: A10 e A7 ganham força com o aumento do critério C6, evidenciando que decisões sustentáveis devem considerar capacidade de execução e custo-benefício.
3. Necessidade de monitoramento contínuo: A mudança nos pesos pode alterar o ranking em contextos regulatórios distintos. Assim, recomenda-se a reavaliação periódica dos pesos e critérios utilizados, vinculando o modelo ao ciclo PDCA já adotado pela organização.

Esse exercício de simulação reforça o valor da metodologia PROMETHEE-ROC como ferramenta estratégica, permitindo não apenas a priorização inicial, mas

também a adaptação dinâmica a novas realidades, o que é fundamental em um ambiente regulatório e mercadológico em constante evolução.

Na próxima seção, será apresentado o Plano de Ação ESG com base na ferramenta 5W2H, consolidando as iniciativas prioritárias em ações operacionais estruturadas, viáveis e alinhadas à realidade organizacional.

5.6 Plano de Ação ESG Prioritárias

Nesta etapa da pesquisa consistiu na operacionalização das prioridades estratégicas identificadas por meio da metodologia PROMETHEE-ROC, convertendo os dados analíticos em ações estruturadas, concretas e exequíveis. Para isso, utilizou-se a ferramenta 5W2H (What, Why, Where, When, Who, How, How much), amplamente reconhecida por sua aplicabilidade em contextos empresariais que exigem clareza, objetividade e controle no planejamento de ações.

A adoção do 5W2H representou a transição da fase diagnóstica e de priorização para a fase de execução prática, promovendo a integração entre planejamento estratégico, sustentabilidade e gestão por processos. Essa abordagem integra-se com o modelo de gestão da qualidade vigente na organização, que utiliza o Ciclo PDCA como base operacional e define os planos de ação por meio de critérios de viabilidade, responsabilidade e controle, conforme estabelecido no item Planejamento de mudanças do Manual da Qualidade.

O Quadro 15 apresenta as três ações prioritárias selecionadas, detalhadas de acordo com os sete elementos do 5W2H, assegurando coerência metodológica e viabilidade institucional.

Quadro 15 - Plano de Ação ESG (Top 3 Ações Prioritárias).

What	Why	Where	When	Who	How	How much
Implementar política de controle de emissões (A1)	Reduzir impactos ambientais e atender futuras normas de emissões	Frotas e garagens	90 dias	Coord. de Operações	Mapear fontes de emissão, contratar laudo técnico, adotar plano de redução progressiva	R\$ 15.000
Otimizar o consumo energético das operações (A2)	Reduzir custos e aumentar eficiência ambiental e financeira	Instalações e frota	120 dias	Coord. de Engenharia	Instalar sensores, revisar equipamentos, treinar equipes para práticas sustentáveis	R\$ 18.000
Elaborar Relatório de Sustentabilidade (A10)	Aumentar transparência, reputação e atratividade institucional	Sede administrativa	60 dias	Gerente ESG	Coletar dados ESG, redigir conforme GRI/SASB, publicar digitalmente e divulgar a parceiros	R\$ 5.000

Fonte: Dados da Pesquisa.

A formalização das ações prioritárias por meio da ferramenta 5W2H oferece vantagens significativas à gestão da sustentabilidade organizacional. Primeiramente, permite a alocação clara de responsabilidades e prazos, garantindo o comprometimento dos setores diretamente envolvidos, como Operações, Engenharia e Sustentabilidade. Em segundo lugar, o método possibilita monitoramento contínuo por meio dos indicadores do SGQ (FOR SGQ 022), fortalecendo os mecanismos de controle e retroalimentação das ações – uma das premissas centrais do ciclo de melhoria contínua descrito no item *Análise crítica pela Direção*.

Além disso, o plano 5W2H promove integração interdepartamental, elemento fundamental para a transversalidade da agenda ESG. O envolvimento direto de setores operacionais e estratégicos assegura que a sustentabilidade não permaneça restrita à esfera do discurso institucional, mas que se converta em práticas documentadas, auditáveis e alinhadas ao planejamento estratégico.

Cabe destacar que todas as ações descritas são coerentes com os compromissos formais da empresa expressos em sua Política da Qualidade, que estabelece como objetivos organizacionais a promoção de ações sustentáveis, o investimento em infraestrutura e o compromisso com a conformidade legal e a excelência operacional.

A estruturação das ações prioritárias a partir do modelo PROMETHEE-ROC e sua conversão em planos de ação viáveis por meio do 5W2H representa um avanço metodológico e prático para a gestão ESG da transportadora estudada. Este modelo permite alinhar:

- Dados técnicos e estratégicos (fluxo líquido ϕ);
- Gestão de processos (integração com o PDCA);
- Execução prática e controle (5W2H);
- Documentação sistêmica (via ERP *Qualyteam*, conforme PG SGQ 001 e 002).

A implantação das ações aqui descritas constitui o marco inicial da formalização de um sistema de gestão ESG auditável, escalável e alinhado às exigências do mercado, da regulação e das partes interessadas. Em médio e longo prazo, recomenda-se a replicação do modelo para outras ações do portfólio estratégico, com ênfase especial nas dimensões social e ambiental, promovendo maior equilíbrio entre os pilares do ESG e fortalecendo a cultura organizacional orientada à sustentabilidade.

Portanto, como resultados esse trabalho demonstrou a eficácia do modelo PROMETHEE-ROC como uma ferramenta decisória robusta para a priorização de práticas ESG em uma organização de médio porte do setor logístico. A metodologia permitiu, com base em critérios previamente definidos e validados com os gestores da empresa, classificar dez alternativas estratégicas de sustentabilidade, considerando seus impactos, viabilidade e aderência à realidade institucional.

Os resultados evidenciaram que as ações mais priorizadas convergem com os compromissos já assumidos pela empresa em seu Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), notadamente nos campos ambiental (controle de emissões e eficiência energética), de governança (transparência e compliance) e de gestão por processos (padronização e melhoria contínua). A articulação entre os dados obtidos na pesquisa e os conteúdos do Manual da Qualidade possibilitou uma integração efetiva entre a lógica ESG e os processos organizacionais já instituídos, respeitando os princípios da ISO 9001:2015 e reforçando o papel da qualidade como vetor estratégico de sustentabilidade.

A análise de sensibilidade reafirmou a estabilidade do modelo frente a variações nos pesos dos critérios, evidenciando sua aplicabilidade em cenários regulatórios e operacionais diversos. A construção do plano de ação por meio da

ferramenta 5W2H consolidou as propostas prioritárias, viabilizando sua execução prática, atribuindo responsáveis, prazos e orçamentos, e vinculando-as diretamente ao ciclo PDCA e à lógica de planejamento institucional.

