

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA AMBIENTAL (PPG-CiTA)**

RICARDO HOLDEREgger

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA:
INTEGRAÇÃO COM SISTEMAS DE GESTÃO PARA AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS
AMBIENTAIS, SOCIAIS E DE GOVERNANÇA**

**SANTOS/SP
2025**

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA AMBIENTAL (PPG-CiTA)

RICARDO HOLDERECKER

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA:
INTEGRAÇÃO COM SISTEMAS DE GESTÃO PARA AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS
AMBIENTAIS, SOCIAIS E DE GOVERNANÇA**

Tese apresentada à Universidade Santa Cecília – UNISANTA como parte dos requisitos para obtenção de título de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Portos e Governanças, sob orientação do Prof. Dr. Luis Felipe de Almeida Duarte.

**SANTOS/SP
2025**

Holderegger, Ricardo|

Inteligência artificial aplicada à sustentabilidade corporativa: integração com sistemas de gestão para avaliação de práticas ambientais, sociais e de governança, 2025

167 f

Orientador: Prof. Dr. Dr. Luis Felipe de Almeida Duarte

Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Ambiental) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Santos, SP, 2025

1. ESG. 2. Inteligência Artificial. 3. Meio ambiente. 4. ERP. 5. Governança de Dados.

I. Duarte, Luis Felipe de Almeida, orient.

II. Título

RICARDO HOLDERECKER

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA:
INTEGRAÇÃO COM SISTEMAS DE GESTÃO PARA AVALIAÇÃO DE PRÁTICAS
AMBIENTAIS, SOCIAIS E DE GOVERNANÇA**

Tese de Doutorado aprovada como requisito parcial para a obtenção de título de Doutor em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Santa Cecília.

Data da Aprovação

____ / ____ / ____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luis Felipe de Almeida Duarte - Orientador
Universidade Santa Cecília

Prof. Dr. Camilo Dias Seabra Pereira
Universidade Santa Cecília

Profa. Dra. Paloma Kachel Gusso Choueri
Universidade Santa Cecília

Prof. Dr. Antônio Miranda Galleão
Universidade Católica de Santos

Prof. Dr. Guilherme Apolinário Silva Novaes
Universidade Católica de Santos

Dedico esta pesquisa à Flavia Holderegger, minha amada esposa. Esta conquista não é apenas minha, mas o fruto de uma parceria de alma, construída em incontáveis outras batalhas que vencemos juntos. Obrigado por ser a paz que meu espírito precisa para sonhar e realizar.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Criador, arquiteto de todo entendimento e fonte de toda sabedoria. Que iluminou os estreitos caminhos da ciência, para que eu pudesse trilhá-lo na certeza silenciosa de que a direção correta era dada por Ele.

Agradeço à Reitoria da Universidade Santa Cecília, por manter o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Portos e Governança, com tão inestimável qualidade, cujo ambiente de rigor e excelência foi o solo fértil para esta pesquisa.

Minha mais profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Felipe de Almeida Duarte, pela parceria intelectual. Suas orientações, sempre brilhantes e precisas, foram essenciais para o curso correto desta pesquisa. Em cada momento em que precisei, encontrei o apoio intelectual e o incentivo necessário.

Agradeço aos Coordenadores e Professores do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Santa Cecília, por compartilharem os seus conhecimentos de forma tão generosa.

Agradeço aos Funcionários do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Santa Cecília, por toda a atenção dispensada.

Agradeço a todos os colegas do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Santa Cecília e demais pessoas, que de alguma forma tornaram possível a realização desta pesquisa.

Medir é o primeiro passo que leva ao controle
e, por fim, à melhoria. Se você não pode medir
algo, não pode comprehendê-lo. Se não pode
comprehendê-lo, não pode controlá-lo. Se não
pode controlá-lo, não pode melhorá-lo.

H. James Harrington.

RESUMO

Esta tese propõe e valida um método, suportado por um software baseado em agente de IA integrado a sistemas de gestão corporativa (ERP), para gerar recomendações de melhoria nos relatórios ESG das empresas. As propostas se originam da análise de dados corporativos relativos a contas de consumo e dados operacionais anonimizados, acessados por meio de integração direta com o ERP. A pesquisa possui ênfase ambiental, domínio de maior mensurabilidade e rastreabilidade (energia, combustíveis, água e efluentes, resíduos), mantendo, entretanto, a integração com as dimensões Social (S) e Governança (G). O método foi aplicado em um estudo de caso na empresa modelo pesquisada, utilizando a ABNT PR 2030-1:2024 como referência para organização e interpretação dos dados ESG. Os resultados demonstram a viabilidade técnica e operacional do método, com efeitos práticos na governança de dados e no desempenho ambiental: (i) dados auditáveis podem ser gerados a partir de bases já disponíveis no ERP, com melhor cobertura e consistência para temas ambientais em comparação a coletas manuais; (ii) a automação via IA eleva a confiabilidade ao expor inconsistências e lacunas, apoiar conciliações e evidenciar responsáveis e fontes; (iii) o modelo é inclusivo e replicável, de baixo custo relativo, por aproveitar a infraestrutura corporativa existente, popularizando e democratizando o acesso ao ESG, sobretudo para pequenas e médias empresas (PMEs); (iv) a integração entre IA e sistemas de gestão corporativa fortalece ciclos de melhoria, viabilizando metas ambientais mais claras (redução de consumo, emissões e resíduos) e maior transparência para reporte e conformidade. Conclui-se que a integração de IA aos sistemas de gestão corporativa constitui contribuição tecnológica significativa para a Ciência e Tecnologia Ambiental, ao converter dados operacionais em indicadores auditáveis e recomendações claras de melhoria, reduzindo a dependência exclusiva de consultores especialistas, mitigando impactos ambientais, reforçando a qualidade dos relatórios e elevando a maturidade ESG organizacional, sem sobrepor o “E” às dimensões “S” e “G”. O método oferece um caminho de adoção escalonável, aderente ao porte e à necessidade das empresas e potencialmente compatível com diferentes padrões internacionais de reporte ESG. Assim, ao adotar o método proposto, as empresas podem obter ganhos ambientais tangíveis, além de benefícios sociais e de governança, suportados por evidências verificáveis.

Palavras-chave: ESG. Inteligência Artificial. Meio ambiente. ERP. Governança de dados.

ABSTRACT

This thesis proposes and validates a method, supported by an AI agent-based software integrated with corporate management systems (ERP), to generate recommendations for improvement in companies' ESG reports. The proposals originate from the analysis of corporate data related to consumption accounts and anonymized operational data, accessed through direct integration with the ERP. The research has an environmental emphasis, a domain of greater measurability and traceability (energy, fuels, water and effluents, waste), maintaining, however, the integration with the Social (S) and Governance (G) dimensions. The method was applied in a case study in the researched model company, using ABNT PR 2030-1:2024 as a reference for the organization and interpretation of ESG data. The results demonstrate the technical and operational feasibility of the method, with practical effects on data governance and environmental performance: (i) auditable data can be generated from databases already available in the ERP, with better coverage and consistency for environmental issues compared to manual collections; (ii) automation via AI increases reliability by exposing inconsistencies and gaps, supporting reconciliations, and evidencing those responsible and sources; (iii) the model is inclusive and replicable, with a low relative cost, as it takes advantage of the existing corporate infrastructure, popularizing and democratizing access to ESG, especially for small and medium-sized enterprises (SMEs); (iv) the integration between AI and corporate management systems strengthens improvement cycles, enabling clearer environmental goals (reduction of consumption, emissions, and waste) and greater transparency for reporting and compliance. It is concluded that the integration of AI into corporate management systems constitutes a significant technological contribution to Environmental Science and Technology, by converting operational data into auditable indicators and clear recommendations for improvement, reducing the exclusive dependence on expert consultants, mitigating environmental impacts, reinforcing the quality of reports and raising organizational ESG maturity, without overlapping the "E" to the "S" and "G" dimensions. The method offers a scalable adoption path, adherent to the size and needs of companies and potentially compatible with different international ESG reporting standards. Thus, by adopting the proposed method, companies can obtain tangible environmental gains, as well as social and governance benefits, supported by verifiable evidence.

Keywords: ESG. Artificial intelligence. Environment. ERP. Data governance.

Lista de Figuras

Figura 1 – A Dupla Materialidade que ocorre quando simultaneamente os impactos financeiros e não financeiros estão presentes em uma mesma análise (extraído de ABNT, 2024a, 2024b)	32
Figura 2 - 10 Maiores Economias em PIB e suas Posições no EPI 2024. Fonte: (IMF, 2025; Yale; CIESIN, 2024)	42
Figura 3 - Planilha de Diagnóstico ESG que demonstra o nível de maturidade de uma empresa através da avaliação de respostas ao questionário de avaliação (autoria própria com base em Benuzzi et al., 2023)	59
Figura 4 - Arquitetura e componentes gerais dos agentes de IA.....	61
Figura 5 - Tela do software executado na Web, desenvolvido pelo autor apresentando o resultado (quadro cinza) da execução de um prompt (quadro azul) enviado ao agente de IA.....	69
Figura 6 - Gráfico do Consumo mensal de água no período de 01/2023 a 09/2024.	90
Figura 7 – Consumo de energia elétrica em kWh pela empresa modelo pesquisada de 01/2023 a 09/2024.	93
Figura 8 - Consumo pela empresa modelo pesquisada de gás natural no período de 01/2023 a 09/2024.	96
Figura 9 - Números de funcionários homens e mulheres ativos ou licenciados na empresa modelo pesquisada de 01/2023 a 09/2024.....	99
Figura 10 - Distribuição de funcionários por gênero que ocupam posições de liderança em 09/2024.	102
Figura 11 - Distribuição dos funcionários por diversidade racial em 09/2024.....	105
Figura 12 - Distribuição de funcionários em posição de liderança por diversidade racial na empresa modelo pesquisada em 09/2024.....	108
Figura 13 - Distribuição dos funcionários por gênero e diversidade racial em 09/2024.	110
Figura 14 - Distribuição de funcionários por tipo de deficiência em 09/2024.	113
Figura 15 - Distribuição na empresa modelo pesquisada de funcionários em posição de liderança por tipo de deficiência em 09/2024.	116
Figura 16 - Distribuição dos funcionários ativos ou em licença em 09/2024 por tempo de empresa.	118

Figura 17 - Distribuição na empresa modelo pesquisada de funcionários por tempo de empresa e ocupação de cargo de liderança em 09/2024.....	122
Figura 18 - Estágios de maturidade dos critérios ESG segundo a Norma ABNT PR 2030-1:2024 , com destaque do autor para o estágio em que se encontra a empresa modelo pesquisada.	131
Figura 19 - Licenciamento da Planilha em Excel de Diagnóstico ESG baseada na ABNT PR 2030.....	166
Figura 20 - Comprovação de contratação do licenciamento do ChatGPT para o autor	168

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Fonte dos dados da empresa modelo pesquisada utilizados na análise deste estudo.....	70
Tabela 2 - Riscos de IA diretamente relacionados a ESG e governança de dados. Fonte: elaborado pelo autor, com base em Bender et al.(2021), European Parliament and Council of the European Union (2016), Ji et al. (2023), Jobin et al. (2019), Jonsdottir et al. (2022), p. 2016; NIST (2023), Weidinger et al. (2021)	72
Tabela 3 – Temas e critérios do eixo ambiental, social e governança segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas(2024a), ampliada pelo autor para suporte ao mapeamento dos dados encontrados na organização.....	80
Tabela 4 - Número de funcionários por tempo de trabalho na empresa modelo pesquisada em 09/2024.....	118
Tabela 5 - Matriz SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) ou FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), identifica os pontos fortes e fracos de uma empresa, e as oportunidades e ameaças do mercado.....	135

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. PROBLEMA DA PESQUISA.....	22
3. HIPÓTESE	25
4. JUSTIFICATIVA.....	25
5. OBJETIVOS	29
5.1. Objetivos Gerais.....	29
5.2. Objetivos Específicos	29
6. REVISÃO DA LITERATURA.....	30
6.1. Diretrizes para a Sustentabilidade Corporativa	32
6.2. O Conceito de ESG e sua Relevância para o Setor Corporativo	33
6.3. Relevância Sistêmica para o Setor Corporativo.....	34
6.3.1. Inteligência Artificial como otimizador das ações ESG	34
6.3.2. A Importância dos Sistemas ERP nas Empresas e Seu Papel na Geração de Dados para Avaliação das Práticas ESG	35
6.3.3. O Papel dos Sistemas ERP na Gestão Empresarial.....	36
6.3.3.1. A Geração de Dados pelos Sistemas ERP e a Avaliação das Práticas ESG	37
6.4. ESG e Desenvolvimento Ambiental no Brasil em Perspectiva Global.....	39
6.4.1 Justificativa e enquadramento	39
6.4.2 Contexto econômico e ambiental de referência	40
6.4.3 Marcos no Brasil: convergência regulatória e diretrizes técnicas.....	40
6.4.4 Números-âncora globais e nacionais.....	41
6.4.5 Avaliação comparativa: PIB e desempenho ambiental (EPI)	42
6.4.5.1 Procedimento analítico	42
6.4.5.1.1 O Paradoxo do Desempenho Ambiental Brasileiro.....	43
6.4.5.2 Perfis país a país (síntese)	44
6.4.5.3 Por que China e Índia destoam?	47
6.4.5.4 Relações entre PIB e EPI: achados com ênfase no Brasil	47
6.4.5.5 Integração dos achados e o uso de RAG	48
7. METODOLOGIA.....	50
7.1. Tipo de Pesquisa e escopo das etapas seguidas	50

7.2. Método do Estudo de Caso utilizando uma empresa modelo	54
7.3. Apresentação da empresa modelo pesquisada	55
7.3.1. Critérios de Seleção da Empresa Modelo.....	55
7.4. Estágio de incorporação de princípios ESG da empresa modelo pesquisada	57
7.5 Uso dos dados	59
7.5.1 Dispensa de Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa.....	59
7.5.2 Proteção de Dados Pessoais e a Conformidade Legal.....	60
7.6. Software de interação entre ERP e Agente de IA desenvolvido pelo autor	60
7.6.1 Uma Tecnologia Ambiental.....	60
7.6.2. Contextualização do <i>software</i>	60
7.6.2.1. <i>Model</i> (Modelo).....	62
7.6.2.2. <i>Tools</i> (Ferramentas).....	63
7.6.2.3. <i>Orchestration</i> (Orquestração)	63
7.6.3. Estrutura do Projeto	64
7.6.4. Descrição dos Componentes	64
7.6.5. Fluxo de Funcionamento.....	65
7.6.6. Funcionalidades.....	65
7.6.7. Configurações e API	65
7.6.8. Instruções para Exportar Chat	66
7.6.9. Prompt para obtenção da análise dos resultados	67
7.6.10. <i>Software</i> em execução.....	68
7.7. Coleta de Dados da Empresa para o Estudo de Caso.....	69
7.7.1. Critérios de Avaliação	70
7.7.1.1. Limitações do Estudo	70
7.7.1.2. Riscos associados à adoção de IA	71
7.7.1.2.1. Viés e discriminação algorítmica em métricas e decisões ESG	73
7.7.1.2.2. Privacidade e proteção de dados pessoais em indicadores ESG.....	73
7.7.1.2.3. Governança de dados ESG e rastreabilidade de indicadores	74
7.7.1.2.4 Integridade e qualidade da informação ESG.....	74
7.7.1.2.5. Transparência, explicabilidade e prestação de contas	75

7.7.1.2.6. Impactos ambientais da IA e coerência com metas ESG	75
8. RESULTADOS.....	76
8.1 – Mapeamento dos dados ESG	78
8.1.1. Experiência do mapeamento de dados ESG em campo.....	84
8.2. Eixo Ambiental	87
8.2.1. Uso de água e Gestão de efluentes.....	87
8.2.2. Eficiência Energética - Consumo de energia elétrica.....	92
8.2.3. Eficiência Energética - Consumo de gás natural	95
8.3. Eixo Social	99
8.3.1. Distribuição de Funcionários por Gênero.....	99
8.3.2. Distribuição de Funcionários em Posições de Liderança por Gênero...	101
8.3.3. Distribuição de Funcionários por Diversidade Racial.....	104
8.3.4. Distribuição de Funcionários em Posição de Liderança por Diversidade Racial.....	107
8.3.5. Distribuição de Funcionários por Gênero e Diversidade Racial	110
8.3.6. Distribuição de Funcionários por Tipo de Deficiência	112
8.3.7. Distribuição de Funcionários em Posição de Liderança por Tipo de Deficiência	115
8.3.8. Distribuição de Funcionários por Tempo de Empresa.....	117
8.3.9. Distribuição de Funcionários por Tempo de Empresa e Cargo de Liderança	121
8.4. Eixo Governança.....	124
8.4.1. Práticas de Controle e Gestão	124
8.4.1.1. Controles Internos	124
9. DISCUSSÃO	128
9.1. Análise do Estágio de Maturidade no contexto da Empresa Modelo	128
9.1.1. Matriz SWOT	133
9.2. Recomendações para o Avanço da Maturidade ESG da Empresa Modelo .	136
9.2.1 Governança: O Alicerce para a Transformação Sustentável.....	136
9.2.2 Ambiental: Da Ação Isolada à Estratégia Integrada	136
9.2.3 Social: Construção de Capital Humano e Engajamento de Stakeholders	137
10. CONCLUSÕES	138

REFERÊNCIAS	142
ÍNDICE REMISSIVO	163
APÊNDICE A - LISTA DE SOFTWARES UTILIZADOS NA REALIZAÇÃO DESTE ESTUDO DE CASO	165
1. Planilha de Diagnóstico ESG	166
2. Software desenvolvido pelo autor	167
3. ChatGPT	167

1. INTRODUÇÃO

O conceito de ESG - *Environmental, Social and Governance* (ambiental, social e governança) de fato se tornou uma estrutura crucial para estratégias corporativas em todo o mundo, aprimorando significativamente o planejamento estratégico, a eficiência operacional, o gerenciamento de riscos ao meio ambiente e a competitividade do mercado, impulsionando assim o crescimento sustentável e a inovação no século XXI (Chen, 2024).