Dessa forma, conclui-se que a metodologia aplicada não apenas possibilitou a Modelo ESG em uma organização real, mas também estruturou um modelo de gestão replicável, escalável e aderente às exigências contemporâneas de mercado, regulação e responsabilidade social corporativa. Os resultados alcançados contribuem não só para a evolução da empresa estudada, como também para o avanço teórico e metodológico sobre ESG em setores logísticos, tradicionalmente carentes de abordagens estruturadas.

Na próxima seção, serão apresentadas as considerações finais desta dissertação, sintetizando as principais contribuições teóricas, metodológicas e práticas da pesquisa, bem como propostas de continuidade e aprofundamento futuro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo principal desenvolver, aplicar e validar um diagnóstico processual de Modelo para práticas ESG, voltado especificamente ao setor de transporte rodoviário de cargas. Para isso, foi utilizada a metodologia multicritério PROMETHEE-ROC como instrumento central de apoio à decisão. Os resultados obtidos ao longo da pesquisa evidenciaram de forma clara a efetividade, aplicabilidade e relevância da proposta, tanto no meio acadêmico quanto na prática organizacional.

O modelo foi estruturado com base em uma lógica processual, fundamentada no Ciclo PDCA e guiada por critérios ESG claramente definidos e hierarquizados. Isso permitiu a criação de uma ferramenta técnica capaz não apenas de avaliar, mas também de organizar e direcionar ações sustentáveis de acordo com a realidade operacional das empresas. A adoção de uma abordagem metodológica mista combinando dados qualitativos e quantitativos conferiu profundidade analítica à pesquisa, garantindo que o modelo fosse sensível às percepções dos gestores, sem perder o rigor necessário na priorização das alternativas.

Ao transformar julgamentos subjetivos em dados objetivos, o modelo demonstrou grande capacidade de estruturar a tomada de decisão com base nos fluxos líquidos de preferência (ϕ), possibilitando a identificação das ações ESG mais alinhadas às estratégias e às capacidades da empresa analisada. Nesse processo, destacaram-se especialmente as práticas voltadas à redução de emissões atmosféricas e à eficiência energética reflexo direto da importância atribuída aos critérios ambientais no contexto organizacional estudado.

Todos os objetivos específicos da pesquisa foram integralmente cumpridos. O primeiro, que consistia na proposição de um modelo conceitual, foi alcançado por meio da consolidação teórica e do desenvolvimento de um modelo ESG dividido em quatro dimensões estratégicas: Governança e Responsabilidade Social; Local de Trabalho e Capital Humano; Gestão Ambiental; e Crescimento Sustentável e Inovação. O segundo, focado na estruturação do processo de Modelo e no desenvolvimento de instrumentos diagnósticos, foi concretizado com a criação e aplicação da matriz de materialidade, da escala de maturidade ESG e da matriz de desempenho. Por fim, o terceiro objetivo, voltado à testes práticos do modelo, foi atingido por meio de sua

aplicação em uma empresa real do setor logístico, complementada por uma análise de sensibilidade que confirmou a robustez dos resultados obtidos.

Além de validar um modelo tecnicamente consistente, a pesquisa trouxe importantes contribuições teóricas. Destaca-se, sobretudo, a integração entre a metodologia PROMETHEE-ROC e a temática da sustentabilidade corporativa uma combinação ainda pouco explorada na literatura, especialmente em contextos organizacionais complexos e com múltiplos stakeholders. Com isso, o estudo propõe uma alternativa metodológica que se mostra transparente, replicável e adaptável a diferentes setores.

Outro avanço importante proporcionado pela pesquisa foi o aprofundamento da compreensão sobre os estágios de maturidade ESG nas organizações. A proposta de uma lógica evolutiva que parte do fortalecimento da governança, avança pelas iniciativas sociais e culmina em práticas ambientais estruturadas reforça a visão da sustentabilidade como um processo contínuo de aprendizado organizacional, e não como um objetivo pontual.

Do ponto de vista prático, a aplicação do modelo permitiu à empresa analisada estabelecer um plano de ação claro, com prioridades compatíveis com sua estratégia e suas limitações operacionais. A utilização do método 5W2H e sua integração com o Ciclo PDCA agregaram valor operacional ao modelo, tornando-o uma ferramenta de gestão efetiva.

Adicionalmente, ao focar em um setor ainda pouco abordado pela literatura ESG – o transporte rodoviário de cargas –, a pesquisa preenche uma lacuna importante, oferecendo diretrizes para a criação de modelos setoriais mais adequados às especificidades regulatórias, ambientais e operacionais dessa área. Dada a relevância estratégica do setor logístico para a economia brasileira e seu impacto ambiental significativo, os resultados da pesquisa se mostram especialmente pertinentes.

Por fim, a dissertação estabelece uma base sólida para estudos futuros, propondo uma agenda de pesquisa que inclui a ampliação da amostra organizacional, o desenvolvimento de métricas ESG específicas por setor, a inclusão de múltiplos stakeholders no processo decisório e a análise dos impactos financeiros das práticas sustentáveis. Essas direções são fundamentais para consolidar a integração entre ESG e desempenho organizacional, transformando a sustentabilidade em um eixo estratégico de competitividade e inovação.

Conclui-se, assim, que a sustentabilidade no setor de transportes exige abordagens metodológicas que sejam, ao mesmo tempo, estruturadas, flexíveis e sensíveis às particularidades operacionais do segmento. O modelo proposto nesta pesquisa cumpre esse papel, oferecendo uma ferramenta prática, tecnicamente embasada e validada na realidade, capaz de orientar organizações na transição para modelos de negócios mais éticos, resilientes e alinhados aos princípios atuais da responsabilidade socioambiental.

Em síntese, este trabalho não apenas aplicou um modelo existente de avaliação ESG, mas estruturou e validou um modelo inovador, com base metodológica robusta, lógica processual clara e aplicabilidade operacional comprovada. A proposta integra diagnóstico, priorização e planejamento de ações ESG em um processo decisório replicável, adaptável e sensível às especificidades de setores de alta complexidade logística. Com isso, a dissertação contribui de forma efetiva para a lacuna existente na literatura e oferece às organizações um instrumento prático de gestão sustentável, capaz de guiar intervenções estratégicas com base em evidências, critérios claros e ciclos de melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

- ABDI, Y.; LI, X.; CÂMARA-TURULL, X. Impact of Sustainability on Firm Value and Financial Performance in the Air Transport Industry. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 9957, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/9957>>. .
- ABDI, Y.; LI, X.; CÂMARA-TURULL, X. Exploring the impact of sustainability (ESG) disclosure on firm value and financial performance (FP) in airline industry: the moderating role of size and age. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 4, p. 5052–5079, 2022. Springer Netherlands. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10668-021-01649-w>>. .
- ABNT, A. B. D. N. T. **ABNT PR 2030: ESG – conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações**. Rio de Janeiro, 2022.
- AGUINIS, H.; GLAVAS, A. What We Know and Don't Know About Corporate Social Responsibility. **Journal of Management**, v. 38, n. 4, p. 932–968, 2012. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0149206311436079>>. .
- AKRAM, M.; SHUMAIZA. Multi-criteria decision-making methods based on q-rung picture fuzzy information. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 40, n. 5, p. 10017–10042, 2021. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.3233/JIFS-202646>>. .
- ALBITAR, K.; HUSSAINEY, K.; KOLADE, N.; GERGED, A. M. ESG disclosure and firm performance before and after IR. **International Journal of Accounting & Information Management**, v. 28, n. 3, p. 429–444, 2020. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJAIM-09-2019-0108/full/html>>. .
- ANTT. Boletim Estatístico 2022. .
- ARRUDA, M. U.; SANTOS, M. DA S.; DUTRA, J. A. A. Método Pdca E As Contribuições Para O Desenvolvimento De Micro E Pequenas Empresas. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 866–878, 2022.
- ASSIS, T. F. DE; MARUJO, L. G.; DE ABREU, V. H. S.; et al. Best Practices to Support the Transition towards Sustainable Logistics from the Perspective of Brazilian Carriers. **Sustainability**, v. 15, n. 18, p. 13434, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/18/13434>>. .
- BAID, V.; JAYARAMAN, V. Amplifying and promoting the “S” in ESG investing: the case for social responsibility in supply chain financing. **Managerial Finance**, v. 48, n. 8, p. 1279–1297, 2022. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MF-12-2021-0588/full/html>>. .
- BAJPAI, S.; SHREYASH, N.; SINGH, S.; et al. Opportunities, challenges and the way ahead for carbon capture, utilization and sequestration (CCUS) by the hydrocarbon industry: Towards a sustainable future. **Energy Reports**, v. 8, p. 15595–15616, 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S235248472202409X>>. .
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1ª ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2016.
- BARRO, D.; CORAZZA, M.; FILOGRASSO, G. Environmental, social, and governance evaluation for European small and medium enterprises: A multicriteria approach. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 32, n. 1, p. 1291–1308, 2025. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/csr.3018>>. .
- BARRON, F. H.; BARRETT, B. E. Decision Quality Using Ranked Attribute Weights. **Management Science**, v. 42, n. 11, p. 1515–1523, 1996. Disponível em: <<https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/mnsc.42.11.1515>>. .
- BEHZADIAN, M.; KAZEMZADEH, R. B.; ALBADVI, A.; AGHDASI, M. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 200, n. 1, p. 198–215, 2010. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221709000071>>. .

BELINKY, A. SEU ESG É SUSTENTÁVEL? **Sustentabilidade**, v. 20, p. 37–44, 2021.

BENMOUIZA, K.; SI, X.; ZHOU, K.; et al. A recursive ensemble model for forecasting the power output of photovoltaic systems. (V. JatencoPereira, A. C. L. Chian, J. F. ValdesGaliccia, & M. A. Shea, Orgs.) **SOLAR ENERGY, ADVANCES IN SPACE RESEARCH-SERIES.**, v. 12, n. 3, p. 1–13, 2019. THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, ENGLAND: PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/12/13/2538>>. .

BIZOUMI, T.; LAZARIDIS, S.; STAMOU, N. Innovation in Stock Exchanges: Driving ESG Disclosure and Performance. **Journal of Applied Corporate Finance**, v. 31, n. 2, p. 72–79, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jacf.12348>>. .

BRANS, J. P.; VINCKE, P. Note—A Preference Ranking Organisation Method. **Management Science**, v. 31, n. 6, p. 647–656, 1985. Disponível em: <<https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/mnsc.31.6.647>>. .

BROWNE, M.; ALLEN, J.; NEMOTO, T.; PATIER, D.; VISSER, J. Reducing Social and Environmental Impacts of Urban Freight Transport: A Review of Some Major Cities. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 39, p. 19–33, 2012. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042812005551>>. .

BUKARI, A.; AGYEMANG, A. O.; BAWUAH, B. Assessing the moderating role of ESG performance on corporate governance and firm value in developing countries. **Cogent Business & Management**, v. 11, n. 1, 2024. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311975.2024.2333941>>. .

BUTTON, K. The impacts of globalization on international air transport activity. **Transport Policy**, v. 15, n. 5, p. 299–305, 2008.

CAMPOS, L. M. DE S.; SEHNEM, S.; OLIVEIRA, M. DE A. S.; et al. Relatório de sustentabilidade: perfil das organizações brasileiras e estrangeiras segundo o padrão da Global Reporting Initiative. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 913–926, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000400011&lng=pt&tlng=pt>. .

CAUCHICK MIGUEL, P. A.; FLEURY, A.; PEREIRA MELLO, C. H.; et al. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 3º ed. Rio de Janeiro, 2012.

CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. DE. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 2, p. 279–296, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382005000200007&lng=pt&tlng=pt>. .

CENTOBELLI, P.; CERCHIONE, R.; ESPOSITO, E.; SHASHI. Evaluating environmental sustainability strategies in freight transport and logistics industry. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 3, p. 1563–1574, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.2453>>. .

CHADEGANI, A. A.; SALEHI, H.; YUNUS, M. M.; et al. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. **Asian Social Science**, v. 9, n. 5, 2013. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ass/article/view/26960>>. .

CHININGA, E.; ALHASSAN, A. L.; ZEKA, B. ESG ratings and corporate financial performance in South Africa. **Journal of Accounting in Emerging Economies**, v. 14, n. 3, p. 692–713, 2024. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JAEE-03-2023-0072/full/html>>. .

CLEMENTE, T. R. N. **Estudo De Pesos Substitutos Para O Método Promethee Ii E Aplicação Em Modelo Para Avaliação De Tecnologias Críticas**, 2015. Universidade Federal de Pernambuco.

Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13886>>. .