O movimento ganhou impulso por meio de várias partes interessadas, incluindo investidores, ONGs e instituições financeiras, enfatizando a necessidade de uma conduta empresarial responsável (Dathe et al., 2024). A incorporação dos fatores do ESG nas estratégias corporativas surgiu como um elemento crucial das operações comerciais contemporâneas (Holderegger; Duarte, 2024a).

Os princípios do ESG não são mais preocupações secundárias, mas se tornaram parte integrante da maneira pela qual as organizações funcionam, competem e garantem sua longevidade em um cenário global cada vez mais complexo e interconectado (Quintiliani, 2024). Essa transformação é impulsionada pelo aumento das expectativas de investidores, consumidores, órgãos reguladores e sociedade civil por práticas comerciais mais sustentáveis, éticas e socialmente responsáveis (Amole; Emedo, 2025).

Apesar dos inúmeros benefícios, a implementação dos princípios ESG não está isenta de desafios (Holderegger; Duarte, 2024b). As empresas enfrentam diversos obstáculos, entre eles lacunas regulatórias, ausência de padronização, confiabilidade dos dados e o grau de preparo organizacional. Um dos principais entraves é justamente a falta de métricas ESG padronizadas e de estruturas uniformes de relatórios, o que dificulta a comparação de desempenho entre companhias e compromete a tomada de decisão informada por parte dos investidores (Amole; Emedo, 2025; Lagodiyenko, 2024).

A prontidão organizacional é um fator crítico, considerando que incorporar os princípios ESG exige mudanças significativas na cultura corporativa, nos processos internos e nos sistemas de gestão. Muitas organizações ainda não dispõem da

expertise, dos recursos ou da infraestrutura necessária para integrar de maneira eficaz as considerações ESG às suas operações (Amole; Emedo, 2025; Gaol et al., 2024).

Outro ponto sensível diz respeito ao equilíbrio entre metas de curto e longo prazo: iniciativas ESG geralmente requerem investimentos iniciais expressivos, o que pode representar um desafio para empresas voltadas à performance financeira imediata. Assim, conciliar essas prioridades conflitantes tem se mostrado um obstáculo recorrente (Benhard, 2024; Li et al., 2023a).

Quanto à gestão das expectativas dos stakeholders, também representa uma complexidade adicional. Atender às demandas de investidores, consumidores e da sociedade civil, além de garantir um engajamento eficaz com essas partes interessadas, é essencial para que as práticas ESG adotadas estejam alinhadas aos interesses legítimos de todos os envolvidos (Chouhan et al., 2024; Md. Amanullah et al., 2024).

A transformação digital tem desempenhado um papel cada vez mais relevante na melhoria do desempenho ESG, impulsionando avanços por meio de tecnologias como *big data*, Inteligência Artificial (IA) e *blockchain*¹, e que vêm sendo aplicadas para aprimorar os relatórios ESG, aumentar a eficiência operacional e fortalecer a gestão de riscos.

No que diz respeito à melhoria dos relatórios ESG, essas tecnologias digitais permitem que as empresas coletem, analisem e relatem dados com maior eficácia, utilizando análises avançadas para identificar tendências, monitorar o desempenho e apontar oportunidades de melhoria (Benhard, 2024; Gaol et al., 2024).

Além disso, a transformação digital tem sido fundamental para a eficiência operacional, promovendo a otimização do uso de recursos, a redução de desperdícios e o aprimoramento da gestão das cadeias de suprimentos. Esses avanços não apenas reduzem custos, como também contribuem de forma concreta para a sustentabilidade no longo prazo (Benhard, 2024; Gao; Wang, 2024)

¹ *Blockchain* – Se trata de registro digital descentralizado, imutável e transparente, que garante segurança e rastreabilidade dos dados (Alhat, 2024; Sumanth Reddy et al., 2024)

Na esfera da gestão de riscos ambientais, as tecnologias digitais têm se mostrado aliadas importantes na identificação e no controle de riscos relacionados ao ESG, por meio do uso de análises preditivas para antecipar ameaças e da aplicação de ferramentas digitais capazes para monitorar e mitigar esses riscos em tempo real (Benhard, 2024; Gao; Wang, 2024).

Por sua vez, o engajamento com stakeholders também tem sido aprimorado pelas plataformas digitais, que oferecem meios mais eficazes para comunicar o desempenho ESG, coletar *feedbacks* e envolver as partes interessadas nos processos de tomada de decisão (Benhard, 2024; Gao; Wang, 2024).

No contexto deste estudo de caso, a Inteligência Artificial (IA) surge como um recurso estratégico complementar à adoção dos princípios ESG, oferecendo meios para a governança automatizando o monitoramento da conformidade e melhorando a qualidade dos dados, que são essenciais para estruturas eficazes de governança de dados (Gupta; Parmar, 2024).

A utilização da IA possibilita a interpretação eficiente dos grandes volumes de informações gerados pelos sistemas corporativos, promovendo uma abordagem mais robusta e automatizada para a avaliação e implementação de práticas sustentáveis a partir de requisitos regulatórios (Gupta; Parmar, 2024; Leogrande, 2024).

A integração da IA com as práticas de ESG apresenta desafios significativos, entre eles a complexidade tecnológica, os altos custos de implementação, as preocupações com a privacidade de dados e as questões éticas envolvidas (Zhao, 2024).

Superar esses obstáculos exige o desenvolvimento de estratégias específicas, como a formação de parcerias tecnológicas, a adoção de ferramentas de código aberto e o investimento no treinamento contínuo dos colaboradores, visando garantir o uso eficiente e responsável da IA nesse contexto (Zhao, 2024).

É fundamental tratar de questões cruciais como a qualidade dos dados utilizados, a transparência dos algoritmos empregados e a conformidade com os marcos regulatórios vigentes, uma vez que esses fatores são determinantes para que o potencial da IA seja plenamente aproveitado na consolidação de práticas ESG

eficazes e confiáveis (Gupta; Agarwal, 2024). A partir desse ponto de vista, o presente estudo criou um *software* capaz de funcionar como uma interface mediadora entre a maior parte dos sistemas de gestão corporativo e agentes de IA, ilustrando a viabilidade de unir esses ativos tecnológicos para aprimorar a análise de dados no contexto ESG.

Este recurso tecnológico oferece um diferencial relevante para empresas que desejam avançar na integração entre sistemas corporativos e agentes de IA já disponíveis no mercado, mas que enfrentam limitações operacionais ou financeiras para viabilizar essa implementação (Nowicki et al., 2024; The Economist, 2025).

A adoção de IA no âmbito das práticas de ESG, envolve desafios recorrentes, complexidade tecnológica, custos de implantação, privacidade de dados e questões éticas. Mitigá-los exige estratégias combinadas, como parcerias tecnológicas, uso criterioso de ferramentas de código aberto e capacitação de equipes (Zhao, 2024).

Quando se disponibiliza um mecanismo acessível e funcional para incorporar IA à análise de dados organizacionais, a solução proposta favorece a democratização do uso de IA no ambiente (Nguyen et al., 2023) e amplia o acesso aos benefícios dessa tecnologia para o aprimoramento da gestão ESG.

A adoção de práticas ESG em uma empresa vai além da redução do impacto ambiental, pois envolve também a gestão responsável dos recursos humanos, a promoção de diversidade e inclusão, a transparência na governança e a ética nas relações com fornecedores e stakeholders (Md. Amanullah et al., 2024). Este é um ponto importante de destacar, pois a implementação de estratégias ESG pode gerar ganhos reputacionais, eficiência operacional e acesso a novas oportunidades de financiamento sustentável (Sousa et al., 2023).

No contexto deste estudo de caso, a dimensão ambiental (E) do ESG assume um papel central. Em vez de tratar sustentabilidade apenas como narrativa corporativa ou compromisso reputacional, este estudo trabalha com dados materiais de impacto ambiental, tais como consumo de água, energia elétrica e gás natural, extraídos diretamente dos sistemas corporativos da organização analisada (Taherdust, 2023).

Assim, a análise ambiental deixa de ser uma ação pontual ou declaratória e passa a ser um processo técnico recorrente, apoiado por sistemas corporativos e por inteligência artificial (IA), com potencial direto de orientar decisões de redução de impacto ambiental (Koyamparambath et al., 2022; Manish Yadav; Gurjeet Singh, 2023).

Os dados de consumo e operacionais simples da empresa modelo pesquisada, desde que anonimizados, são passíveis de ser organizados, auditados e interpretados como indicadores objetivos, seja ambientais, sociais e/ou de governança, capazes de revelar padrões de uso de recursos naturais, identificar ineficiências e subsidiar decisões de redução de impacto ambiental (Pagnussat et al., 2019; Robinson; Bradley, 2001).

Optou-se por adotar a ABNT PR 2030-1:2024 como referência principal de boas práticas ESG. Embora recente, esta referência permite alinhamento com um modelo reconhecido e interpretação objetiva dos resultados, em conformidade com parâmetros normativos (ABNT, 2024a).

Além da ABNT PR 2030-1:2024, destacam-se a ABNT PR 2030-2:2024 e a ISO IWA 48:2024. A ABNT PR 2030-2 apoia este trabalho ao operacionalizar a ESG: define papéis e responsabilidades, fluxos de coleta/validação, critérios de materialidade e mecanismos de melhoria contínua, úteis para governança de dados e trilhas de auditoria dos indicadores analisados por IA (ABNT, 2024b). Já a ISO IWA 48 oferece uma referência internacional de princípios (exemplo: materialidade, transparência, comparabilidade, consistência, diligência devida e integração à estratégia), fornecendo a visão de boas práticas globais para benchmarking e alinhamento metodológico (ISO, 2024).

Embora estas normas tenham sido consideradas essenciais para embasar futuras propostas para evolução desta pesquisa, a ABNT PR 2030-1:2024 é considerada uma referência primária, uma vez que oferece uma proposta de estrutura ESG recomendada para a avaliação (ABNT, 2024a). Além disso, um fato importante referente à ABNT PR 2030-1:2024 é que se trata de uma Prática Recomendada e não de uma norma, que procura garantir norteamento do assunto através da facilidade na

interpretação dos dados e compatibilidade com empresas de todos os portes e segmentos.

Os dados foram organizados conforme os Eixos, Temas e Critérios estabelecidos na Tabela 3 baseada na ABNT PR 2030-1, abrangendo tanto os resultados disponíveis quanto aqueles que demonstrassem aderência aos parâmetros normativos. Essa abordagem permitiu a construção de um arcabouço sólido para a apresentação dos dados, assegurando alinhamento metodológico com diretrizes ESG consolidadas, útil para qualquer empresa entender o seu contexto e que dispensa o elevado rigor envolvido na adoção de padrões globais de relatório ESG (ABNT, 2024a; Agrasut, 2025).

2. PROBLEMA DA PESQUISA

Segundo Torres-Rodríguez e Monroy-Muñoz (2020), o problema da pesquisa descreve a questão central que será abordada ao longo do estudo, destacando sua relevância e os objetivos que se pretende alcançar.

Apesar da crescente valorização do ESG, muitas empresas ainda não possuem estratégias estruturadas para medir e reduzir seu impacto ambiental e social (Chan et al., 2016). A ausência de métodos de adequação acessíveis, métricas ESG padronizadas e indicadores-chave de desempenho (KPIs) são barreiras para a implementação eficaz da estratégia. As empresas geralmente enfrentam dificuldades em quantificar os fatores ESG devido a diversos critérios e sistemas de avaliação, o que complica a integração do ESG nas estratégias corporativas (Baratta et al., 2023; Dong, 2023).

Embora os relatórios ESG sejam cruciais para a responsabilidade e a transparência, muitas empresas não têm a infraestrutura para coletar e analisar dados relevantes de forma eficaz. A introdução de *Dashboards* (paineis) de ESG é um ponto que pode ajudar a identificar lacunas e deficiências nas práticas atuais, mas exige um forte compromisso da gerência e das equipes interfuncionais (Bhattacharya; Zaman, 2023), além de um planejamento claro de onde se quer chegar (Kerr; Phaal, 2022).

Apesar da inteligência artificial ter a capacidade de melhorar substancialmente a utilização das métricas ambientais, sociais e de governança (ESG), é imperativo contemplar os obstáculos e restrições vinculados à sua execução. Preocupações como integridade de dados, transparência algorítmica e adesão regulatória constituem impedimentos consideráveis para a aplicação eficaz da IA na otimização de ESG.

A influência da IA no desempenho do ESG pode diferir em vários setores (Li et al., 2023b; Xia, 2025). Além disso, a falta de estruturas padronizadas de relatórios ESG complica a integração da IA, pois as empresas podem não ser incentivadas a divulgar impactos negativos. Uma estrutura proposta para avaliar os relatórios ESG pela IA com base nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU visa abordar essa questão promovendo transparência e responsabilidade (Sætra, 2021).

O consumo de recursos naturais, a dependência de fornecedores sem certificações sustentáveis, e falta de políticas robustas de inclusão e de governança são desafios comuns (Bird; Soundararajan, 2020; Gualandris; Kalchschmidt, 2013; Kumaza, 2019; Musaeva et al., 2024; Raj et al., 2021). A implementação de modelos que integrem critérios de sustentabilidade na seleção de fornecedores pode ajudar as empresas a identificar e fazer parcerias com fornecedores que atendam aos padrões ambientais e sociais (Wu et al., 2023).

As empresas podem enfrentar a reação de consumidores e grupos de defesa se seus fornecedores se envolverem em práticas não sustentáveis, levando a uma imagem de marca manchada e à perda da confiança do cliente (D. et al., 2021). Além disso, a não conformidade com os padrões de sustentabilidade pode resultar em multas e aumento de custos associados à retificação de danos ambientais ou sociais (Er; Firat, 2017).

Fornecedores não sustentáveis podem ser mais propensos a interrupções devido à degradação ambiental ou agitação social, levando a interrupções na cadeia de suprimentos (Beer; Liyanage, 2012; Romano et al., 2022). Embora o foco em cadeias de suprimentos sustentáveis esteja crescendo, os desafios permanecem para alcançar uma adoção generalizada. Restrições econômicas e limitações estratégicas podem impedir a implementação de práticas sustentáveis, particularmente para aquelas empresas de menor porte e com recursos limitados (Sajjad, 2015).

A complexidade das cadeias de suprimentos globais e os diversos ambientes regulatórios existentes podem criar ambiguidades e compensações entre metas de sustentabilidade e eficiência operacional (Pacheco et al., 2020). Esses fatores não apenas comprometem a reputação das empresas, mas também podem resultar em perdas financeiras significativas à medida que os consumidores e investidores se tornam mais exigentes quanto às práticas sustentáveis (Amaral et al., 2023).

As práticas sustentáveis são essenciais para moldar a identidade e a reputação da marca de uma empresa. As empresas que priorizam a responsabilidade ambiental e social são vistas de forma mais favorável pelos consumidores, o que pode levar a uma imagem de marca mais forte e a aumentar a confiança do cliente (Flores-Hernández et al., 2020).

Torna-se crucial que as empresas passem a adotar uma abordagem proativa para integrar os princípios de ESG em suas operações e também em suas estratégias de negócios, buscando desenvolver inovação e transparência para que consigam se manter competitivas no mercado atual (Zamfiroiu; Pînzaru, 2021).

Diante deste cenário, este estudo de caso propõe um método que utiliza um software baseado num agente de IA, que recebe diretamente de sistemas de gestão corporativa, os dados pertinentes a consumo e os dados operacionais anonimizados.

Uma vez analisados pelo agente de IA, estes dados geram recomendações de melhoria contínua que otimizam os projetos de adequação ESG, a redução de impacto ao meio ambiente, mitigação do risco de *greenwashing*² e ampliação do acesso ao ESG, sobretudo para pequenas e médias empresas.

Com esta formulação, atende-se as recomendações de Bastos et al. (2003) para determinação do problema, que são: Dificuldade básica, necessidade sentida e lacuna detectada na área de conhecimento.

² *Greenwashing* é a prática na qual empresas divulgam iniciativas ambientais e sociais sem respaldo real nos dados, assim como falsas respostas em relatórios de sustentabilidade. A lavagem verde pode assumir várias formas, incluindo publicidade enganosa, alegações vagas e o uso de rótulos falsos que sugerem benefícios ambientais (Simion, 2024). As empresas geralmente se envolvem em lavagem verde para capitalizar a crescente demanda dos consumidores por produtos ecologicamente corretos sem incorrer nos custos associados a práticas genuínas de sustentabilidade (Chang et al., 2024; Simion, 2024).

3. HIPÓTESE

Se um método baseado em agente de IA integrar-se diretamente aos sistemas de gestão corporativa (ERP) para analisar dados de consumo e dados operacionais anonimizados, então será capaz de gerar recomendações de melhoria contínua mais consistentes, auditáveis e rastreáveis, capazes de otimizar o desempenho ESG, reduzir impactos ambientais e mitigar riscos de *greenwashing*, especialmente em pequenas e médias empresas.