CNT. Anuário do Transporte 2022. Brasília: CNT, 2022. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/publicacao/anuario-do-transporte-2022>>. Acesso em: 21/6/2024.

CUNHA, J. G. M. C. DA; DERETTI, S.; SILVA, E. D. DA. Governança corporativa e responsabilidade social corporativa: uma revisão sistemática desta relação. **Revista de Ciências da Administração**, p. 123–140, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2015v17n43p123>>. .

CZECH, A.; LEWCZUK, J.; USTINOVICHUS, L.; KONTRIMOVIČIUS, R. Multi-Criteria Assessment of Transport Sustainability in Chosen European Union Countries: A Dynamic Approach. **Sustainability**, v. 14, n. 14, p. 8770, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/14/8770>>. .

DALMORO, M. A visão da sustentabilidade na atividade empreendedora: uma análise a partir de empresas incubadas. **Revista Gestão Organizacional**, v. 2, n. 1, p. 87–104, 2009. Disponível em: <<http://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/view/139>>. .

DATSII, O.; LEVCHENKO, N.; SHYSHKANOVA, G.; PLATONOV, O.; ABUSELIDZE, G. Creating a Regulatory Modelo for the ESG-investment in the Multimodal Transportation Development. **Rural Sustainability Research**, v. 46, n. 341, p. 39–52, 2021. Disponível em: <<https://www.sciendo.com/article/10.2478/plua-2021-0016>>. .

DIEESE. Perfil dos trabalhadores em transportes. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br>>. Acesso em: 21/6/2024.

DYER, J. S. Multiattribute Utility Theory (MAUT). . p.285–314, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/978-1-4939-3094-4_8>. .

EPAGRI. **Relatório Técnico da Cadeia da Carne 2023**. Florianópolis, 2023.

FIESC. **Perfil Econômico do Oeste Catarinense**. Florianópolis, 2024.

FURMAN, A. C.; VEIT, M. T.; PALÁCIO, S. M.; GONÇALVES, G. DA C.; BARBIERI, J. C. Z. Sustentabilidade no processo produtivo da indústria cosmética: uma revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e586111335852, 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35852>>. .

GIL, A. C. **Metodologia do ensino superior**. 5ª ed. São Paulo, 2020.

GILLAN, S. L.; KOCH, A.; STARKS, L. T. Firms and social responsibility: A review of ESG and CSR research in corporate finance. **Journal of Corporate Finance**, v. 66, p. 101889, 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0929119921000092>>. .

GREENE, S.; JIA, H.; RUBIO-DOMINGO, G. Well-to-tank carbon emissions from crude oil maritime transportation. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 88, p. 102587, 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1361920920307744>>. .

GÜNDOĞDU, H. G.; AYTEKIN, A.; TOPTANCI, Ş.; KORUCUK, S.; KARAMAŞA, Ç. Environmental, social, and governance risks and environmentally sensitive competitive strategies: A case study of a multinational logistics company. **Business Strategy and the Environment**, v. 32, n. 7, p. 4874–4906, 2023. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.3398>>. .

HAMDAN, M.; ABDELHAFEZ, E.; MUSA, A.; AJIB, S. Estimation of Photovoltaic Module Performance with L-Shaped Aluminum Fins Using Weather Data. **JOURNAL OF ECOLOGICAL ENGINEERING**, v. 25, n. 1, p. 336–344, 2020. LUBLIN UNIV TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL ENGINEERING FAC, NADBYSTRZYCKA 40B, LUBLIN, 20618, POLAND: POLISH SOC ECOLOGICAL ENGINEERING-PTIE.

HUANG, D. Z. X. Environmental, social and governance (ESG) activity and firm performance: a review and consolidation. **Accounting & Finance**, v. 61, n. 1, p. 335–360, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/acfi.12569>>. .

IPEA. **Custos de acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras: estimativas preliminares**. Brasília, 2021.

IRIGARAY, H. A. R.; STOCKER, F. ESG: novo conceito para velhos problemas. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 20, n. 4, p. 1–4, 2022. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512022000400001&tling=pt>. .

ISHIKAWA, Y.; MURATA, M.; KAWAGUCHI, T. Globally applicable water quality simulation model for river basin chemical risk assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 239, p. 118027, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652619328975>>. .

JURCIK, J.; UDISCHAS, R.; WANG, P. Gas distribution systems and ESG: a thermodynamic model for sustainable infrastructure. **ENERGY POLICY**, v. 25, n. 3, p. 217–225, 1997.

KABIR HASSAN, M.; CHIARAMONTE, L.; DREASSI, A.; PALTRINIERI, A.; PISERÀ, S. The crossroads of ESG and religious screening on firm risk. **Research in International Business and Finance**, v. 58, p. 101500, 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0275531921001215>>. .

KALENDER, F. Y. Promethee Sıralama Yöntemi ile Yatırım Projesi Değerlendirme ve Üretim Sektöründe Uygulanması Investment Project Evaluation With Promethee Sequencing Method And Its Application to The Production Sector. , v. 9, n. 2, p. 183–208, 2019.

KHULUD, K.; MASUDIN, I.; ZULFIKARIJAH, F.; RESTUPUTRI, D. P.; HARIS, A. Sustainable Supplier Selection through Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Approach: A Bibliometric Analysis. **Logistics**, v. 7, n. 4, p. 96, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2305-6290/7/4/96>>. .

KIM MEE, C.; SUBRAMANIAM, G.; ATING, R.; C. SEPARA, L. A. Willingness to use Public Transport in Kuala Lumpur & Manila. **Environment-Behaviour Proceedings Journal**, v. 7, n. 21, p. 411–419, 2022. Disponível em: <<https://ebpj.e-iph.co.uk/index.php/EBProceedings/article/view/3751>>. .

KOSTRZEWSKI, M.; MARCZEWSKA, M.; UDEN, L. The Internet of Vehicles and Sustainability—Reflections on Environmental, Social, and Corporate Governance. **Energies**, v. 16, n. 7, p. 3208, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/16/7/3208>>. .

KOSYKH, O.; ROH, H.; HART, R. Self-Expressiveness in Slow Tourism as a Sustainable Driver: The Trans-Siberian Railway Travel Experience. **Sustainability**, v. 15, n. 10, p. 8011, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/10/8011>>. .

KWEH, Q. L.; TING, I. W. K.; LU, W.; ASIF, J.; LE, H. T. M. Environmental, Social, and Governance (<sc>ESG</sc>) and <sc>ESG</sc> Controversies: Opportunities or Challenges in Achieving Firm Efficiency? **Natural Resources Forum**, 2025. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1477-8947.70019>>. .