4. JUSTIFICATIVA

A crescente demanda por práticas ambientais sustentáveis e socialmente responsáveis tem levado algumas empresas a adotarem métricas ESG como um dos principais pilares estratégicos para a perenidade dos negócios (Gavilanes-Carranza et al., 2024; Tan, 2024).

No entanto, as empresas geralmente relatam seu desempenho de ESG voluntariamente, o que pode levar à ocorrência de *greenwashing*, prática de alegações ambientais infundadas sobre os benefícios ambientais de um produto ou serviço, muitas vezes para induzir os consumidores a acreditarem que estão fazendo escolhas ecológicas. Assim, esses dados autorrelatados podem não refletir com precisão o desempenho real e podem introduzir vieses positivos, mas não necessariamente reais (Crippa, 2024; Patel; Gloor, 2023).

Um dos grandes desafios enfrentados pelas organizações é a coleta e análise confiável dos dados ESG, uma vez que grande parte das informações utilizadas nos relatórios ainda são baseadas em processos manuais, autodeclarações ou auditorias externas que podem estar sujeitas a inconsistências (Liang, 2023; Wang et al., 2024), vieses ou até mesmo práticas de *greenwashing*, conforme já mencionado.

A crescente demanda por práticas sustentáveis e socialmente responsáveis tem levado empresas a adotarem métricas ESG como um dos pilares estratégicos para a perenidade dos negócios (Kocmanová; Šimberová, 2014). A obtenção dos

dados precisa passar a ocorrer de forma automatizada, diretamente dos sistemas de gestão corporativos e não através de métodos manuais (Ronalter et al., 2023).

Muitas empresas estão investindo em tecnologias avançadas, como inteligência artificial e *blockchain*, que podem proporcionar uma coleta de dados mais precisa e transparente, garantindo a integridade das informações por meio de controles determinísticos, auditoria e criptografia, com apoio da IA na verificação de consistência e identificação de desvios, fortalecendo a confiabilidade dos dados apresentados relatórios ESG (Liu et al., 2021).

Estes recursos não apenas melhoram a qualidade dos dados, mas também permitem uma análise em tempo real, facilitando a tomada de decisões informadas e promovendo uma cultura organizacional mais responsável e sustentável (Raza et al., 2022).

Integrar a governança ESG aos sistemas de gestão corporativa ou aos ERPs, de forma a garantir que os dados utilizados para a análise sejam precisos, rastreáveis e auditáveis (Rajesh; Rajendran, 2020), pode possibilitar uma visão clara e objetiva do desempenho ambiental, social e de governança da organização, permitindo decisões mais bem fundamentadas, para empresas de todos os portes e segmentos, desde que tenha minimamente um sistema corporativo populado continuamente com os dados de sua operação.

A possibilidade de automatização do processo de acesso e análise dos dados por meio da tecnologia, contribui para a redução de erros humanos e para o aumento da eficiência operacional das demonstrações de resultado de ESG (Maniora, 2017). Com um método de obtenção dos dados mais confiável e em tempo real, as empresas podem não apenas cumprir com as exigências legais e regulatórias, mas também se posicionar estrategicamente frente a investidores, *stakeholders* (funcionários) segundo Pinelli e Maiolini (2017) e Wilson (2021).

Portanto, incorporar a governança ESG aos sistemas corporativos não é apenas uma medida técnica, mas uma ação estratégica com potencial para fortalecer a reputação, atrair investimentos e gerar valor a longo prazo (Twinamatsiko; Kumar, 2022). Essa integração permite que as empresas não apenas monitorem seu

desempenho em sustentabilidade, mas também identifiquem oportunidades de melhoria contínua e inovação, alinhando suas operações com os objetivos globais de desenvolvimento sustentável (Kocmanová; Šimberová, 2014) .

Neste contexto, a análise ESG deixa de ser uma prerrogativa exclusiva de grandes corporações com elevados recursos financeiros (Gawęda, 2021; Mattiasich-Szokoli; Szóka, 2022), passando a ser acessível a empresas de todos os portes, interessadas em avaliar seus impactos ambientais, sociais e de governança (Jean; Grant, 2022). Mais do que uma exigência formal para compor balanços ou atender a demandas de acionistas, a proposta é possibilitar que as organizações que realmente desejam alinhar sua atuação aos princípios ESG, conforme orientações estabelecidas na ABNT PR 2030-1:2024, possam realizar essa avaliação de maneira interna, sem depender, necessariamente, da contratação de consultorias especializadas.

Diferentemente de outros estudos que pretendem mensurar o nível de maturidade de uma organização com base em exigências regulatórias, padrões normativos ou padrões de mercado, este trabalho foca na viabilidade técnica e operacional de se extrair, organizar e interpretar por meio da IA, dados já disponíveis no ambiente corporativo, para a criação de relatórios de desempenho ESG mesmo que básicos.

A relevância dessa abordagem está na popularização e democratização do ESG pelo fato de que empresas de todos os portes, que possuam seu ERP implantado, podem dar os seus primeiros passos em direção à geração de seus resultados ESG e obter insights valiosos para sua operação, gerando os indicadores ESG baseados nos seus negócios (Mattiasich-Szokoli; Szóka, 2022), em muitos casos sem apoio consultivo externo.

Usar a importação de dados dos sistemas corporativos como única fonte de informação para os relatórios ESG, ao invés de fazer o preenchimento manualmente de formulários, reduz indiscutivelmente a possibilidade de erros, inconsistências e de uma eventual acusação de *greenwashing*.

O desenvolvimento do estudo se apoia no seu caráter prático e aplicável a diferentes empresas e setores, uma vez que promove a popularização e

democratização do ESG. O modelo proposto não se restringe a um único nicho ou segmento, sendo replicável para organizações de diferentes tamanhos e áreas de atuação, tornando a governança ESG em algo desmistificado, acessível e estratégico.

O papel crescente da Inteligência Artificial na gestão de dados ESG (Kulkarni et al., 2023), reforça a relevância deste estudo de caso em usar de um software que recebe dados diretamente do ERP e através de interações com agente de IA, que sugere melhorias para as práticas ESG, como demonstrado no capítulo 8. Resultados.

Este recurso pode permitir que a governança ESG seja otimizada, evolutiva e alinhada às tendências globais de digitalização corporativa, independente do fabricante do sistema de gestão corporativa em uso pela empresa (Raza et al., 2022).

A utilização de um software desenvolvido pelo autor para demonstrar a integração entre sistemas corporativos e agentes de Inteligência Artificial, reforça a viabilidade de um modelo onde a tecnologia desempenha um papel central na otimização dos resultados, na transparência e na confiabilidade das informações ESG (Kulkarni et al., 2023; Saxena et al., 2022; Twinamatsiko; Kumar, 2022).

Por fim, a justificativa deste estudo se fundamenta na oportunidade de aprimorar a tomada de decisão baseada em dados concretos e estruturados, que possibilita mensurar e reduzir os impactos ambientais provocados pela operação das empresas. As empresas que conseguem gerenciar suas métricas ESG de maneira transparente e confiável, se destacam no mercado, fortalecem sua reputação, atraem investidores responsáveis e garantem maior competitividade a longo prazo (Jean; Grant, 2022).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivos Gerais

O objetivo geral deste estudo caso é propor e validar um método, suportado por um *software* baseado em agente de IA integrado a sistemas de gestão corporativa³ (ERP⁴), para gerar recomendações de melhoria nos relatórios ESG em empresas. As propostas se originam da análise de dados corporativos da empresa modelo pesquisada.

5.2. Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste estudo de caso, foram definidos os seguintes objetivos específicos, que também detalham as etapas e os resultados esperados da pesquisa:

- ⇒ Demonstrar a viabilidade da extração e análise de dados ESG diretamente dos sistemas de informação corporativos, evidenciando que os ERPs e demais sistemas empresariais podem ser as próprias fontes confiáveis para a geração de relatórios de sustentabilidade e governança.
- ⇒ Evidenciar que práticas de *greenwashing* e falsas respostas nos relatórios ESG podem ser minimizadas por meio da eliminação de formulários manuais e pela extração dos dados diretamente do sistemas de gestão corporativa, garantindo que os indicadores analisados sejam originados de dados reais, auditáveis e rastreáveis, extraídos diretamente dos sistemas ERP.

³ Um sistema de gestão corporativa é uma solução tecnológica usada para apoiar a operação de empresas (Azapagic, 2003; Vinnakota, 2012). Os Sistemas de Gestão Corporativa podem incluir outras soluções, como CRM (Customer Relationship Management) e SCM (Supply Chain Management), que atendem a necessidades específicas de negócios e ajudam a otimizar processos de forma mais direcionada (Abugabah, 2017).

⁴ O ERP (Enterprise Resource Planning) é um tipo de sistema de gestão corporativa que integra diferentes áreas da organização, como finanças, RH e logística (Bernroider; Koch, 2002; Winarno, 2015). Embora todo ERP seja um sistema de gestão corporativa, nem todo sistema corporativo é um ERP. Esses sistemas, ao serem implementados de maneira eficaz, podem proporcionar uma visão holística da operação empresarial, melhorando a tomada de decisões e aumentando a eficiência organizacional (Jacova; Horak, 2015).

- ⇒ Corroborar a integração entre Inteligência Artificial e os dados ESG extraídos dos sistemas ERP, demonstrando como a IA pode ser utilizada para interpretar informações, identificar padrões e sugerir ações estratégicas para aprimorar a governança ambiental, social e corporativa.
- ⇒ Desenvolver e validar a aplicação de um *software* de troca de dados especificamente para demonstrar a viabilidade dessa integração, funcionando como uma API que recebe dados dos sistemas ERP e devolve os dados processados pelo agente de Inteligência Artificial, gerando propostas de melhorias para as práticas ESG.
- ⇒ Evidenciar os benefícios da automação na análise ESG, destacando como a utilização de sistemas corporativos pode reduzir erros manuais, aumentar a confiabilidade das informações e agilizar o processo de tomada de decisão.
- ⇒ Propor um modelo mais sustentável e replicável para empresas de diferentes setores e portes, demonstrando que a digitalização dos processos ESG pode ser acessível, eficiente e estratégica para a gestão empresarial, que venha a popularizar a implementação de ESG nas empresas.
- ⇒ Com base nos resultados obtidos resultantes de todos os objetivos descritos anteriormente, evidenciar a importância da governança de dados no contexto ESG, enfatizando que a adoção de sistemas de gestão corporativa e inteligência artificial pode tornar a gestão ambiental, social e governança mais transparente, eficiente e alinhada às melhores práticas do mercado.

6. REVISÃO DA LITERATURA

A literatura demonstra que a integração de ESG no setor de serviços é essencial para promover a sustentabilidade e a responsabilidade social (Huiping et al., 2024; Wang, 2024). A ABNT PR 2030-1:2024 fornece um roteiro de análise e um modelo de referência para avaliar o nível de maturidade ESG das empresas (ABNT, 2024a), sendo aplicado neste estudo para analisar a empresa modelo pesquisada.

O nível de maturidade é um indicador estratégico que revela em que estágio a empresa se encontra na jornada ESG e qual o esforço necessário para avançar. Mais do que buscar o ápice da maturidade, é essencial que a organização encontre o equilíbrio ideal entre as expectativas de clientes e acionistas, os custos financeiros do processo e os impactos socioambientais gerados por suas atividades (Bernroider; Koch, 2002, p. 4; Pinelli; Maiolini, 2017; Wilson, 2021).

Neste ponto, cabe uma ressalva importante: embora a ABNT PR 2030-2(2024) e a ISO IWA 48:2024 não estejam sendo consideradas neste estudo para fins de avaliação da empresa modelo analisada, de modo a preservar a clareza e o foco do presente trabalho, é oportuno destacar uma contribuição relevante de ambos os documentos. Trata-se do conceito de “dupla materialidade⁵” (ABNT, 2024a, 2024b) ou “*double materiality*” (ISO, 2024), conforme demostrado na Figura 1, especialmente pertinente neste momento em que tais documentos foram recentemente publicados. Esse conceito propõe a consideração simultânea de impactos financeiros e não financeiros em uma mesma análise, ampliando a compreensão da materialidade sob uma perspectiva integrada.

⁵ O conceito de dupla materialidade é essencial no contexto dos relatórios ambientais, sociais e de governança (ESG). Ele reconhece que as organizações devem considerar duas perspectivas distintas ao avaliar sua materialidade:

Materialidade financeira: Essa perspectiva se concentra em como os fatores ambientais e sociais podem impactar o desempenho financeiro de uma organização. Envolve a avaliação de riscos e oportunidades que podem afetar a lucratividade, os custos e a saúde financeira geral. Por exemplo, mudanças nas regulamentações relacionadas à proteção ambiental podem levar ao aumento dos custos operacionais ou a novas oportunidades de mercado para produtos sustentáveis (ABNT, 2024b).

Materialidade de impacto: Esse aspecto enfatiza os efeitos da organização no meio ambiente e na sociedade. Isso exige que as empresas avaliem como suas operações, produtos e serviços impactam as partes interessadas externas, incluindo comunidades e ecossistemas. Compreender esses impactos é crucial para o comportamento e a prestação de contas corporativos responsáveis (ABNT, 2024b).



Figura 1 – A *Dupla Materialidade* que ocorre quando simultaneamente os impactos financeiros e não financeiros estão presentes em uma mesma análise (extraído de ABNT, 2024a, 2024b).

Dando sequência, este estudo de caso oferece uma contribuição importante no aspecto ao propor a ABNT PR 2030-1:2024 para orientar as demonstrações de resultado das empresas (ABNT, 2024a). Este fato é particularmente relevante, pois um dos fatores que durante algum tempo prejudicou a ampliação da adesão aos padrões ESG pelas empresas, foi a falta de métricas padronizadas para se avaliar os resultados obtidos. Pois, a falta de métricas padronizadas resultou em confiança limitada entre investidores e empresas, afetando sua capacidade de tomar decisões informadas sobre investimentos sustentáveis (Vasiu, 2024).

Com base nessa fundamentação teórica, o próximo capítulo apresentará a metodologia utilizada no estudo de caso, detalhando os critérios adotados para a avaliação da empresa modelo.

6.1. Diretrizes para a Sustentabilidade Corporativa

AABNT PR 2030-1:2024 é uma prática recomendada que estabelece diretrizes para o desenvolvimento sustentável nas empresas brasileiras. O documento apresenta um modelo de maturidade ESG, que auxilia as organizações a direcionarem e mensurar as suas práticas sustentáveis (ABNT, 2024a).

A aplicação deste documento no presente estudo oferece uma proposta de alinhamento estratégico para as empresas e serve de um balizador que permite avaliar o grau de maturidade ESG da empresa modelo pesquisada. Com base em dados obtidos de seu sistema corporativo para fins desta pesquisa, ela e outras

empresas poderão optar por seguir adiante neste processo, ciente dos desafios relacionados a uma implementação plena das demonstrações de resultados de ESG.

6.2. O Conceito de ESG e sua Relevância para o Setor Corporativo

Conforme já mencionado, a sigla ESG refere-se a três pilares fundamentais para a sustentabilidade empresarial: ambiental, social e governança. A adoção de práticas ESG não apenas melhora a reputação das empresas, mas também reduz riscos operacionais e pode gerar vantagens competitivas no mercado.

De acordo com Eccles e Klimenko (2019), empresas que adotam princípios ESG tendem a apresentar maior resiliência financeira a longo prazo, pois consideram fatores ambientais e sociais na sua estratégia de negócios. Além disso, segundo o relatório da GSIA (2022), investimentos sustentáveis cresceram significativamente nos últimos anos, indicando um interesse crescente de investidores por empresas que demonstram compromisso com boas práticas ESG.

Segundo Segura et al. (2024), ESG é definido:

- A dimensão ambiental (E - Environmental) abrange o impacto das atividades empresariais no meio ambiente, incluindo a gestão de recursos naturais, emissões de carbono e eficiência energética.
- A dimensão social (S - Social) envolve as relações da empresa com seus funcionários, fornecedores, clientes e a comunidade, considerando temas como inclusão, diversidade e direitos humanos.
- A dimensão de governança (G - Governance) diz respeito à transparência corporativa, ética empresarial, conformidade regulatória e estrutura de gestão.

Por fim, estudos apontam que, apesar da crescente conscientização sobre ESG, muitas empresas ainda não possuem mecanismos estruturados de monitoramento e avaliação, dificultando a mensuração do impacto sustentável de suas atividades (Sahin et al., 2022).

6.3. Relevância Sistêmica para o Setor Corporativo

6.3.1. Inteligência Artificial como otimizador das ações ESG

A inteligência artificial, que no contexto deste estudo de caso utiliza o modelo GPT-4o, conforme detalhado no **7.6.2.1. Model (Modelo)**, desempenha papel central na análise e na otimização de processos associados ao ESG, abrangendo, entre outros aspectos:

- Análise de consumo de recursos: monitoramento e otimização do uso de água e energia.
- Eficiência na gestão de pessoal: previsão de demandas para otimizar alocação de recursos humanos.
- Monitoramento da cadeia de suprimentos: análise de fornecedores para garantir boas práticas ambientais e sociais.

A escolha do GPT fundamentou-se na ampla disponibilidade de acesso e no fato de ter rapidamente se consolidado como padrão de mercado no período inicial da pesquisa, iniciada em janeiro de 2023, além de ter respondido adequadamente aos testes preliminares realizados. Com a disponibilização pública, pela OpenAI, do acesso à versão GPT-3.5 por meio de API, em março de 2023, o ambiente passou a atender às exigências metodológicas estabelecidas para o estudo.

Com o lançamento do GPT-4o em maio de 2024, observou-se maior maturidade da plataforma, com redução de riscos técnicos e maior estabilidade para sustentar o foco no objetivo central da pesquisa: demonstrar a viabilidade do uso de inteligência artificial aplicada à sustentabilidade corporativa.

Enquanto a solução permaneceu aderente aos requisitos do método, condição mantida até a conclusão do estudo, não se configurou justificativa para sua substituição. Assim, a pesquisa concentrou-se em identificar e validar subsídios que justificassem o emprego da IA no contexto analisado, utilizando o modelo GPT-4o como suporte até o término do trabalho.

Como a comparação de desempenho entre ferramentas de IA não constitui o propósito desta pesquisa, o trabalho concentrou-se em identificar e validar subsídios que justificassem o emprego da IA no contexto analisado. Assim, enquanto a solução permaneceu aderente aos requisitos do método, condição mantida até a conclusão do estudo, não se configurou justificativa científica para sua substituição.

6.3.2. A Importância dos Sistemas ERP nas Empresas e Seu Papel na Geração de Dados para Avaliação das Práticas ESG

Nos últimos anos, a gestão empresarial tem passado por transformações significativas impulsionadas pela digitalização e pela crescente exigência por transparência e responsabilidade corporativa. Nesse contexto, os sistemas ERP se tornaram fundamentais para a gestão integrada das organizações, fornecendo uma base robusta para a coleta, processamento e análise de dados.

Paralelamente, o conceito ESG ganhou relevância, exigindo que as empresas adotem práticas sustentáveis, responsáveis socialmente e com governança eficaz. Neste capítulo, discutiremos a importância dos sistemas ERP nas empresas e como sua capacidade de geração de dados pode contribuir para a avaliação e aprimoramento das práticas ESG.

Na elaboração de relatórios para avaliação da maturidade em ESG é importante reconhecer que, para empresas que estão em fase inicial de maturidade, o processo de adaptação dos relatórios ESG a frameworks globais pode se revelar excessivamente oneroso e desgastante (Bose, 2020). A necessidade de alinhar os relatórios a padrões internacionais, com o objetivo de facilitar a compreensão por analistas ou auditores externos, ou ainda viabilizar a exportação de dados para plataformas externas ou para uma matriz internacional, pode representar um desafio considerável numa etapa inicial de adequação, especialmente para organizações de pequeno e médio porte (Kretzer, 2015).

Diante desse cenário, é razoável considerar que, em um primeiro momento, a prioridade dessas empresas deva estar centrada na compreensão interna dos dados

e na construção de representações que façam sentido à sua realidade organizacional, mesmo que ainda estejam distantes dos formatos padronizados globalmente aceitos (Iamandi et al., 2019; Perskaya et al., 2022).

À medida que a empresa evolui em sua jornada ESG e vislumbra a necessidade de comunicar seus resultados ao mercado de forma mais estruturada e transparente, torna-se possível e recomendável a adoção de um framework reconhecido internacionalmente (Jia, 2020), como o GRI (*Global Reporting Initiative*), que é um dos modelos propostos pela ABNT (2024a), pois resume as melhores práticas globais para divulgação pública, com ramificações econômicas, ambientais e sociais.

A organização pode optar por desenvolver internamente seus relatórios de acordo com esse padrão ou, alternativamente, adquirir uma solução tecnológica especializada que permita a integração com seu sistema ERP e a geração automatizada de relatórios em conformidade com os requisitos técnicos e formais do framework adotado (Chyzhevska, 2021; Zhihong et al., 2018). Uma solução especializada pode aumentar a eficiência e a precisão na geração de relatórios, facilitando a análise de dados organizacionais e a tomada de decisões (Macfarlane, 2005; Yadati et al., 2012).

Essa abordagem propicia a construção de uma base sólida de dados e indicadores, ao mesmo tempo em que respeita o grau de maturidade da empresa, garantindo um processo evolutivo sustentável e aderente à sua capacidade operacional e estratégica.

6.3.3. O Papel dos Sistemas ERP na Gestão Empresarial

Os sistemas ERP são plataformas tecnológicas projetadas para integrar e automatizar os principais processos de uma organização, abrangendo áreas como finanças, recursos humanos, produção, vendas e logística. Sua principal função é centralizar informações e garantir que todos os setores trabalhem com dados confiáveis e atualizados em tempo real. Essa centralização permite análises detalhadas que orientam as decisões estratégicas e impulsionam o crescimento e a inovação (Lima et al., 2024).

A implementação de um ERP possibilita ganhos de eficiência ao reduzir redundâncias, minimizar erros e facilitar a tomada de decisões baseadas em dados concretos (Tuli; Kaluvakuri, 2022). Este potencial transformador não é recente; já em 1998, Davenport (1998) argumentava que o verdadeiro valor dos sistemas ERP reside na sua capacidade de impor disciplina e padronização aos processos de negócio, quebrando silos funcionais e forçando a organização a operar de forma integrada. Com a evolução das tecnologias de big data e análise preditiva, os ERPs modernos ampliaram essa capacidade, tornando-se ferramentas essenciais para a estratégia empresarial ao fornecer insights valiosos sobre o desempenho organizacional (Darie, 2023; Lima et al., 2024).

Os sistemas ERP desempenham um papel fundamental na modernização da gestão empresarial e se tornaram aliados essenciais na implementação e monitoramento das práticas ESG, levando a divulgações mais abrangentes e favoráveis em relatórios de sustentabilidade (Simmonds et al., 2018). Sua capacidade de consolidar dados e gerar relatórios precisos permite que as organizações sejam mais transparentes, eficientes e sustentáveis (AlHayek; A. Abu Odeh, 2024).

Diante da crescente exigência do mercado por empresas comprometidas com ESG, a adoção de um ERP bem estruturado pode representar um diferencial competitivo significativo, contribuindo para a perenidade e sucesso do negócio num mercado em constante mudança (Zavrazhnyi et al., 2024).

6.3.3.1. A Geração de Dados pelos Sistemas ERP e a Avaliação das Práticas ESG

A adoção de princípios ESG permite que as empresas tenham controle sobre seus impactos ambientais, sociais e de governança. Para isso, é essencial dispor de dados confiáveis que possibilitem mensurar e relatar essas iniciativas. Além disso, essa integração é fundamental para as divulgações ESG verdadeiras e responsáveis, que podem melhorar a posição de uma organização e o envolvimento das partes interessadas (Dasinapa, 2024).

Os sistemas ERP desempenham um papel crucial nesse processo, pois coletam e consolidam dados que podem ser utilizados para monitorar e avaliar

indicadores ESG. Esse alinhamento é essencial para alcançar as metas de sustentabilidade e reduzir a pegada de carbono por meio de economia de energia e melhor gerenciamento de resíduos (Aydemir; Yuzgenc, 2023; Ursacescu et al., 2019). A seguir, são destacados alguns pontos onde um ERP pode contribuir para cada pilar ESG:

Ambiental (E - Environmental)

Os sistemas ERP sustentáveis ou S-ERP segundo Yuzgenc e Aydemir (2023), e segundo Olsen (2022), que são aqueles sistemas ERP que apoiam o gerenciamento verde da cadeia de suprimentos, permitem a coleta e monitoramento de dados ambientais, como consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa, consumo de água e gestão de resíduos. Essas informações são essenciais para que as empresas identifiquem oportunidades de redução de impactos ambientais e atendam às regulamentações ambientais vigentes (Aydemir; Yuzgenc, 2023) e possam aproveitar essas tecnologias para otimizar o consumo de energia e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (Yurtay, 2025).

Social (S - Social)

Na dimensão social, os sistemas ERP contribuem para a gestão dos recursos humanos e do impacto social da empresa. Os sistemas ERP podem otimizar os procedimentos de aquisição e documentação de dados, facilitando a capacidade das organizações de monitorar e transmitir indicadores sociais, como diversidade da força de trabalho, metodologias trabalhistas e envolvimento da comunidade (Aydemir; Yuzgenc, 2023; Hsiung; Chen, 2024).

Ao fornecer uma estrutura centralizada para governança de dados, os sistemas ERP podem aprimorar a precisão e a confiabilidade das informações de desempenho social, o que é essencial para manter a transparência e a responsabilidade nos relatórios ambientais, sociais e de governança (ESG) (Olsen, 2022).

Governança (G - Governance)

A governança corporativa exige transparência e conformidade com normas e regulamentos (Holderegger; Duarte, 2024b). Os ERPs oferecem controle sobre auditorias, relatórios financeiros e conformidade regulatória, garantindo que as empresas sigam boas práticas de gestão. Essa transparência é fundamental para cultivar a confiança de financiadores, patronos e outras partes interessadas (Handoko et al., 2024).

A integração dos recursos permite que as organizações acompanhem seu progresso em relação às metas e melhores práticas do ESG, garantindo assim a adequação com os requisitos regulatórios e com padrões internacionais (Krindges; Alves Da Silva, 2022; Romero et al., 2025). A rastreabilidade e a segurança dos dados também são reforçados pelos sistemas ERP, garantindo a integridade das informações corporativas.

6.4. ESG e Desenvolvimento Ambiental no Brasil em Perspectiva Global

6.4.1 Justificativa e enquadramento

A consolidação do ESG como infraestrutura informacional para mercados de capitais e políticas públicas tem ampliado a exigência por dados ambientais comparáveis e auditáveis (Holderegger; Duarte, 2025). Essa demanda gera uma tendência por transparência, impulsionada fundamentalmente, pela necessidade de uma infraestrutura tecnológica robusta, capaz de capturar, processar e verificar dados ambientais de forma automatizada e científica (Fassnacht et al., 2024).

No Brasil, a tendência vem sendo institucionalizada por duas iniciativas complementares: (i) regulatória-financeira, com a Resolução CVM nº 193/2023 e atos subsequentes que alinham o reporte corporativo às normas do ISSB/IFRS S1 e S2 (CVM – Comissão de Valores Mobiliários, 2023, 2024, 2025; IFRS Foundation, 2023a, 2023b); e (ii) normativa-técnica, com a ABNT PR 2030-1:2024, que estabelece conceitos, diretrizes e um modelo de avaliação/direcionamento organizacional para práticas ESG (ABNT, 2024a).

Tomadas em conjunto, as iniciativas criam as condições para o aumento da qualidade, rastreabilidade e asseguração das informações ambientais divulgadas por companhias brasileiras, com efeitos diretos sobre comparabilidade internacional e sobre a capacidade de aplicar modelos de ciência de dados para otimização de processos e mitigação de impactos (Massey et al., 2023).

6.4.2 Contexto econômico e ambiental de referência

Para fins de comparação internacional, adota-se o Produto Interno Bruto nominal (PIB corrente em US\$) do World Economic Outlook (WEO) do FMI (abril/2025) como indicador de escala econômica, e o Environmental Performance Index (EPI 2024) como proxy padronizada de desempenho ambiental (IMF – International Monetary Fund, 2025; Yale Center for Environmental Law & Policy; CIESIN - Center for International Earth Science Information Network, 2024a).

É crucial notar que, enquanto o PIB é uma métrica puramente econômica, o EPI é uma construção complexa da ciência ambiental, agregando dezenas de indicadores baseados em medições científicas e dados de sensoriamento remoto, que refletem a eficácia das tecnologias e políticas ambientais de um país (Torres et al., 2021). A análise combina, portanto, o indicador de tamanho de atividade econômica (PIB) com o indicador de desempenho ambiental (EPI), evitando pressupor causalidade direta entre ambos, mas permitindo evidenciar tensões e sinergias entre crescimento e governança ambiental.

6.4.3 Marcos no Brasil: convergência regulatória e diretrizes técnicas

A CVM 193/2023 tornou voluntária a adoção do relatório ISSB/IFRS S1 e S2 a partir de 2024–2025 e obrigatória para exercícios iniciados em 1º de janeiro de 2026, com cronogramas e requisitos de asseguração atualizados por atos posteriores (IFRS, 2023a, 2023b). Em paralelo, a ABNT PR 2030-1:2024 fornece conceitos, princípios e um modelo de avaliação/direcionamento para práticas ESG, útil para operacionalizar

a materialidade temática, a definição de indicadores e a integração a sistemas corporativos (ABNT, 2024a).

Do ponto de vista da tecnologia ambiental, a convergência (CVM/ISSB + ABNT PR 2030) atua como um forte indutor para a modernização da infraestrutura de dados das empresas, exigindo a implementação de sensores, sistemas de monitoramento em tempo real e plataformas de software que, como a proposta nesta tese, garantam a integridade e a rastreabilidade da informação desde a fonte geradora até o relatório final (Li et al., 2021).

6.4.4 Números-âncora globais e nacionais

No plano global, o investimento em energia deve alcançar US\$ 3.3 trilhões em 2025, dos quais aproximadamente US\$ 2.2 trilhões serão destinados a tecnologias de energia limpa (cerca de dois terços do total), com a energia solar figurando entre os maiores itens de investimento (IEA – *International Energy Agency*, 2025a). Esses investimentos direcionam-se a avanços tecnológicos como o desenvolvimento de células fotovoltaicas de perovskita, que prometem maior eficiência e menor custo (Noman et al., 2024), turbinas eólicas de maior capacidade e o barateamento da produção de hidrogênio verde por eletrólise.

Em termos financeiros, as emissões GSS+ alinhadas (*green, social, sustainability e sustainability-linked*) somaram aproximadamente US\$ 1.05 trilhão em 2024, com um acumulado de US\$ 5.7 trilhões em 2024 (Climate Bonds Initiative, 2024). No EPI 2024, o Brasil apresenta o 47º lugar, com 53,0 pontos, refletindo vantagens estruturais (matriz elétrica majoritariamente renovável) e desafios persistentes em saneamento, resíduos e uso do solo (Yale; CIESIN, 2024a). Esses desafios representam, em essência, gargalos tecnológicos, como a baixa adoção de tecnologias para tratamento terciário de efluentes (Zagklis; Bampos, 2022) e a incipiente de sistemas de valorização energética de resíduos.

6.4.5 Avaliação comparativa: PIB e desempenho ambiental (EPI)

6.4.5.1 Procedimento analítico

Consideram-se as dez maiores economias em PIB nominal segundo o (IMF, 2025), Estados Unidos, China, Alemanha, Japão, Índia, Reino Unido, França, Itália, Canadá e Brasil, e seus respectivos resultados no EPI 2024 (IMF, 2025; Yale; CIESIN, 2024a). Para fins de comparabilidade, adota-se a lista de países conforme a estimativa de PIB nominal mais recente disponível, mantendo a base temporal de referência para todos os casos, sem reordenamentos adicionais. O EPI agrupa dimensões de saúde ambiental (com destaque para qualidade do ar e água/saneamento) e de vitalidade de ecossistemas (clima, biodiversidade/habitat, florestas, entre outros), sendo menor posição igual a melhor desempenho (Yale; CIESIN, 2024a). Na Figura 2 é possível observar a relação no mesmo gráfico, a relação PIB e EPI de Estados Unidos, China, Alemanha, Japão, Índia, Reino Unido, França, Itália, Canadá e Brasil.

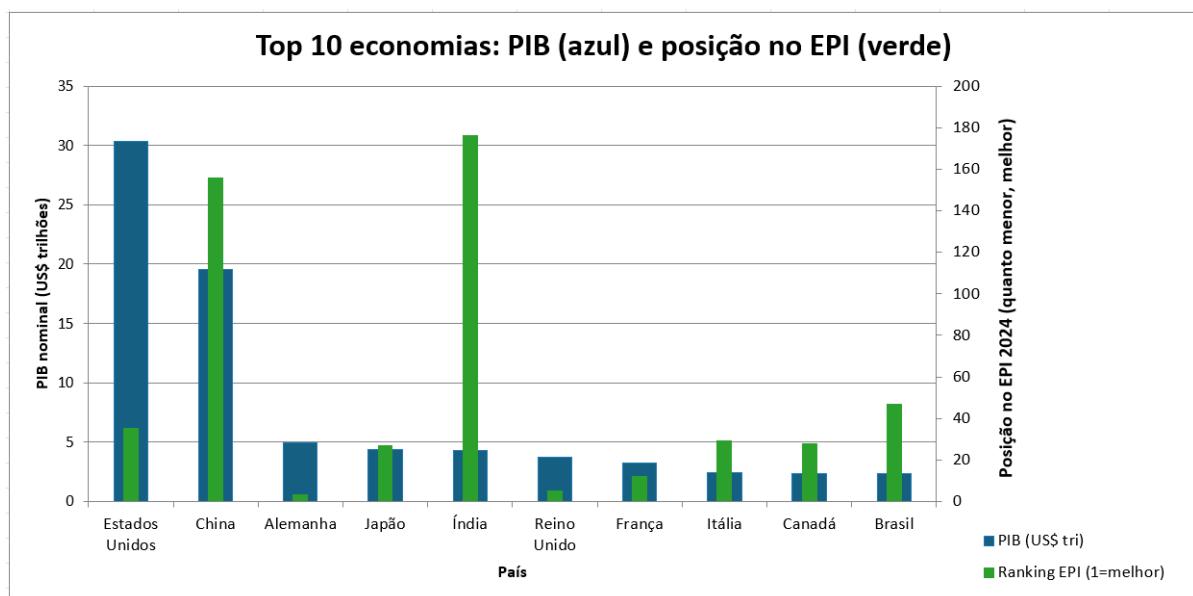


Figura 2 - 10 Maiores Economias em PIB e suas Posições no EPI 2024. Fonte: (IMF, 2025; Yale; CIESIN, 2024)

6.4.5.1.1 O Paradoxo do Desempenho Ambiental Brasileiro

A análise da Figura 10, que correlaciona PIB e desempenho ambiental, revela um padrão contraintuitivo para as dez maiores economias. O Brasil, apesar de sua matriz elétrica renovável e de sediar a COP30, apresenta o pior desempenho entre os países do G10, com a 47^a posição no ranking (Yale; CIESIN, 2024a). Este resultado posiciona o país apenas marginalmente à frente de nações com massiva dependência de carvão, como China e Índia. O padrão subjacente indica que o Índice de Desempenho Ambiental (EPI) é mais sensível a deficiências em infraestrutura urbana e saúde ambiental do que a vantagens em recursos naturais (Lin, 2022).