LEÃO, L. M. **Metodologia do estudo e pesquisa: Facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores**. 2º ed. Petropolis, 2017.

LEE, JEONGMIN; LEE, JINWOO; LEE, C.; KIM, Y. Identifying ESG trends of international container shipping companies using semantic network analysis and multiple case theory. **sustainability**, v. 15, n. 12, p. 1–20, 2023. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v15y2023i12p9441-d1169290.html>>. .

LEVY, Y.; J. ELLIS, T. A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. **Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline**, v. 9, p. 181–212, 2006. Disponível em: <<https://www.informingscience.org/Publications/479>>. .

LI, J. Decoupling urban transport from GHG emissions in Indian cities—A critical review and perspectives. **Energy Policy**, v. 39, n. 6, p. 3503–3514, 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421511002291>>. .

LI, Y.; ZHAO, Y.; YE, C.; LI, X.; TAO, Y. ESG ratings and the cost of equity capital in China. **Energy**

Economics, v. 136, p. 107685, 2024. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140988324003931>>. .

LIN, C.; CHANG, H.; HUNG, Y. ESG metrics and bond issuance performance in maritime transport.

Maritime Economics & Logistics, v. 24, n. 3, p. 450–468, 2022.

LIN, A. J.; CHANG, H.-Y.; HUNG, B. Identifying Key Financial, Environmental, Social, Governance (ESG), Bond, and COVID-19 Factors Affecting Global Shipping Companies—A Hybrid Multiple-Criteria Decision-Making Method. **Sustainability**, v. 14, n. 9, p. 5148, 2022. Disponível em:

<<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/9/5148>>. .

LIU, A.; XIAO, Y.; LU, H.; TSAI, S.-B.; SONG, W. A fuzzy three-stage multi-attribute decision-making approach based on customer needs for sustainable supplier selection. **Journal of Cleaner**

Production, v. 239, p. 118043, 2019. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652619329130>>. .

LIZARELLI, F. L.; TOLEDO, J. C. DE. Práticas para a melhoria contínua do Processo de Desenvolvimento de Produtos: análise comparativa de múltiplos casos. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 3, p. 535–555, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2016000300535&lng=pt&lng=pt>. .

LOOTSMA, A. F. **Modeling and measurement methods in the multicriteria decision aid: a comparative introduction**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000.

LOPES, Y. G.; ALMEIDA, A. T. DE. PROMETHEE-S: UM MÉTODO DE SOBRECLASSIFICAÇÃO PARA APOIO MULTICRITÉRIO A DECISÃO EM SITUAÇÃO DE INCERTEZA. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, p. 1332–1343, 2013.

MAHLER, D. The Sustainable Supply Chain. **Supply Chain Management Review**, , n. November, p. 59–60, 2007. Disponível em: <www.semr.com>. .

MAHLER, D.; KEARNEY, A. T. The sustainable supply chain. **Supply Chain Management Review**, v. 11, n. 8, p. 59–60, 2007.

MARCONI, M. DE A. **Metodologia do trabalho científico**. 9º ed. São Paulo, 2021.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9º ed. São Paulo, 2021.

MARKOVIĆ, G.; AĆIMOVIĆ-RASPOPOVIĆ, V.; RADOJIČIĆ, V. A heuristic algorithm for lightpath scheduling in next-generation WDM optical networks. **Photonic Network Communications**, v. 23, n. 3, p. 272–284, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11107-011-0358-3>>. .

MCNULTY, Y.; BREWSTER, C. P. Management of (Business) Expatriates. **Handbook of Research in International Human Resource Management**. Cheltenham, p. 109–137, 2018. Cheltenham.

Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-66864-2_5>. .

MOHAMMAD, W. M. W.; WASIUZZAMAN, S. Environmental, Social and Governance (ESG) disclosure, competitive advantage and performance of firms in Malaysia. **Cleaner Environmental Systems**, v. 2, p. 100015, 2021. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666789421000076>>. .

MONDAL, S.; SAHU, T. N.; BANDOPADHYAY, K. Influence of institutional factors on global corporate social responsibility performance. **International Journal of Business Excellence**, v. 31, n. 3, p. 370–391, 2023. Disponível em: <<http://www.inderscience.com/link.php?id=134824>>. .

MUKANJARI, S.; STERNER, T. Charting a “Green Path” for Recovery from COVID-19.

Environmental and Resource Economics, v. 76, n. 4, p. 825–853, 2020. Springer Netherlands.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10640-020-00479-0>>. .

NOJA, RATIELA G.; BADITOIU, B. R.; BUGLEA, A.; MUNTEANU, V. P.; GLIGOR CIMPOIERU, D. C. The impact of environmental, social and governance policies on companies’ financial and economic

performance: A comprehensive approach and new empirical evidence. **E+M Ekonomie a Management**, v. 27, n. 1, p. 121–144, 2024. Disponível em: <[NÕMMELA, K.; KÕRBE KAARE, K. Maritime Policy Design Modelo with ESG Performance Approach: Case of Estonia. **Economies**, v. 10, n. 4, p. 88, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-7099/10/4/88>>. .](https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/c91b7696-0b3f-4f6b-ae0f-fbb519400006/content?authentication-token=eyJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJlaWQiOiI1YjAwMzA5NC1kNzc1LTQwMWEtOGQ5YS05ZTdhN2QyNTEzZWYiLCJzZyI6W10sImF1dGhbnRpY2F0aW9uTWV0aG9kljoic2hpYmJvbGV0aCI>. .</p>
</div>
<div data-bbox=)

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://unfoundation.org/what-we-do/issues/sustainable-development-goals/u-s-leadership-on-the-sdgs/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6PGxBhCVARIsAlumnWbJH-IHpa_Mf1I8Qg9IG0gP5zmsS3TACPAmTGCiHequZBpsek05yLMAIsKEALw_wcB>. .

ÖZCAN, İ. Ç. Determinants of Publicly Traded Airports' Environmental, Social, and Governance Disclosure Performance. **International Journal of Transport Economics**, v. 46, n. 3, p. 77–92, 2019.

PANGALOS, G. Financing for a Sustainable Dry Bulk Shipping Industry: What Are the Potential Routes for Financial Innovation in Sustainability and Alternative Energy in the Dry Bulk Shipping Industry? **Journal of Risk and Financial Management**, v. 16, n. 2, p. 101, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1911-8074/16/2/101>>. .

PETERSEN, P. B. Total quality management and the Deming approach to quality management. **Journal of Management History**, v. 5, n. 8, p. 468–488, 1999. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13552529910290520/full/html>>. .

PETROVIĆ, N.; JOVANOVIĆ, V.; MARKOVIĆ, S.; MARINKOVIĆ, D.; PETROVIĆ, M. Multicriteria Sustainability Assessment of Transport Modes: A European Union Case Study for 2020. **Journal of Green Economy and Low-Carbon Development**, v. 3, n. 1, p. 36–44, 2024. Disponível em: <https://www.acadlore.com/article/JGELCD/2024_3_1/jgelcd030104>. .

PNL. Plano Nacional de Logística – PNL 2035. , 2021. Brasília: Brasília: Minfra, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura>>. .

RABAYA, A. J.; SALEH, N. M. The moderating effect of IR modelo adoption on the relationship between environmental, social, and governance (ESG) disclosure and a firm's competitive advantage. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 2, p. 2037–2055, 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10668-021-01519-5>>. .

RAMOS-RODRÍGUEZ, A.; RUÍZ-NAVARRO, J. Changes in the intellectual structure of strategic management research: a bibliometric study of the Strategic Management Journal , 1980–2000. **Strategic Management Journal**, v. 25, n. 10, p. 981–1004, 2004. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smj.397>>. .

SALADO, A.; MORELOCK, J. R.; LAKEH, A. B. Decision-making, information seeking, and compromise: A simulation game activity in global industrial management. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. **Anais...** . v. 2017-June, 2017.

SAMY EL-DEEB, M.; ISMAIL, T. H.; EL BANNA, A. A. Does audit quality moderate the impact of environmental, social and governance disclosure on firm value? Further evidence from Egypt. **Journal of Humanities and Applied Social Sciences**, v. 5, n. 4, p. 293–322, 2023. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JHASS-11-2022-0155/full/html>>. .

SANTOS, F. C. L.; NETO, A. C. M.; AGUIAR, R. S. F. DE; GUARNIERI, P.; SERRANO, A. L. M. Análise De Decisão Multicritério Para a Gestão De Concessionárias De Distribuição De Energia Elétrica. **Gestão.Org**, v. 18, n. 1, p. 82–102, 2020.

SARWAR, M.; ZAFAR, F.; MAJEED, I. A.; JAVED, S. Selection of Suppliers in Industrial Manufacturing: A Fuzzy Rough PROMETHEE Approach. (A. M. B. Pereira, Org.)**Mathematical**

Problems in Engineering, v. 2022, p. 1–19, 2022. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/mpe/2022/6141225/>>. .

SATSUK, V.; LOBODINA, T. Green finance and ESG investment in Russian energy and transport sectors. **Energy Reports**, v. 9, p. 1371–1385, 2023.

SAVEGNAGO, C. L.; GOMEZ, S. DA R. M.; CORTE, M. G. D. A agenda 2030 nas universidades federais brasileiras: um estudo exploratório. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 9, n. 14, p. 227–238, 2022. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/6736304477108307>.ORCID:<https://orcid.org/0000-0002http://lattes.cnpq.br/1304285992542398>.ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-1666-8016>.<http://lattes.cnpq.br/1554366181630485>.ORCID:<https://orcid.org/0000-0001-8272>>. .

SCHUMACHER, K. The impacts of Greenwashing and Competence Greenwashing on Sustainable Finance and ESG Investing. **APO Productivity Insights**, v. 2–11, 2022.

SEEG. Emissões por setor – Transporte. 2022. Disponível em: <<https://seeg.eco.br/setores/transporte>>. Acesso em: 21/6/2024.

SEN, P.; MUKHERJEE, S.; AGRAWAL, P.; MONDAL, S.; GHOSH, A. A Sustainable Solution in Supply Chain in the Contemporary Business World: An Integrated Model. **Transformation of Supply Chain Ecosystems**. p.67–83, 2025. Emerald Publishing Limited. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/978-1-83549-246-820251005/full/html>>. .

SHAKIL, M. H.; MAHMOOD, N.; TASNIA, M.; MUNIM, Z. H. Do environmental, social and governance performance affect the financial performance of banks? A cross-country study of emerging market banks. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 30, n. 6, p. 1331–1344, 2019. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MEQ-08-2018-0155/full/html>>. .

SHUSHUNOVA, N. ET AL. ESG integration in agricultural and transport infrastructure: Green certification and investment assessment. **Journal of Infrastructure Development**, v. 14, n. 1, p. 57–75, 2022.

SOUSA, B. C. DA S.; RANGEL, L. A. D.; HERNÁNDEZ, C. T. Priorização de projetos de melhoria de produtividade através do método multicritério PROMÉTHÉE II. **Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento**, v. 10, n. 1, p. 27–40, 2018. Disponível em: <<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/PODes.2018.003>>. .

STÖCKIGT, G.; STRUBE, R.; LUBJUHN, S.; BRAND, M. Assessment of Consumer Attitudes Toward Sustainability in Food Logistics and the Role of Shopping Behavior and Personal Characteristics. **Innovative Logistics Services and Sustainable Lifestyles**. p.87–104, 2019. Cham: Springer International Publishing. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-98467-4_4>. .

STUKALINA, Y. Managing quality in higher education: A stakeholder perspective. **International Journal of Educational Management**, v. 32, n. 6, p. 1054–1069, 2018.

TAHERDOOST, H. Using PROMETHEE Method for Multi-Criteria Decision Making: Applications and Procedures. **Iris Journal of Economics & Business Management**, v. 1, n. 1, 2023. Disponível em: <<https://irispublishers.com/ijebm/fulltext/using-promethee-method-for-multi-criteria-decision-making-applications-and-procedures.ID.000502.php>>. .

THOMAS, L.; TANG, H.; KALYON, D. M.; et al. Toward better hydraulic fracturing fluids and their application in energy production: A review of sustainable technologies and reduction of potential environmental impacts. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v. 173, p. 793–803, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0920410518308118>>. .

TIAN, N.; TANG, S.; CHE, A.; WU, P. Measuring regional transport sustainability using super-efficiency SBM-DEA with weighting preference. **Journal of Cleaner Production**, v. 242, p. 118474, 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095965261933344X>>. .

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n.

3, p. 207–222, 2003. Disponível em: <<https://www.cebma.org/wp-content/uploads/Tranfield-et-al-Towards-a-Methodology-for-Developing-Evidence-Informed-Management.pdf>>. .