O baixo desempenho brasileiro é atribuído a gargalos críticos em saneamento básico, gestão de resíduos e qualidade do ar urbano (Miranda, 2024). Indicadores como a taxa de recuperação de resíduos (1,4%, 123º lugar) e tratamento de esgoto (52,0 pontos, 62º lugar) penalizam severamente o país (Yale; CIESIN, 2024b). Essas deficiências ofuscaram conquistas notáveis em áreas como agricultura sustentável (3º lugar) e representatividade de áreas protegidas (1º lugar), demonstrando a complexidade da avaliação de sustentabilidade (Yale; CIESIN, 2024b).

Ampliando a análise, um segundo padrão emerge: o desacoplamento entre riqueza econômica (PIB) e desempenho ambiental. Países com PIB similar ao do Brasil, como Canadá (28º lugar) e Itália (29º lugar), apresentam um desempenho consideravelmente superior, posicionando-se quase 20 postos à frente (Yale; CIESIN, 2024a). A principal diferença reside na categoria de Saúde Ambiental. O Canadá ocupa o 9º lugar global (77,7 pontos), enquanto o Brasil está na 96^a posição (42,4 pontos). Isso evidencia que o sucesso no EPI deriva de investimentos direcionados em tecnologia e governança, não apenas da riqueza (Yale; CIESIN, 2024b, 2024c).

Nações europeias como a Alemanha (Top-20) e o Reino Unido (Top-10) reforçam este padrão. Elas superam economias com PIB maiores, como a dos Estados Unidos, por meio de políticas consistentes e tecnologias avançadas de gestão ambiental. A Figura 10, portanto, expõe as vulnerabilidades e redefine a liderança ambiental contemporânea. Observa-se, portanto, que o bom desempenho está menos associado à quantidade de recursos naturais disponíveis e mais vinculado

à maturidade tecnológica e à eficácia da governança na solução de problemas ambientais urbanos e industriais.

6.4.5.2 Perfis país a país (síntese)

Estados Unidos

Maior PIB mundial e posição intermediária no EPI (faixa de 3º quartil dos líderes), combinando avanços regulatórios (federais/estaduais) com emissões per capita elevadas e heterogeneidade setorial, notadamente em transporte e óleo e gás (IEA, 2025c; Yale; CIESIN, 2024a).

As Tecnologias de detecção e controle de emissões fugitivas de metano (CH4) no setor de óleo e gás são um campo ativo de pesquisa e desenvolvimento para melhorar seu desempenho.

China

É a maior 2ª economia; desempenho ambiental baixo no EPI, explicado principalmente pela dependência de carvão na geração elétrica (participação próxima de 60% em 2023/2024)(IEA, 2025c) e por concentrações urbanas ainda elevadas, apesar da expansão recorde de eólica/solar (IEA, 2025c; Yale; CIESIN, 2024).

O país domina a tecnologia de produção de painéis solares e baterias, porém enfrenta agora o desafio tecnológico da integrar essa geração intermitente em sua rede elétrica massiva.

Alemanha

Líder entre grandes economias europeias no EPI (top-20), sustentada por governança climática, preço de carbono e gestão de resíduos/água; persiste o desafio da descarbonização industrial (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a). A transição

energética da Alemanha (Energiewende) é um desafio tecnológico da estabilidade da rede que possui alta penetração de fontes renováveis variáveis.

Japão

Desempenho intermediário-alto no EPI, com eficiência energética, uso de energia nuclear e controle regulatório robusto. As limitações existentes decorrem da dependência pelas importações de combustíveis fósseis e restrições físicas para renováveis (Yale; CIESIN, 2024a). O país é líder em tecnologias de incineração de resíduos com êxito na recuperação de energia (*waste-to-energy*) e em processos avançados de reciclagem.

Índia

Grande economia com posição muito baixa no EPI, associada à alta participação do carvão na eletricidade (aproximadamente 70–75%) e a níveis entre os mais elevados do mundo em grandes centros urbanos (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a).

O governo tem incentivado tecnologias de energia solar para irrigação agrícola, mas enfrenta o desafio tecnológico de criar redes de monitoramento da qualidade do ar em tempo real que sejam acessíveis e de ampla cobertura.

Reino Unido

No Top-10 no EPI, com quase eliminação do total do uso do carvão no *power mix* e políticas consistentes em resíduos e qualidade do ar (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a).

É um líder global em tecnologia de energia eólica *offshore*, com projetos de grande escala e inovação em turbinas flutuantes.

França

No Top-20 no EPI, com baixa intensidade de carbono na eletricidade devido à energia nuclear; desafios residuais concentram-se em nutrientes na agricultura e transporte (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a).

A gestão do lixo nuclear, com tecnologias de vitrificação e armazenamento geológico profundo, representa no momento um dos maiores desafios de P&D.

Itália

Intermediário-alto no EPI, beneficiada por ter o menor uso de carvão e avanços consistentes em resíduos; persistem *hotspots* de qualidade do ar (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a).

Canadá

No Top-30 no EPI; favorecido por hidrelétricas e gestão de recursos, mas pressionado por emissões do setor extrativista (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a). O desenvolvimento de tecnologias para reduzir o impacto ambiental da extração de areias betuminosas, como a extração a vapor assistida por gravidade (SAGD), é um foco central de P&D no país.

Brasil

Posição 47º no EPI (53,0 pontos), combinando matriz elétrica renovável com gargalos em saneamento, resíduos e uso do solo; reduções recentes de desmatamento (Amazônia e Cerrado) podem melhorar métricas no próximo ciclo, caso consolidadas (INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2025; Yale; CIESIN, 2024a).

O gargalo em saneamento reflete um déficit na aplicação de tecnologias de tratamento biológico e terciário, enquanto a gestão de resíduos carece de infraestrutura para reciclagem avançada e recuperação energética. Em contrapartida, o Brasil é líder mundial em tecnologia de monitoramento de florestas tropicais por

satélite, como demonstrado pelo sistema DETER/PRODES do INPE (De Almeida; Maurano, 2021).

6.4.5.3 Por que China e Índia destoam?

Matriz energética baseada no carvão: Em ambos os países, o carvão permanece a espinha dorsal do sistema elétrico, aproximadamente 60% na China e 70–75% na Índia, por motivos de custo, segurança energética e inércia de infraestrutura (IEA, 2025c). Mesmo com crescimento acelerado de renováveis, a demanda adicional tem sido atendida por meio de usinas termelétricas a carvão, pressionando as dimensões de clima e consequentemente, também a qualidade do ar do EPI (IEA, 2025b, 2025c). Isso evidencia um fenômeno de *technological lock-in*, (onde a infraestrutura existente dificulta a transição (Trencher et al., 2020)) e o desafio científico reside na implementação em larga escala de tecnologias de Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono (CUAC) (Hanson et al., 2024).

Qualidade do ar urbana: A Índia apresenta valores anual muito acima das diretrizes da OMS em diversas metrópoles, enquanto a China tem alternado avanços e retrocessos regionais (IEA, 2025c). Esses fatores rebaixam o subíndice de saúde ambiental no EPI (IQAir, 2025; Yale; CIESIN, 2024).

Pressões estruturais e fiscalização: Urbanização acelerada, atividades industriais intensivas em energia e lacunas de fiscalização ambientais explicam a persistência de concentrações elevadas de poluentes e emissões (IEA, 2025d; Yale; CIESIN, 2024a).

6.4.5.4 Relações entre PIB e EPI: achados com ênfase no Brasil

Renda não garante liderança ambiental: Entre as maiores economias, países europeus (Reino Unido, Alemanha, França) superam Estados Unidos em EPI, enquanto China e Índia ficam muito abaixo, sugerindo que políticas setoriais (carvão,

mobilidade, resíduos) e instituições são determinantes mais imediatos do que o tamanho do PIB (IEA, 2025d; Yale; CIESIN, 2024a).

Vantagem comparativa do Brasil em eletricidade de baixa emissão: A matriz elétrica predominantemente renovável confere ao Brasil um ponto de partida favorável nas dimensões climáticas do EPI. Ganho rápido de ranking é plausível via universalização de esgoto e gestão de resíduos sólidos, onde o país ainda perde pontos (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a). A universalização do saneamento, por exemplo, é um desafio de engenharia e tecnologia, que envolve a implementação de desde sistemas convencionais de tratamento até soluções descentralizadas e baseadas na natureza, como os *wetlands* construídos (Vymazal, 2021).

Janela para “prêmio verde” em cadeias globais: O descompasso PIB alto / EPI baixo de China/Índia potencializa a valorização de fornecedores com eletricidade de menor intensidade de carbono e reporte interoperável (IEA, 2025b). O Brasil pode capturar demanda em segmentos sensíveis à devida diligência ambiental desde que comprove dados auditáveis (ABNT, 2024a; IFRS Foundation, 2023a, 2023b). Comprovar esses dados de forma confiável requer uma pilha tecnológica (*tech stack*) que vai desde sensores, passando pela integração com o ERP, até a camada de análise e reporte, configurando um tema central da Ciência e Tecnologia Ambiental aplicada (WU et al., 2015).

Estados Unidos e França: empate por fundamentos distintos: Embora ambos apresentem desempenho elevado no EPI, a França se apoia em nuclear para emissões mais baixas na eletricidade, ao passo que os EUA dependem de combinação regulatória (federal/estadual) e controle de poluição para sustentar sua posição, um equilíbrio por vias diferentes (IEA, 2025b; Yale; CIESIN, 2024a).

6.4.5.5 Integração dos achados e o uso de RAG

O Brasil se encontra em posição intermediária no EPI, porém com vantagens estruturais (eletricidade de baixa emissão) e agenda clara de convergência (CVM/ISSB + ABNT PR 2030-1)(IEA, 2025b). A qualidade e rastreabilidade dos dados ambientais corporativos, objetivo central desta tese via integração por ERP, é condição

necessária para capturar ganhos de competitividade, reduzir assimetria informacional e elevar a nota ambiental em métricas comparáveis internacionais (LLC et al., 2022; Simmonds et al., 2018; Wu et al., 2015).

Em última análise, a capacidade de uma nação e de suas empresas de prosperar em uma economia de baixo carbono depende de sua competência em construir uma infraestrutura de dados ambientais confiável. Este é um desafio fundamentalmente tecnológico, que exige a integração de sistemas de gestão, automação e inteligência artificial para transformar dados brutos em inteligência ambiental acionável, sendo este o cerne da contribuição desta tese (SIMMONDS et al., 2018).

Nesse contexto, uma das tecnologias de inteligência artificial que se mostra promissora é a Geração Aumentada por Recuperação, ou RAG (do inglês, *Retrieval-Augmented Generation*). Trata-se de uma arquitetura projetada para otimizar o desempenho de Modelos de Linguagem Grandes (LLMs), conectando-os a bases de conhecimento externas e autoritativas (IBM, [S.d.]).

Essa abordagem permite que os modelos de IA gerem respostas mais relevantes, precisas e de maior qualidade, ao acessar informações que vão além de seus dados de treinamento originais. O RAG combina técnicas de recuperação de informações com modelos generativos, permitindo que os sistemas de IA acessem e utilizem fontes de conhecimento externas durante o processo de geração. Essa abordagem híbrida aprimora a base factual das respostas e reduz a probabilidade de alucinações, nas quais a IA gera informações incorretas ou sem sentido (ARYANI, 2024; LATA, 2025; SOUZA et al., 2025).

Um dos principais benefícios da implementação de sistemas RAG é a mitigação do risco de "alucinações" da IA, que ocorrem quando o modelo gera informações incorretas ou fabricadas. Ao ancorar as respostas em dados factuais e verificáveis, o RAG aumenta a confiabilidade das informações geradas (IBM, [S.d.]).

Os sistemas RAG são projetados para lidar com grandes volumes de dados e se adaptar a bases de conhecimento dinâmicas, tornando-os adequados para

aplicativos de nível corporativo e processos complexos de tomada de decisão (ARYA; GAUD, 2025; SMITH, 2025).

Desta forma, esta capacidade de acessar massas e em tempo real expande significativamente os casos de uso do RAG, desde assistentes virtuais altamente especializados até análises de mercado e desenvolvimento de produtos específicos, podendo se tornar uma ferramenta valiosa para a construção da infraestrutura consistente de dados ambientais.

7. METODOLOGIA

7.1. Tipo de Pesquisa e escopo das etapas seguidas

Este estudo de caso analisou os dados reais extraídos do sistema corporativo da empresa modelo pesquisada, relacionados ao consumo de água, gás, energia elétrica e pessoal dos anos de 2023 e 2024, para que fossem obtidos tantos resultados quantos possíveis de uma empresa do setor de serviços, onde a aplicação dos princípios ESG ganha relevância. Isto ocorre, porque muitas destas empresas desempenham um papel fundamental na formação de cidadãos e na disseminação de valores sustentáveis, podendo se tornar também um ente disseminador de boas práticas de sustentabilidade com resultados comprovados.

Para atingir os objetivos propostos, este estudo seguiu uma abordagem qualitativa e exploratória, com foco na demonstração da viabilidade da extração e análise de dados ESG diretamente dos sistemas de gestão corporativa. A metodologia será dividida nas seguintes etapas:

⇒ **Levantamento e revisão bibliográfica** sobre governança ESG, tecnologia aplicada à sustentabilidade, práticas de *Greenwashing* e o impacto da Inteligência Artificial na análise de dados empresariais. As seguintes palavras-chave foram utilizadas na busca: “ESG”; “ERP”; “*Artificial Intelligence*”; “Governança de Dados”; “*Greenwashing*” nas plataformas “Scopus, Web of Science, SciELO e SCI”. Para os filtros da busca, foram considerados operadores booleanos “*and*”; “*or*” and “*not*”. O período de interesse foram as

publicações de 2012 a 2025. Apesar disso, obras anteriores a 2012 também foram consultadas, considerando o seu nível de relevância para o presente estudo.

O recorte temporal, embora centrado na janela de 2012 a 2025, foi aplicado de maneira estratificada e adaptativa, refletindo a maturidade distinta de cada campo de conhecimento investigado. Este cuidado metodológico foi essencial para construir um referencial teórico robusto e contemporâneo, que reconhece tanto os fundamentos consolidados quanto as inovações de fronteira.

No que tange aos sistemas de gestão integrada (ERP), abordado no item “6.3.2. A Importância dos Sistemas ERP nas Empresas e Seu Papel na Geração de Dados para Avaliação das Práticas ESG”, seria um equívoco metodológico ignorar a literatura seminal publicada antes de 2012. Fundamentos sobre arquitetura de sistemas, integração de processos de negócio e governança de dados corporativos foram estabelecidos em estudos clássicos que precedem o marco temporal principal. Obras de autores como [Davenport \(1998\)](#) sobre o impacto transformador dos ERPs, por exemplo, continuam a ser a base sobre a qual as discussões mais recentes sobre sistemas de gestão corporativa são construídas. Portanto, a inclusão desses trabalhos históricos foi deliberada para garantir a profundidade e a correção conceitual da análise.

Por outro lado, ao abordar o impacto da Inteligência Artificial, a busca foi intencionalmente concentrada no extremo mais recente do espectro temporal, com especial atenção às publicações de 2024 e 2025. Conceitos como Modelos de Linguagem Grandes (LLMs), agentes autônomos e, especificamente, a arquitetura de Geração Aumentada por Recuperação (RAG), são inovações disruptivas cuja literatura acadêmica é praticamente inexistente em 2012.

A velocidade do avanço nesse campo exige um foco nos estudos mais atuais para capturar o estado da arte, as aplicações emergentes e os desafios de sua implementação na análise de dados ESG. Assim, a estratégia temporal

permitiu que a tese se ancore em fundamentos sólidos e, simultaneamente, dialogue com a vanguarda da inovação tecnológica.

- ⇒ **Coleta de dados diretamente do sistema de gestão corporativa (ERP)**, de forma a garantir a fonte auditável do dado que possui origem validada, a sua disponibilidade, e utilidade para avaliação ESG, com base na Tabela 3 no papel de mapa de dados. Os dados utilizados para realização do estudo do impacto ESG foram descritos em detalhes no item
- ⇒ 7.7. Coleta de Dados da Empresa para o Estudo de Caso.