TSATSARONIS, G.; SYRIOPOULOS, T.; GKORILA, E. The relationship between corporate social responsibility, ESG scores and firm value in maritime transport. **Maritime Policy & Management**, v. 49, n. 2, p. 305–321, 2022.

TUĞRUL, F.; ÇİTİL, M. A NEW PERSPECTIVE ON EVALUATION SYSTEM IN EDUCATION WITH INTUITIONISTIC FUZZY LOGIC AND PROMETHEE ALGORITHM. **Journal of Universal Mathematics**, 2021. Disponível em: <<https://dergipark.org.tr/en/doi/10.33773/jum.796173>>. .

UZAR, C.; AKKAYA, G. C. The Mental and Behavioral Mistakes Investors Make. **International Journal of Business and Management Studies**, v. 5, n. 1, p. 120–128, 2013. Disponível em: <www.niftydirect.com>. .

WAŹRÓBSKI, J. Temporal PROMETHEE II — New multi-criteria approach to sustainable management of alternative fuels consumption. **Journal of Cleaner Production**, v. 413, p. 137445, 2023. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652623016037>>. .

WAŹRÓBSKI, J.; JANKOWSKI, J.; ZIEMBA, P.; KARCZMARCZYK, A.; ZIOŁO, M. Generalised modelo for multi-criteria method selection. **Omega**, v. 86, p. 107–124, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305048317308563>>. .

WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Risks Report 2022. Disponível em: <<https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2022/>>. Acesso em: 21/6/2024.

YAZDANI, H.; YAGHOUBI, M. Dust deposition effect on photovoltaic modules performance and optimization of cleaning period: A combined experimental-numerical study. **SUSTAINABLE ENERGY TECHNOLOGIES AND ASSESSMENTS**, v. 51, 2022. RADARWEG 29, 1043 NX AMSTERDAM, NETHERLANDS: ELSEVIER.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5ª ed. Porto Alegre, 2015.

ZHAI, Y.; CAI, Z.; LIN, H.; et al. Does better environmental, social, and governance induce better corporate green innovation: The mediating role of financing constraints. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 29, n. 5, p. 1513–1526, 2022. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/csr.2288>>. .

ZHOU, S.; RASHID, M. H. U.; MOHD. ZOBAIR, S. A.; SOBHANI, F. A.; SIDDIK, A. B. Does ESG Impact Firms' Sustainability Performance? The Mediating Effect of Innovation Performance. **Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 5586, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/6/5586>>. .

ZINKE, H. ESG performance evaluation of port authorities: Investment clustering and quantification method. **Maritime Economics & Logistics**, v. 24, n. 1, p. 71–88, 2022.

ZUBEDI, A.; JIANQIU, Z.; ALI, Q.; MEMON, I.; ZUBEDI, E. Impact of Energy Consumption, Economic Growth, and FDI through Environmental Kuznets Curve: Perspective from Belt and Road Initiative and Pakistan. (G. Di Bona, Org.) **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2022, p. 1–19, 2022. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/mpe/2022/3130605/>>. .

{Bibliography

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Estudo: Desenvolvimento de um modelo de diagnóstico para práticas ESG.

Mestranda: Vanessa Quadros

Pesquisador responsável:

Instituição/Departamento:

Telefone e endereço postal completo:

Público-alvo: Gestores da Transportadora X.

Prezado(a) Participante:

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada: *Desenvolvimento de um modelo de diagnóstico para práticas ESG*, que tem por objetivo “desenvolver um modelo processual para auditorias de práticas ESG”.

Como benefícios, essa pesquisa visa contribuir para a ampliação da discussão sobre a temática do ESG em empresas do setor de transportes de cargas. Ao aceitar participar do estudo, você responderá uma entrevista para conhecer sua opinião sobre as temáticas citadas anteriormente. O risco pode se dar no momento de responder, pois você poderá sentir algum desconforto devido à extensão da mesma, podendo desistir a qualquer momento e retirar este consentimento sem penalidade alguma. Sua participação na pesquisa é livre e voluntária. Não haverá nenhuma forma de compensação financeira e, também, não haverá custos para você. Sua identidade permanecerá em sigilo durante toda a pesquisa, especialmente na publicação dos resultados. Você terá garantias de esclarecimentos antes e durante o desenvolvimento do estudo. Em caso de dúvida, poderá entrar em contato com a Prof. Dr. Edson Pinheiro

Eu, _____ (seu nome), após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com a pesquisadora responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Pato Branco/PR 17 de fevereiro de 2024.

APÊNDICE B - Termo de Confidencialidade

Título do Estudo: Desenvolvimento de um modelo de diagnóstico para práticas ESG.

Mestranda: Vanessa Quadros

Pesquisador responsável:

Instituição/Departamento: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTPFR, PR)

Telefone e endereço postal completo:

Os pesquisadores do presente estudo comprometem-se a preservar a privacidade dos participantes do estudo, cujo os dados serão coletados por meio de entrevista semi-estruturada, identificados por número, não nomeados, validado para aplicação aos colaboradores da cooperativa. Comprometem-se, igualmente, que essas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente trabalho e as informações só poderão ser divulgadas de forma anônima. Os questionários respondidos ficarão sob responsabilidade da Prof. Dr. Edson Pinheiro e informações pessoais dos participantes não serão divulgados sob nenhum pretexto.

Pato Branco/PR, 17 de setembro de 2023.

Prof. Dr. Edson Pinheiro
Pesquisador responsável

APÊNDICE C - Roteiro de entrevista

Nº _____

Prezado (a),

Esperamos contar com a sua colaboração prestando todas as informações solicitadas.
Agradecemos sua colaboração!

PARTE I – DADOS PESSOAIS E OCUPACIONAIS

- | | |
|--------------------------|---|
| 1.1 Faixa etária | 1.4 Tempo na carreira |
| 1.1 Grau de Escolaridade | 1.5 Tempo de vinculação com a organização |
| 1.2 Estado Civil | 1.6 Cargo exercido |
| 1.3 Gênero | |

PARTE II – Questionário de (Mahler e Kearney (2007) e Dalmoro (2009))

1. Invisto em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e tecnologias?
2. Identifico os riscos do meu setor e me preparo para enfrentá-los?
3. Questões relacionadas à sustentabilidade afetam meu negócio?
4. Meu negócio gera retorno financeiro necessário para se manter?
5. Meu negócio gera novos postos de trabalho diretamente?
6. Os funcionários serão tratados igualmente e não haverá preconceito por raça, idade, sexo e religião?
7. Minha empresa promove melhorias na comunidade em que está inserida?
8. Forneço benefício aos funcionários além do que é determinado por lei?
9. O produto e/ou serviço que ofereço não é prejudicial à sociedade nem ao meio ambiente?
10. As condições de trabalho são adequadas?
11. Utilizo fontes de energias renováveis e menos poluentes (solar, eólica, outras)?
12. Utilizo materiais recicláveis na minha empresa?
13. As sobras (resíduos e rascunhos) são encaminhadas para reciclagem ou reutilizadas na própria empresa?
14. Otimizo o uso de recursos renováveis na empresa?