Com essa metodologia, o estudo buscou corroborar a hipótese de que a adoção de tecnologias como Inteligência Artificial, integração com sistemas ERP e o uso de melhores práticas com base na ABNT PR 2030-1:2024, pode revolucionar a governança ESG, eliminando inconsistências nos dados, reduzindo riscos de *greenwashing* e dificuldade de interpretação de dados, proporcionando um modelo mais eficiente e transparente para empresas que buscam alinhar suas operações a práticas sustentáveis e socialmente responsáveis.

- ⇒ **Desenvolvimento do software/API que integra Inteligência Artificial** com os dados ESG dos ERPs, apresentando um modelo funcional para análise automatizada e sugestão de melhorias nas práticas ESG apoiadas por dados advindo de sistemas corporativos.

Com base nessa perspectiva, o autor deste estudo desenvolveu um *software* capaz de atuar como uma interface intermediária entre qualquer sistema corporativo disponível no mercado baseado no modelo gpt-4o, disponibilizado pela OpenAI, abordado em mais detalhes no item 7.6. Software de interação entre ERP e Agente de IA desenvolvido pelo autor, demonstrando a viabilidade da integração desses recursos tecnológicos para potencializar a análise de dados no contexto ESG.

- ⇒ **Apresentação dos resultados analisados e formulação de recomendações**, demonstrando a viabilidade do modelo proposto e sugerindo boas práticas para que as empresas aprimorem sua governança ESG

utilizando tecnologia e inteligência de dados, com base diretrizes da ABNT PR 2030-1:2024.

A compreensão das necessidades relacionadas aos dados essenciais para o processo de análise ESG possibilita às empresas avaliarem criteriosamente dois caminhos principais para a apresentação, interpretação e monitoramento dessas informações estratégicas.

A primeira alternativa consiste no desenvolvimento interno de dashboards, utilizando tecnologias acessíveis de *Business Intelligence* (BI), tais como *Microsoft Power BI*, *Qlik Sense*, *Dundas BI*, *Datapine*, *Sisense* e *Oracle BI*, dentre outras opções disponíveis no mercado. Esse caminho pode proporcionar uma maior flexibilidade e controle à organização, permitindo a criação de visualizações personalizadas e adaptadas às suas particularidades operacionais e estratégicas. Além disso, promove um aprendizado institucional profundo, especialmente quanto à definição, seleção e acompanhamento dos indicadores ESG relevantes, fortalecendo internamente a cultura orientada por dados. No entanto, tal abordagem demanda maior investimento inicial em termos de recursos técnicos especializados e tempo de desenvolvimento, além de necessitar de esforços contínuos de manutenção e atualização (Farr, 2012; Roberts et al., 2016).

A segunda alternativa refere-se à aquisição de softwares especializados já consolidados no mercado, voltados especificamente para a análise e gestão de dados ESG, como as soluções oferecidas por empresas como *Novata*, *Navex*, *MSCI*, *Workiva*, *IBM Envizi*, *Workday*, *Greenly*, *Phonix One*, *Diligent* e *Persefoni*, entre outras (Prophix, 2025). Essa abordagem pode oferecer implementações mais ágeis, suporte técnico dedicado e metodologias pré-formatadas baseadas em melhores práticas internacionais. Contudo, pode apresentar restrições relacionadas à personalização e adaptação às especificidades empresariais, bem como exigir um maior investimento financeiro contínuo em licenciamento e possíveis customizações junto aos fornecedores (Jamieson et al., 2005).

Considerando as vantagens e limitações de cada abordagem, sugere-se como estratégia inicial a adoção do desenvolvimento interno de um *dashboard*

simplificado, utilizando por exemplo uma das sugestões da primeira alternativa, no caso o Microsoft Power BI como ferramenta para exibição dos dados de forma estruturada. Essa etapa preliminar permitirá que a empresa adquira maturidade técnica e institucional, esclarecendo suas reais necessidades e dificuldades relacionadas à definição de indicadores e objetivos ESG. Posteriormente, com maior clareza dos requisitos e desafios envolvidos, será possível avançar de maneira informada para uma aquisição tecnológica mais avançada e alinhada aos objetivos estratégicos da organização.

Dessa forma, este estudo de caso busca responder à seguinte questão central: *Há algum nível de maturidade ESG que uma empresa necessita alcançar, para poder obter dados uteis para produzir uma análise de suas ações ESG, baseada na ABNT PR 2030-1:2024?* Essa questão orientará a análise dos dados coletados e permitirá a formulação de recomendações para o aprimoramento da gestão sustentável da empresa.

7.2. Método do Estudo de Caso utilizando uma empresa modelo

A escolha pelo estudo de caso único se justifica pela necessidade de um aprofundamento detalhado na realidade específica da empresa modelo analisada. Segundo Mills (2010) a metodologia do estudo de caso oferece fontes de dados ricas e combina pesquisas qualitativas e quantitativas, tornando-a valiosa em áreas orientadas para a prática, como educação e gestão. Este estudo de caso foi estruturado para:

1. Descrever a empresa modelo e suas principais práticas ESG observadas.
2. Analisar seu momento de maturidade ESG, através dos dados de contas de consumo do período de janeiro de 2023 até setembro de 2024, se utilizando como base na orientação proposta pela ABNT PR 2030-1: 2024.
3. Propor recomendações baseadas em IA para a evolução dos pontos analisados da empresa em relação às melhores práticas sustentáveis, com o uso de

software customizável criado pelo próprio autor, que pode integrar sistemas corporativos a agentes de inteligência artificial.

7.3. Apresentação da empresa modelo pesquisada

Trata-se de uma grande empresa privada do setor de serviços educacionais, que oferece os seus serviços para um amplo espectro de faixa etária de clientes, os quais podem ser atendidos de forma presencial ou pela sua oferta de serviços remotos. A empresa está localizada no Estado de São Paulo – Brasil, e conta com algumas décadas de atuação, possuindo mais de 1 mil funcionários registrados. Por estar localizada na região litorânea do estado, sob a influência de uma importante praia brasileira e do maior porto nacional, desenvolveu uma vocação natural pelo desenvolvimento de conhecimento sobre meio-ambiente. Contudo, a integração dos princípios ESG na sua estrutura de gestão ainda está em estágio inicial, sendo necessário o desenvolvimento de estratégias que permitam avançar sua maturidade sustentável.

7.3.1. Critérios de Seleção da Empresa Modelo

A escolha desta organização como objeto do estudo de caso fundamentou-se em critérios metodológicos específicos que garantem a adequação do contexto empírico aos objetivos da pesquisa:

Estágio Inicial de Maturidade ESG: A empresa encontra-se em estágio elementar de implementação de práticas ESG, conforme classificação da ABNT PR 2030-1:2024. Essa característica é fundamental para demonstrar que a metodologia proposta é aplicável mesmo em organizações que ainda não possuem estruturas ESG consolidadas, validando assim a proposta de democratização do acesso à análise ESG.

Disponibilidade de Dados Operacionais Estruturados: A organização possui sistema ERP implementado há mais de cinco anos, com registro sistemático

de dados operacionais de consumo (água, energia elétrica, gás natural) e informações de recursos humanos (anonimizados). Essa infraestrutura de dados é essencial para testar a hipótese de que dados já existentes em sistemas corporativos podem ser utilizados para análise ESG.

Porte Representativo: Com mais de 1.000 funcionários, a empresa representa o segmento de médias e grandes organizações do setor de serviços, um grupo significativo no contexto econômico brasileiro que frequentemente enfrenta desafios para implementar análises ESG robustas sem recorrer a consultorias especializadas de alto custo.

Setor de Serviços: A escolha de uma empresa do setor de serviços é estratégica, considerando que este setor representa parcela significativa do PIB brasileiro e possui características específicas de impacto ambiental (predominantemente consumo de recursos em operações, não produção industrial), permitindo demonstrar a aplicabilidade da metodologia em contextos não industriais.

Contexto Geográfico Relevante: A localização em região litorânea, próxima ao maior porto nacional, insere a organização em um contexto de alta sensibilidade ambiental, onde pressões regulatórias e sociais por práticas sustentáveis tendem a se intensificar, tornando a análise ESG particularmente relevante.

Acessibilidade aos Dados: A possibilidade de acesso aos dados operacionais reais, foi determinante para a viabilização do estudo de caso.

Ausência de Conflito de Interesses: Embora o pesquisador tenha desenvolvido o software utilizado no estudo, não há vínculo empregatício, societário ou consultivo com a organização pesquisada, garantindo independência e objetividade na análise.

A convergência desses critérios torna esta organização um caso particularmente adequado para testar as hipóteses da pesquisa e demonstrar a viabilidade da metodologia proposta em um contexto real e representativo do universo de empresas brasileiras que buscam avançar em suas práticas ESG.

7.4. Estágio de incorporação de princípios ESG da empresa modelo pesquisada

O presente estudo de caso avaliou a aplicação de práticas ESG em uma empresa do setor de serviços, com base nos dados de contas de consumo do período de janeiro de 2023 a setembro de 2024, fornecidos pelo de seu sistema ERP. A pesquisa identificou o nível de maturidade no qual a empresa se encontra em relação a adoção de práticas sustentáveis e observa oportunidades de melhoria alinhadas às diretrizes de sustentabilidade utilizando como referência a ABNT PR 2030-1:2024 (ABNT, 2024a).

A mensuração do nível de maturidade de uma empresa em relação às práticas ESG requer metodologias estruturadas e reconhecidas no mercado. Para este fim, foi utilizada a Planilha de Diagnóstico ESG – ABNT PR 2030:2022, desenvolvida pela “*Consultoria Sustentabilidade Agora*”, cujo licenciamento foi devidamente adquirido pelo autor para viabilizar oferecer dados consistentes a este estudo de caso, por meio do Pedido #7021 em 29/11/2024, disponível no Apêndice A - Lista de Softwares utilizados na realização deste estudo de caso.

O conceito de maturidade organizacional no contexto ESG refere-se ao grau de implementação, monitoramento e melhoria contínua das práticas ambientais, sociais e de governança dentro de uma organização. Segundo Adams (2024), as empresas com maior maturidade ESG tendem a apresentar “*desempenho financeiro superior no longo prazo, pois mitigam riscos socioambientais e fortalecem a confiança dos stakeholders*”.

O software usa como base a ABNT PR 2030:2022, que forneceu as primeiras diretrizes estruturadas para que empresas avaliem seu desempenho ESG de forma padronizada (ABNT, 2022). O uso da Planilha de Diagnóstico ESG permitiu a identificação de lacunas e oportunidades de melhoria, categorizando a organização em diferentes níveis de maturidade. Conforme relata Elkington (2002), pioneiro no conceito do *Triple Bottom Line*, a avaliação ESG deve considerar três dimensões essenciais: o impacto ambiental, a responsabilidade social e a governança corporativa, sendo necessário um equilíbrio entre esses três pilares para garantir a sustentabilidade do negócio.

A aplicação da planilha em questão possibilitou uma análise de múltiplos fatores. O diagnóstico revelou a posição da empresa em relação a um modelo de referência, permitindo assim, um planejamento estratégico mais assertivo para evolução nos indicadores ESG. Para Stachowiak e Pawłyszyn (2021), conduzir uma análise de lacunas entre o estado atual e o desejado das práticas de ESG, ajuda as empresas a definir sua estratégia de melhoria (Debnath et al., 2024). As empresas que passam por avaliações regulares de maturidade estão mais bem equipadas para se adaptar às mudanças no ambiente de negócios e construir resiliência (Stachowiak; Pawłyszyn, 2021).

Como afirma Eccles e Klimenko (2019), a governança é o pilar essencial para garantir que compromissos ESG sejam, de fato, implementados e não apenas utilizados como discurso corporativo. Sendo assim, os resultados obtidos a partir dos dados descritos no capítulo 7.2. Método do Estudo de Caso servirão como base para recomendações voltadas à melhoria contínua e adequação da empresa às melhores práticas de sustentabilidade corporativa, reforçando o papel fundamental da governança na integração dos princípios ESG, apresentadas mais adiante no capítulo Coleta de Dados.

Para a obtenção de uma conclusão precisa e não subjetiva acerca do nível de maturidade da empresa modelo pesquisada, considerou-se o resultado apresentado na Figura 3, por ser compatível com padrão de maturidade definido na ABNT PR 2030-1:2024 (ABNT, 2024a).

Foi possível adotar a Planilha de Diagnóstico ESG – ABNT PR 2030, desenvolvida pela Consultoria Sustentabilidade Agora, como principal instrumento de apoio à avaliação da maturidade da empresa modelo pesquisada (Figura 3). O licenciamento da ferramenta foi devidamente adquirido pelo autor no mercado para viabilizar sua aplicação neste projeto. A utilização desse diagnóstico permitiu a identificação detalhada do estágio de maturidade da organização em relação às práticas ESG, conforme será demonstrado a seguir.

 Início Avaliação Diagnóstico ESG Ranking de Temas Nível de Maturidade ESG Road Maps Relatório de Ações Dashboards Saiba Mais	
Responda cada uma das perguntas abaixo com "Sim" ou "Não" para conhecer o nível de maturidade da sua empresa de acordo com os critérios da Norma ABNT PR 2030	Resposta
A empresa atende todas as leis e normas obrigatórias necessárias para a sua operação?	Sim
A organização tem práticas ESG dispersas que não estão integradas ao planejamento estratégico?	Não
Os processos ESG estão mapeados e são realizados continuamente dentro da estrutura de gestão?	Não
Existem mecanismos de controle (com metas e indicadores ESG) integrados ao modelo de gestão?	Não
É feita a melhoria contínua dos processos ESG com avaliação de seus resultados periodicamente?	Não
A organização tem prática ESG integradas à tomada de decisão estratégica?	Não
As lideranças da organização estão à frente dos processos ESG?	Não
A empresa comunica seus resultados ESG em um relatório de sustentabilidade anual?	Não
A organização usa o ESG como forma de se diferenciar com novos modelos de negócio ou produtos/serviços voltados para o tema?	Não
ESG é base do modelo estratégico de negócio da empresa e ela atua para impactar e influenciar outras organizações sobre essa pauta?	Não
É feito o engajamento estruturado e contínuo com stakeholders e grupos impactados para superar problemas mapeados e gerar impacto positivo?	Não
A organização apresenta liderança e protagonismo no seu setor de atuação, sendo reconhecida por prêmios e certificados ESG?	Sim
Nível de Maturidade ABNT PR 2030	
Elementar	
Para avançar o nível de maturidade da sua empresa comece implementando a pauta ESG dentro da sua organização e inicie ações, mesmo que dispersas, sobre essa temática. Isso pode incluir qualquer um dos 3 eixos (Ambiental, Social ou Governança). Para exemplos de ações que podem ser feitas, visite novamente as abas de diagnóstico dessa planilha.	

Figura 3 - Planilha de Diagnóstico ESG que demonstra o nível de maturidade de uma empresa através da avaliação de respostas ao questionário de avaliação (autoria própria com base em Benuzzi et al., 2023).

Segundo a ABNT PR 2030-1: 2024, o estágio de maturidade “Elementar” representa o nível mais básico da jornada ESG dentro de uma organização. Neste estágio, a empresa possui um conhecimento incipiente sobre os princípios de sustentabilidade, e ainda não implementou práticas estruturadas de gestão ESG. As iniciativas, quando existentes, são reativas, pontuais e geralmente motivadas por pressões externas, como exigências regulatórias ou demandas de partes interessadas. Isso significa que a empresa reconhece a importância dos fatores ambientais, sociais e de governança, mas ainda não os integra de forma estratégica em sua cultura e processos organizacionais.

7.5 Uso dos dados

7.5.1 Dispensa de Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa

A dispensa de submissão ao CEP foi previamente consultada e validada pela coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPG-CiTA) da Universidade Santa Cecília (UNISANTA), que confirmou o enquadramento da pesquisa nas hipóteses de dispensa previstas na Resolução CNS nº 510/2016, considerando a natureza dos dados (corporativos, agregados e anonimizados) e a ausência de envolvimento direto de seres humanos como sujeitos de pesquisa.

7.5.2 Proteção de Dados Pessoais e a Conformidade Legal

O tratamento de dados corporativos, agregados e anonimizados utilizados nesta pesquisa está plenamente amparado pela legislação brasileira, especificamente pela Lei nº 13.709/2018 (LGPD), pelos seguintes fundamentos:

- Os dados não se caracterizam como dados pessoais de pessoas naturais, uma vez que se referem a informações corporativas de pessoa jurídica, agregadas e anonimizadas;
- Dados anonimizados não são considerados dados pessoais para fins da LGPD (artigo 12), desde que o processo de anonimização não possa ser revertido com esforços razoáveis, condição plenamente atendida nesta pesquisa.

7.6. Software de interação entre ERP e Agente de IA desenvolvido pelo autor

7.6.1 Uma Tecnologia Ambiental

Este projeto um sistema interativo que, por meio da API da OpenAI, analisa dados de ERP para uso em aplicações ESG com foco ambiental. A solução organiza informações existentes e indicar melhorias quando os dados sustentarem inferência. Enquadra-se como uma “tecnologia ambiental” de monitoramento e suporte à decisão, com potencial de apoiar empresas a passagem de respostas reativas para práticas mais preditivas, sempre em que houver dados suficientes e confiáveis.

7.6.2. Contextualização do software

Entre as principais funcionalidades do sistema, destacam-se a exibição dinâmica de trechos de código, permitindo uma visualização clara e organizada durante a sua execução, e a opção de exportação do histórico de mensagens, assegurando o armazenamento e a reutilização eficiente das conversas (Figura 4).

A aplicação foi desenvolvida com uma combinação de códigos em linguagem de HTML, CSS e JavaScript. Cada elemento foi projetado para oferecer não apenas usabilidade, mas também uma navegação intuitiva e agradável, adaptando-se a diferentes dispositivos e tamanhos de tela.

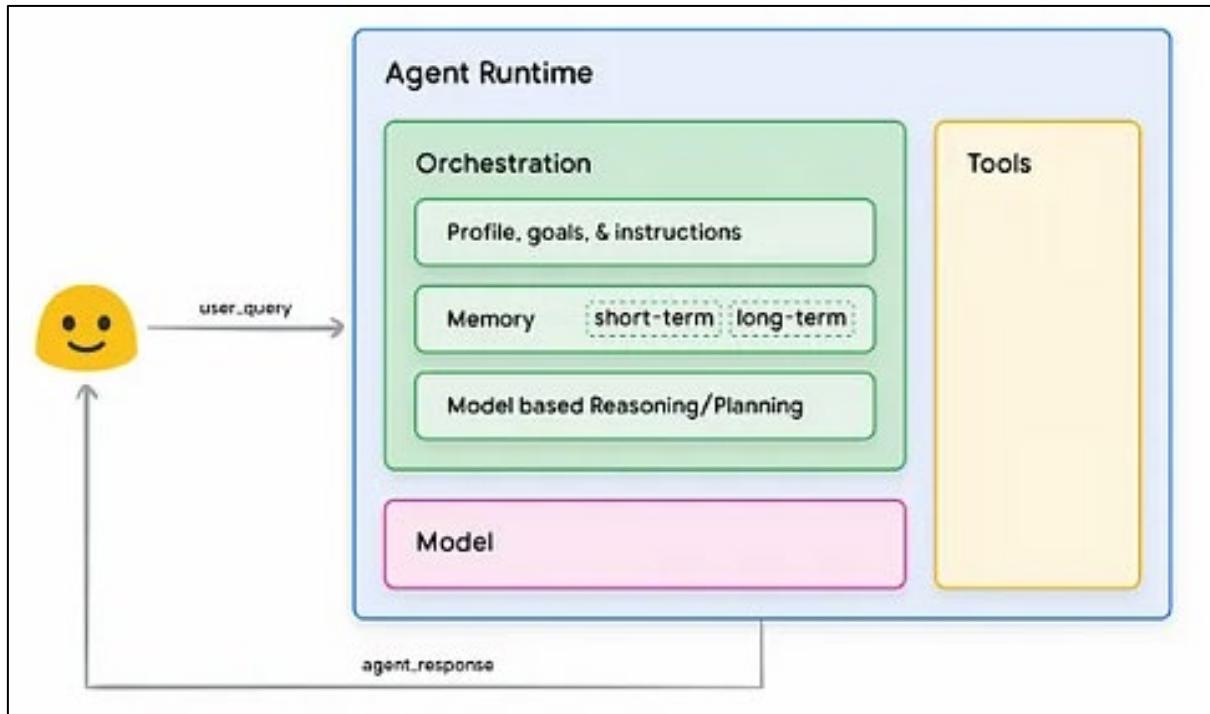


Figura 4 - Arquitetura e componentes gerais dos agentes de IA.

Elaborou-se o texto a seguir com o propósito de esclarecer, em termos menos técnicos, o funcionamento geral da aplicação desenvolvida. A intenção é tornar a compreensão acessível a públicos não especializados, sem prejuízo da precisão conceitual.

Segundo Sohail (2024), para manter a coerência com os elementos visuais apresentados, especialmente com a Figura 4, optou-se por utilizar, como título das seções explicativas, as mesmas denominações adotadas na referida figura. Essa escolha visa alinhar a descrição textual à representação gráfica, facilitando a correlação entre teoria e prática no entendimento da arquitetura funcional do sistema.

7.6.2.1. *Model* (Modelo)

O *model* é representado, neste contexto, pelo modelo gpt-4o, disponibilizado pela OpenAI. Optou-se por essa solução de IA em razão de sua estabilidade e de sua elevada capacidade de processamento de linguagem natural. Além disso, tratava-se do modelo mais amplamente adotado pelo mercado na fase inicial de desenvolvimento do software, o que se refletiu na ampla disponibilidade de informações e materiais de referência. Inicialmente, o software utilizou a versão GPT-3, por ser o modelo disponível à época, sendo posteriormente atualizado para o GPT-4o tão logo sua utilização foi liberada.

O modelo atua como o núcleo de apoio decisório do agente, sendo responsável pela geração das respostas a partir das mensagens recebidas no chat. Assim, o modelo permite que o agente raciocine sobre o meio ambiente e gere planos para atingir metas (Masterman et al., 2024; Romero et al., 2024). O modelo pode interagir com ferramentas e bancos de dados externos para recuperar ou armazenar informações. Isso é essencial para aplicativos que exigem acesso a grandes quantidades de dados ou utilitários especializados (Abramovich et al., 2024; Kandogan et al., 2024).

No caso da aplicação gerada pelo autor, a aplicação envia os dados do histórico de mensagens, armazenados em um *array* denominado *chatHistory*, por meio de uma requisição POST à API da OpenAI. A resposta gerada pelo modelo é então exibida dinamicamente na interface, caracterizando uma instância direta da atuação do *Model* ou Modelo, como componente central do agente.

A resposta gerada pelo modelo é então exibida dinamicamente na interface, caracterizando uma instância direta da atuação do *Model* ou Modelo, como componente central do agente. Essa interação ilustra como a modelagem baseada em agentes pode ser utilizada para simular diálogos humanos, refletindo a complexidade das interações sociais e a capacidade de adaptação dos modelos de linguagem (Coelho, 2018).

7.6.2.2. *Tools* (Ferramentas)

Os agentes de IA modernos são projetados para operar de forma assíncrona, permitindo que eles realizem várias tarefas e respondam às entradas do usuário em tempo real, aumentando a interatividade e a eficiência (Ginart et al., 2024). A função das *tools* (ferramentas) nesta implementação, está atrelada às funcionalidades auxiliares desenvolvidas em JavaScript que expandem a capacidade interativa e utilitária da aplicação. Dentre essas ferramentas, destacam-se:

- **Alternância de Abas**, permitindo ao usuário navegar entre o código em execução e scripts estáticos;
- **Exportação do Chat**, que gera um arquivo *.txt* contendo o histórico de interações;
- **Renderização Dinâmica de Código**, que exibe o conteúdo gerado ou simulado pelo agente na seção específica de exibição.

7.6.2.3. *Orchestration* (Orquestração)

A orquestração em IA se refere ao processo de gerenciar as interações entre agentes de IA, ferramentas e sistemas externos para executar tarefas complexas. Envolve a decomposição dinâmica de tarefas, a integração de ferramentas e a divisão das tarefas em subtarefas gerenciáveis que podem ser executadas por agentes ou ferramentas especializadas. A profundidade da orquestração é fundamental para garantir que os sistemas de IA possam lidar com o raciocínio em várias etapas, o uso de ferramentas e os ciclos de feedback iterativos (Chawla et al., 2024; Singh et al., 2024). Ela compreende o controle lógico do fluxo conversacional, incluindo:

- Captura e envio de mensagens pelo usuário (via evento de tecla Enter);
- Atualização dinâmica do DOM para exibição do histórico conversacional;
- Comunicação assíncrona com a API da OpenAI;
- Controle da persistência e manipulação do *chatHistory*.

Essa camada de orquestração estabelece as regras operacionais do agente, regulando a entrada e saída de dados, a gestão dos contextos de conversa e a manutenção da coerência interativa entre o sistema e o usuário.

7.6.3. Estrutura do Projeto

A estrutura principal é dividida nos seguintes arquivos e pastas:

- **index.html**: Arquivo principal que define a interface do usuário.
- **css/**: Contém os arquivos de estilo, como styles.css.
- **js/**: Contém o código JavaScript principal, como app.js.
- **img/**: Contém recursos visuais, como o logo.

7.6.4. Descrição dos Componentes

HTML

O arquivo HTML define a estrutura básica da interface:

- **Cabeçalho**: Contém o logotipo e o menu de navegação.
- **Corpo Principal**:
 - Seção do chat: Área para exibição de mensagens e entrada do usuário.
 - Seção de exibição de código: Mostra o código em execução e o script estático.

CSS

O arquivo CSS (não detalhado aqui) estiliza o projeto para oferecer uma aparência profissional, incluindo:

- Layout responsivo.
- Destaque visual para abas e botões.

JavaScript

O código JavaScript implementa as funcionalidades principais, como:

- Alternância de abas.
- Envio e exibição de mensagens no chat.
- Comunicação com a API da OpenAI.
- Exportação do histórico de mensagens.

7.6.5. Fluxo de Funcionamento

O usuário acessa a página principal e vê duas áreas principais:

- Chat interativo.
- Seção de exibição de código.
- Mensagens podem ser enviadas pressionando Enter (sem Shift).
- As mensagens são enviadas para a API da OpenAI, que retorna uma resposta.
- O histórico de mensagens é exibido dinamicamente no chat.
- O código executado é mostrado em tempo real na seção correspondente.
- O histórico de mensagens pode ser exportado como um arquivo .txt.

7.6.6. Funcionalidades

- **Chat Interativo:** Permite ao usuário enviar mensagens e receber respostas da API.
- **Histórico de Mensagens:** Todas as mensagens são armazenadas localmente.
- **Alternância de Abas:** O usuário pode alternar entre código em execução e o script estático.
- **Exportação do Chat:** Permite salvar o histórico como um arquivo de texto.
- **Exibição de Código Dinâmico:** Mostra o progresso do código executado em tempo real.

7.6.7. Configurações e API

A integração com a API da OpenAI requer uma chave de API válida:

Definição da Chave:

```
const YOUR_API_KEY = 'sua_chave_aqui';
```

Requisição para a API:

```
fetch('https://api.openai.com/v1/chat/completions', {
  method: 'POST',
  headers: {
    'Content-Type': 'application/json',
    'Authorization': `Bearer ${YOUR_API_KEY}`,
  },
  body: JSON.stringify({
    model: 'gpt-4o',
    messages: chatHistory,
  }),
}) ;
```

Estrutura do Histórico:

- chatHistory é um *array* que armazena mensagens do usuário e respostas do bot.

7.6.8. Instruções para Exportar Chat

Para salvar o histórico: clique no botão **Exportar** na interface. Um arquivo “.txt” será gerado com o conteúdo do chat, formatado como:

- Você: Olá
- Bot: Olá! Como posso ajudar?

7.6.9. Prompt para obtenção da análise dos resultados

Neste tópico é fornecido o modelo de “Prompt único”, utilizado na obtenção das análises realizadas. Cabe destacar que, o *software* permite que novos modelos de *Prompts* possam ser criados, adequados as necessidades específicas de cada pesquisa.

Prompt de comando

No papel de um auditor contratado para realizar uma avaliação organizacional com base em dados fornecidos, analise a tabela abaixo. Em seguida, elabore um relatório com o título Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor. O conteúdo deve ser dividido em itens relacionados diretamente aos dados informados, de forma clara e estruturada, com linguagem executiva e sugestões relevantes voltadas à liderança corporativa. Não inclua introdução ou conclusão. Evite repetições entre os itens e assegure que cada recomendação traga *insights* distintos e valiosos para a gestão de pessoas.

Dados fornecidos:

Faixa de tempo; Número de Funcionários

Acima de 50 anos; 3
41 a 50 anos; 13
31 a 40 anos; 63
21 a 30 anos; 259
11 a 20 anos; 262
5 a 10 anos; 178
1 a 4 anos; 264
Menos de 1 ano; 47

Para que os padrões de respostas obtidas pudessem ser reproduzidos, foi elaborado um Prompt com estrutura única, que pode ser executado com qualquer relação de dados informada a partir da expressão “Dados fornecidos”, que possua padrão Unicode (UTF-8) e com delimitador de campos, que neste caso é utilizado o caractere “;”.

7.6.10. Software em execução

O software dispõe de uma interface intuitiva que permite ao usuário inserir comandos (prompts) em um campo específico. A partir do envio dessa solicitação, o sistema aciona o agente de inteligência artificial, que processa a entrada e retorna a resposta correspondente de forma ágil e estruturada. Esse fluxo operacional está ilustrado na Figura 5, evidenciando a simplicidade e a eficiência do mecanismo de interação entre o usuário e a tecnologia embarcada.

No papel de um auditor contratado para realizar uma avaliação organizacional com base em dados fornecidos, analise a tabela abaixo. Em seguida, elabore um relatório com o título "Recomendações Feitas por IA com Base nos Dados Fornecidos".

O conteúdo deve ser dividido em itens relacionados diretamente aos dados informados, de forma clara e estruturada, com linguagem executiva e sugestões relevantes voltadas à liderança corporativa. Não inclua introdução ou conclusão. Evite repetições entre os itens e assegure que cada recomendação traga insights distintos e valiosos para a gestão de pessoas.

Dados fornecidos:

Faixa de tempo:Número de Funcionários
 Acima de 50 anos;3
 41 a 50 anos;13
 31 a 40 anos;63
 21 a 30 anos;259
 11 a 20 anos;262
 5 a 10 anos;178
 1 a 4 anos;264
 Menos de 1 ano;47

Recomendações Feitas por IA com Base nos Dados Fornecidos

1. **Estratégias de Mentoria para Funcionários Sêniores**
 Dada a presença de 3 colaboradores com mais de 50 anos, é recomendado criar programas de mentoria onde esse grupo possa compartilhar suas experiências e conhecimentos com funcionários mais jovens, promovendo a retenção de conhecimento e preparando sucessores potenciais.
2. **Desenvolvimento de Planos de Sucessão**

Digite sua mensagem...

Enviar Exportar

Código em Execução

```
/* Passo Atual: Resposta da API processada... */
1
2 const data = await response.json();
3 if (data.choices && data.choices[0].message.content) {
4   displayMessage(data.choices[0].message.content, 'bot');
5 }
```

Código do Script

Figura 5 - Tela do software executado na Web, desenvolvido pelo autor apresentando o resultado (quadro cinza) da execução de um prompt (quadro azul) enviado ao agente de IA.

7.7. Coleta de Dados da Empresa para o Estudo de Caso

Os dados foram coletados por meio de três fontes principais compreendendo, Água, Energia e Pessoal.

7.7.1. Critérios de Avaliação

A Tabela 1 apresenta os temas e critérios relacionados ao eixo ambiental, social e governança propostos pela ABNT PR 2030-1:2024, oferecendo uma proposta de padronização de demonstrações de resultados. Contudo, a ABNT PR 2030-1:2024 não oferece uma proposta de nivelamento dos critérios, classificando por exemplo quando o seu cumprimento não ocorreu, ou se o cumprimento foi parcial ou completo, deixando a cargo de cada empresa a definição destes padrões e quais pretende mensurar.

Sendo assim, para mensurar a maturidade ESG da empresa, foram definidos critérios baseados na ABNT PR 2030-1:2024, organizados nos quatro eixos analisados:

Tabela 1 - Fonte dos dados da empresa modelo pesquisada utilizados na análise deste estudo.

Fonte	Dados Avaliados	Detalhes
Água	Litros consumido	Dados de consumo dos anos 2023 e 2024 (até setembro).
Energia	kWh consumido	Dados de consumo dos anos 2023 e 2024 (até setembro).
Gás	M ³ consumido	Dados de consumo dos anos 2023 e 2024 (até setembro).
Pessoal	Dados de funcionários ativos, relacionados a gênero, raça, deficiência, se ocupa posição de liderança e tempo de empresa.	Dados anonimizados de pessoal dos anos de 2023 e 2024 (até setembro)

7.7.1.1. Limitações do Estudo

Apesar da relevância da pesquisa, duas limitações importantes devem ser consideradas:

- **Disponibilidade de Dados** – Alguns conjuntos de dados não estavam completos pois não foram preparados para oferecerem resultados voltados ao suporte de uma análise ESG. Sendo assim, por exemplo, os dados relativos aos temas ambiental,

social e de governança, quando disponíveis, era superficiais. Mesmo assim, tais dados possibilitam um conjunto importante de avaliações, que podem auxiliar a empresa modelo pesquisada em definir novos direcionamentos as questões exploradas neste documento.

- **Restrições Temporais** – O estudo de caso reflete um recorte temporal específico, considerando os acontecimentos entre janeiro de 2023 a setembro de 2024, podendo ocorrer mudanças nos resultados das práticas ESG da empresa, caso seja considerados dados posteriores a setembro de 2024.

7.7.1.2. Riscos associados à adoção de IA

A proposta desta tese integra um agente de inteligência artificial ao sistema de gestão corporativa (ERP) para apoiar o mapeamento e a análise de dados ESG, com ênfase na dimensão ambiental. Essa integração aumenta a capacidade de organizar, cruzar e interpretar dados, mas também introduz riscos que precisam ser reconhecidos e geridos. A literatura recente sobre ética e governança de IA destaca a importância de princípios como justiça, transparência, responsabilidade, privacidade e segurança no uso dessas tecnologias (Jobin et al., 2019; NIST, 2023).

No contexto desta pesquisa, que busca reduzir o “vácuo de dados” ESG conectando o ERP aos critérios estruturados em Eixos, Temas e Critérios (Tabela 3), é particularmente relevante explicitar riscos ligados à governança de dados e à confiabilidade das informações produzidas com apoio de IA. Estudos sobre riscos de modelos de linguagem e sistemas de IA em larga escala apontam discriminação algorítmica, falhas de governança de dados, alucinações, falta de transparência e impactos ambientais da própria infraestrutura tecnológica como pontos centrais de atenção (Bender et al., 2021; Ji et al., 2023; Weidinger et al., 2021). Com base nesse referencial, a Tabela 2 sintetiza os riscos mais diretamente relacionados a ESG e governança de dados no contexto deste estudo.