APÊNDICE D - Manual da Qualidade

	Manual	MN SGQ 001
	<i>Manual da Qualidade</i>	Data: 28/02/2025 Rev. 04

***Manual da Qualidade***
2025

Elaborador:	Pablo Schneider	Consenso:	Cristiane Lunardi	Aprovador:	Michelle Lunardi
-------------	-----------------	-----------	-------------------	------------	------------------

APÊNDICE E - Programação PROMETHEE-ROC

× Promethee Roc Colab ▾

```

1 # PROMETHEE-ROC aplicado à dissertação com 10 alternativas e 6 critérios
2 # Etapas: calcular pesos ROC, aplicar matriz de desempenho, obter ranking final e gerar gráficos
3
4 import numpy as np
5 import pandas as pd
6 import matplotlib.pyplot as plt
7
8 # ===== ETAPA 1: DEFINIR OS CRITÉRIOS E ORDEM DE IMPORTÂNCIA =====
9 ▾ criterios = [
10     'Impacto ambiental (C1)',
11     'Eficiência de recursos (C2)',
12     'Alcance social (C3)',
13     'Engajamento interno (C4)',
14     'Reforço à governança (C5)',
15     'Viabilidade de implementação (C6)'
16 ]
17
18 ordenacao = [1, 2, 3, 4, 5, 6] # Ordem dos critérios do mais importante ao menos
19
20 # ===== ETAPA 2: CALCULAR PESOS ROC =====
21 ▾ def calcular_pesos_roc(ordem):
22     n = len(ordem)
23     pesos = []
24     for i in ordem:
25         peso = sum([1/j for j in range(i, n+1)]) / n
26         pesos.append(peso)
27     return pesos
28
29 pesos_roc = calcular_pesos_roc(ordem=ordenacao)
30
31 # ===== ETAPA 3: MATRIZ DE DESEMPENHO =====
32 ▾ dados = {
33     'Alternativa': [
34         'A1 - Emissões Atmosféricas',
35         'A2 - Eficiência Energética',
36         'A3 - Gestão de Resíduos Sólidos',
37         'A4 - Diversidade e Inclusão Social',
38         'A5 - Padronização de Processos',
39         'A6 - Treinamento e Desenvolvimento',
40         'A7 - Práticas de Compliance',
41         'A8 - Conselho de Ética',
42         'A9 - Conselho de Administração',
43         'A10 - Relatório de Sustentabilidade'
44     ],
45     'Impacto ambiental (C1)': [9, 9, 8, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 5],
46     'Eficiência de recursos (C2)': [9, 9, 7, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 5],
47     'Alcance social (C3)': [0, 0, 0, 8, 7, 8, 0, 0, 0, 0],
48     'Engajamento interno (C4)': [0, 0, 0, 7, 8, 8, 0, 0, 0, 0],
49     'Reforço à governança (C5)': [0, 0, 0, 0, 5, 0, 9, 7, 6, 8],
50     'Viabilidade de implementação (C6)': [8, 8, 7, 7, 8, 7, 9, 5, 5, 6]
51 }
52
53 df = pd.DataFrame(dados)
54 alternativas = df['Alternativa']
55 df_valores = df.drop(columns='Alternativa')
56
57 # ===== ETAPA 4: CÁLCULO DO FLUXO LÍQUIDO =====
58 ▾ def fluxo_preferencia(df_valores, pesos):
59     n_alt, n_crit = df_valores.shape
60     matriz_phi = np.zeros((n_alt, n_crit))
61
62     for i in range(n_alt):
63         for j in range(n_crit):
64             if i != j:
65                 pref = 0
66                 for c in range(n_crit):
67                     if df_valores.iloc[i, c] > df_valores.iloc[j, c]:
68                         pref += pesos[c]
69                 matriz_phi[i, j] = pref
70
71     fluxo_positivo = matriz_phi.sum(axis=1) / (n_alt - 1)
72     fluxo_negativo = matriz_phi.sum(axis=0) / (n_alt - 1)
73     fluxo_liquido = fluxo_positivo - fluxo_negativo
74
75     return fluxo_positivo, fluxo_negativo, fluxo_liquido
76

```

```

77  fluxo_pos, fluxo_neg, fluxo_liq = fluxo_preferencia(df_valores, pesos_roc)
78
79  # ===== ETAPA 5: RESULTADO FINAL =====
80  resultado = pd.DataFrame({
81      'Alternativa': alternativas,
82      'Fluxo Positivo': fluxo_pos,
83      'Fluxo Negativo': fluxo_neg,
84      'Fluxo Líquido': fluxo_liq
85  })
86
87  resultado = resultado.sort_values(by='Fluxo Líquido', ascending=False).reset_index(drop=True)
88  print("Ranking PROMETHEE-ROC:")
89  print(resultado)
90
91  # ===== ETAPA 6: GRÁFICOS =====
92  plt.figure(figsize=(12, 6))
93  plt.bar(resultado['Alternativa'], resultado['Fluxo Líquido'], color='steelblue')
94  plt.title('Ranking PROMETHEE-ROC - Fluxo Líquido')
95  plt.ylabel('Fluxo Líquido')
96  plt.xlabel('Alternativas')
97  plt.xticks(rotation=90)
98  plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)
99  plt.tight_layout()
100 plt.show()
101
102 plt.figure(figsize=(12, 6))
103 bar_width = 0.35
104 index = np.arange(len(alternativas))
105
106 plt.bar(index, fluxo_pos, bar_width, label='Fluxo Positivo', color='green')
107 plt.bar(index + bar_width, fluxo_neg, bar_width, label='Fluxo Negativo', color='red')
108
109 plt.xlabel('Alternativas')
110 plt.ylabel('Valor do Fluxo')
111 plt.title('Fluxos Positivo e Negativo por Alternativa')
112 plt.xticks(index + bar_width / 2, alternativas, rotation=90)
113 plt.legend()
114 plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)
115 plt.tight_layout()
116 plt.show()
117

```