Tabela 2 - Riscos de IA diretamente relacionados a ESG e governança de dados. Fonte: elaborado pelo autor, com base em Bender et al. (2021), European Parliament and Council of the European Union (2016), Ji et al. (2023), Jobin et al. (2019), Jonsdottir et al. (2022), p. 2016; NIST (2023), Weidinger et al. (2021).

Categoria de risco	Descrição resumida	Impactos potenciais em ESG e governança de dados	Referências principais
Viés e discriminação algorítmica em métricas e decisões ESG (S/G)	Modelos de IA podem reproduzir e amplificar vieses presentes nos dados históricos ao gerar indicadores ou análises ESG.	Indicadores sociais distorcidos; decisões injustas; perda de confiança em relatórios e na Governança (G).	(Jobin et al., 2019; Weidinger et al., 2021)
Privacidade e proteção de dados pessoais em indicadores ESG (S/G)	Uso de dados pessoais em métricas ESG, sem anonimização ou base legal adequada, pode violar princípios de proteção de dados.	Sanções regulatórias (por exemplo, GDPR); danos reputacionais; quebra de confiança de stakeholders.	(European Parliament and Council of the European Union, 2016; Jobin et al., 2019)
Governança de dados ESG e rastreabilidade de indicadores (E/S/G)	Falhas em documentação, trilha de auditoria e controle de qualidade dificultam rastrear a origem dos dados usados em indicadores ESG.	Indicadores não auditáveis; risco de <i>greenwashing</i> involuntário; fragilidade em auditorias e <i>due diligence</i> .	(Jonsdottir et al., 2022; NIST, 2023)
Integridade e qualidade da informação ESG (alucinações e erros)	Modelos de IA podem produzir explicações ou recomendações plausíveis, porém incorretas ou não suportadas por dados reais.	Relatórios com informações inexatas; recomendações equivocadas; perda de credibilidade dos relatórios ESG.	(Bender et al., 2021; Ji et al., 2023)
Transparência, explicabilidade e prestação de contas em decisões e relatórios ESG (G)	Falta de clareza sobre dados de entrada, lógica de cálculo e critérios de agregação utilizados pela IA.	Dificuldade de justificar scores e priorizações; risco de descumprir princípios de transparência e <i>accountability</i> .	(Jobin et al., 2019; NIST, 2023)
Impactos ambientais da IA e coerência com metas ESG (E/G)	Infraestruturas de IA com alto consumo energético podem aumentar a pegada de carbono da própria solução que apoia o ESG.	Aumento do consumo de energia; possível incoerência entre metas ambientais e a tecnologia adotada; necessidade de governança de TI alinhada a critérios ambientais.	(Bender et al., 2021; Weidinger et al., 2021)

7.7.1.2.1. Viés e discriminação algorítmica em métricas e decisões ESG

No contexto desta tese, o risco de viés e discriminação algorítmica surge quando modelos de IA utilizam dados históricos do ERP para gerar indicadores, diagnósticos ou recomendações ESG. Se esses dados refletirem desigualdades pré-existentes, o modelo pode reproduzir tais padrões sem correção, afetando as dimensões Social (S) e Governança (G). Painéis de desempenho ESG podem, assim, reforçar práticas injustas sob aparência de neutralidade. Weidinger et al. (2021) identificam discriminação e exclusão entre os principais danos associados a modelos de linguagem, e Jobin et al. (2019) mostram que justiça e equidade (justice/fairness) figuram entre os princípios mais recorrentes nas diretrizes éticas de IA.

7.7.1.2.2. Privacidade e proteção de dados pessoais em indicadores ESG

O método proposto apoia-se, nesta fase, em dados de consumo e operacionais extraídos do ERP, com foco ambiental. Em aplicações futuras, contudo, é plausível que organizações desejem integrar dados de colaboradores, clientes ou comunidades para ampliar os indicadores ESG. Nessa ampliação reside o risco de uso inadequado de dados pessoais, sem base legal, sem anonimização ou com controles de acesso insuficientes. O GDPR consolida princípios como legalidade, minimização, transparência e integridade/confidencialidade (European Parliament and Council of the European Union, 2016), diretamente relacionados à Governança (G) e às boas práticas de ESG. Jobin et al. (2019) reforçam que privacidade é um dos princípios mais frequentemente citados em diretrizes de IA, o que recomenda especial cautela na expansão do escopo de dados utilizados.

7.7.1.2.3. Governança de dados ESG e rastreabilidade de indicadores

O método desta tese busca reduzir o “vácuo” de dados ESG ao conectar o ERP aos critérios de Eixos, Temas e Critérios da Tabela 3. Sem governança de dados adequada, porém, indicadores gerados podem tornar-se pouco auditáveis, com origem imprecisa e atualizações irregulares. O NIST AI RMF enfatiza governança, documentação e rastreabilidade como pilares da gestão de risco em IA incluindo processos para registrar origem, transformação e responsáveis pelos dados (NIST, 2023). Em linha semelhante, [Jónsdóttir et al. \(2022\)](#) mostram que a falta de relevância, acurácia, confiabilidade e comparabilidade dos dados ESG é uma barreira significativa para seu uso em decisões de investimento, reforçando a importância de processos robustos de governança de dados ao longo de toda a cadeia de reporte. No âmbito desta pesquisa, a própria Tabela 3 funciona como instrumento de governança, ao explicitar a relação entre dados de ERP e critérios ESG.

7.7.1.2.4 Integridade e qualidade da informação ESG

Modelos de IA, em especial os generativos, podem produzir respostas convincentes, mas factualmente incorretas ou não suportadas pelos dados “alucinação” (Ji et al., 2023). Quando um agente de IA é utilizado para gerar recomendações de melhoria a partir de dados do ERP, há risco de que algumas sugestões resultem de correlações espúrias ou extrações excessivas. Ji et al. (2023) mostram que alucinações são recorrentes em modelos de linguagem e Bender et al. (2021) alertam que fluência textual não garante fidelidade factual. Por isso, o método proposto deve ser acompanhado de validação humana sistemática.

7.7.1.2.5. Transparência, explicabilidade e prestação de contas

Ao integrar IA ao ERP para consolidar dados e produzir indicadores ESG, a organização passa a depender de algoritmos para agregação, classificação e priorização de informações. Se critérios de cálculo e ponderação não forem claramente documentados, torna-se difícil explicar por que determinadas unidades, processos ou fornecedores apresentam melhor ou pior desempenho. Isso pode comprometer a prestação de contas a conselhos, investidores e reguladores. Jobin et al. (2019) identificam transparência e responsabilidade entre os princípios centrais das diretrizes éticas em IA, e o NIST AI RMF recomenda que sistemas sejam explicáveis e interpretáveis, com documentação adequada de limitações e premissas (NIST, 2023). Na prática desta tese, essa recomendação se traduz em registrar de forma clara as regras que o agente de IA aplica aos dados do ERP.

7.7.1.2.6. Impactos ambientais da IA e coerência com metas ESG

A própria infraestrutura de IA utilizada para apoiar o ESG possui impactos ambientais que não podem ser ignorados. Processos de treinamento e inferência em larga escala podem aumentar o consumo de energia e a pegada de carbono associada à operação de TI. Weidinger et al. (2021) incluem danos ambientais entre as categorias de risco ligadas a modelos de linguagem, e Bender et al. (2021) chamam atenção para o custo energético de modelos de grande porte. Para manter a coerência com a dimensão Ambiental (E), a adoção da solução proposta deve ser acompanhada de decisões conscientes sobre arquitetura de TI, uso de recursos computacionais, escolha de provedores e monitoramento do consumo energético do próprio sistema que apoia o ESG.

8. RESULTADOS

A análise dos dados seguiu um processo sistemático de análise no que for pertinente, com base nas práticas observadas da ABNT PR 2030-1:2024.

Foram considerados os indicadores descritos, para medir os resultados das ações de ESG. A empresa modelo pesquisada encontra-se no nível 1 de maturidade. Assim, todos os dados gerados nesta análise servirão como balizador, sendo uma referência importante para que a empresa modelo pesquisada consiga compreender, do ponto de vista ESG, para que possa planejar onde pretende chegar e em quanto tempo.

Dessa forma, a Tabela 3 consolida todos os critérios dos eixos Ambiental, Social e de Governança (ESG) estabelecidos pela ABNT PR 2030-1:2024, que, neste Estudo de Caso, serve como um referencial para orientar as ações que as empresas poderiam atender, caso sejam impactadas por tais critérios.

Por exemplo, no eixo Ambiental, o critério “Gerenciamento de áreas contaminadas” não se aplica à empresa modelo pesquisada neste Estudo de Caso, uma vez que suas instalações não estão localizadas em áreas com essa característica. Nesse contexto, como o critério não gera impacto para a organização, sua abordagem se torna desnecessária. Contudo, apesar de não representar impacto algum para a empresa modelo pesquisada, neste documento foi convencionado pela manutenção deste e de outros critérios na mesma condição, para que o leitor tenha a ciência de sua existência, uma vez que o critério em questão não impacta a empresa modelo pesquisada, mas pode gerar impacto para outras organizações.

Diante dessa situação, foi convencionado neste estudo que todos os critérios não pertinentes à realidade da empresa serão categorizados como “Não se aplica”, conforme ilustrado na Tabela 3. Essa abordagem garante que a análise seja objetiva e alinhada à realidade da organização, evitando a incorporação de exigências irrelevantes e proporcionando uma avaliação precisa da aderência às diretrizes da norma.

Por fim, todas as considerações expostas neste capítulo fundamentam-se exclusivamente em dados internos da empresa, gerados pelo processamento

computacional das informações inseridas. Dessa maneira, o eixo de Governança apresentará uma demonstração de resultados pouco expressiva em comparação aos eixos Ambiental e Social. Isso ocorre porque os dados relativos, por exemplo, à estrutura de governança corporativa, à ética nos negócios, à transparência e à conformidade regulatória, não foram obtidos. Tais dados, caso existam, não são gerenciados com o apoio do sistema ERP da organização e por conta disto, não puderam ser extraídos para a realização desta análise.

A abrangência dos dados obtidos está restrita a eventos passíveis de medição, seja para fins de consumo ou de registro, como ocorre com as informações relacionadas a gestão de pessoas. Cabe destacar que, ao longo da elaboração deste documento, foram identificadas lacunas de dados cuja inclusão poderia contribuir significativamente para a presente avaliação. Entre esses dados ausentes, destaca-se a remuneração dos funcionários, que permitiria uma análise mais aprofundada das “Políticas e práticas de diversidade e equidade (eixo Governança)”, viabilizando a verificação da isonomia salarial entre indivíduos de diferentes gêneros e raças em posições equivalentes.

A ausência de informações sobre investimentos em desenvolvimento profissional limita a compreensão do compromisso organizacional com o Desenvolvimento Profissional (eixo Governança) de seus colaboradores, uma vez que tais investimentos podem ser aferidos tanto pelo financiamento direto de cursos de capacitação quanto pelo subsídio indireto, como a concessão de bolsas de estudo para aprimoramento interno. Se faz importante destacar que, tal dificuldade na obtenção dos dados torna-se também num fator relevante para a contribuição desta pesquisa, uma vez que a ABNT PR 2030-1:2024 não define claramente quais dados são fundamentais para a construção de uma representação que demostre o nível de maturidade das empresas em cada critério.

Pode-se concluir que, a exaustiva seleção dos dados mais qualificados para uso em cada critério estabelecido pela ABNT PR 2030-1:2024, será uma situação que cada empresa irá atravessar. Contudo, as empresas enfrentarão graus de dificuldade diferentes, considerando a integridade, a abrangência e a disponibilidade dos dados, e a compreensão do que de fato se pretende demonstrar.

A ABNT PR 2030-1:2024 é um instrumento de apoio para a demonstração dos resultados das práticas ESG nas empresas. Não impõe diretrizes rígidas, mas serve como um guia para auxiliar na mensuração dessas ações. A sigla “PR” refere-se a “Práticas Recomendadas”, destacando seu caráter orientativo, permitindo que as empresas apliquem suas diretrizes conforme a necessidade de avaliação dos impactos.

8.1 – Mapeamento dos dados ESG

Na Tabela 3, apresentada a seguir, constitui uma contribuição metodológica que pode ser particularmente útil às empresas no processo de mapeamento preliminar dos dados disponíveis antes do início da elaboração dos relatórios ESG. Seu objetivo é auxiliar as organizações na construção de uma visão clara sobre a disponibilidade atual de dados e sobre o esforço necessário para a obtenção de informações adicionais, permitindo, assim, uma reflexão crítica acerca da relevância de cada dado em relação às suas atividades específicas.

Com base nesse diagnóstico inicial, a empresa poderá priorizar os dados mais pertinentes à sua realidade operacional e estratégica, otimizando recursos e evitando esforços desnecessários com informações de baixa aplicabilidade. Dessa forma, a tabela se propõe a ser um instrumento prático de apoio à tomada de decisão, orientando a prospecção de dados ESG de maneira gradual, focada e alinhada ao estágio de maturidade da organização.

Com o intuito de tornar o diagnóstico ainda mais funcional e aplicável à realidade organizacional, a Tabela 3 foi estruturada a partir dos temas e critérios estabelecidos na ABNT PR 2030-1:2024, aos quais foram acrescentadas duas colunas complementares: “Identificado” e “Mensurável”.

A coluna “Identificado”, criada pelo autor, tem como propósito indicar se determinado critério ESG já foi, de alguma forma, reconhecido ou observado na organização, ainda que de maneira preliminar ou informal. Já a coluna “Mensurável”, também criada pelo autor, busca verificar se o dado correspondente é efetivamente

monitorado e registrado de forma sistemática, ou se ainda se encontra em um estágio empírico, sem estruturação formal.

Desta forma, a ampliação da Tabela 3 proposta pelo autor contribui para que a empresa não apenas reconheça a presença dos critérios ESG em sua operação, mas também avalie o grau de maturidade de cada indicador, servindo como base para decisões futuras sobre onde concentrar esforços de desenvolvimento, coleta e sistematização de dados.

Tabela 3 – Temas e critérios do eixo ambiental, social e governança segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas(2024a), ampliada pelo autor para suporte ao mapeamento dos dados encontrados na organização.

Eixo	Tema	Critério	Identificado ¹	Mensurável ²	Pontos	Estágio de adequação ³
Ambiental	Mudanças climáticas	Mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE)	Não	Não	0,5	Identificado
		Adaptação às mudanças climáticas	Não se aplica	Não	0,25	Não Iniciado
		Efficiência energética	Sim	Sim	2	Avançado
	Recursos hídricos	Uso da água	Sim	Sim	2	Avançado
		Gestão de efluentes	Sim	Parcial	1,5	Intermediário
	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos	Conservação e uso sustentável da biodiversidade	Não	Não	0,5	Identificado
		Uso sustentável do solo	Não	Não	0,5	Identificado
	Economia circular e gestão de resíduos	Economia circular	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Gestão de resíduos	Sim	Não	1,25	Intermediário
	Gestão ambiental e prevenção da poluição	Gestão ambiental	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Prevenção da poluição sonora (ruídos e vibrações)	Não	Não	0,5	Identificado
		Qualidade do ar (emissão de poluentes)	Não	Não	0,5	Identificado
		Gerenciamento de áreas contaminadas	Não se aplica	Não	0,25	Não Iniciado
		Produtos perigosos	Não	Não	0,5	Identificado
Estágio(s) predominante(s) no Eixo						Identificado

Tabela 3 - Continuação da tabela anterior

Social	Diálogo social e desenvolvimento territorial	Investimento social privado	Não	Não	0,5	Identificado
		Diálogo e engajamento das partes interessadas	Não	Não	0,5	Identificado
		Impacto social	Sim	Sim	2	Avançado
	Direitos humanos	Respeito aos direitos humanos	Sim	Parcial	1,5	Intermediário
		Combate ao trabalho forçado ou compulsório	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Combate ao trabalho infantil	Sim	Não	1,25	Intermediário
	Diversidade, equidade e inclusão	Políticas e práticas de diversidade e equidade	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Cultura e promoção de inclusão	Sim	Não	1,25	Intermediário
	Relações e práticas de trabalhos	Desenvolvimento profissional	Não	Não	0,5	Identificado
		Saúde e segurança ocupacional	Não	Não	0,5	Identificado
		Qualidade de vida	Não	Não	0,5	Identificado
		Liberdade de associação	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Política de remuneração e benefícios	Sim	Não	1,25	Intermediário
	Promoção de responsabilidade social na cadeia de valor	Relacionamento com consumidores e clientes	Sim	Sim	2	Avançado
		Relacionamento com os fornecedores	Não	Não	0,5	Identificado
Estágio(s) predominante(s) no Eixo						Intermediário

Tabela 3 - Continuação da tabela anterior

Governança	Governança corporativa	Estrutura e composição da governança corporativa	Não	Não	0,5	Identificado
		Propósito e estratégia em relação à sustentabilidade	Não	Não	0,5	Identificado
	Conduta empresarial	Compliance, programa de integridade e práticas anticorrupção	Não	Não	0,5	Identificado
		Práticas de combate à concorrência desleal (antitruste)	Não	Não	0,5	Identificado
	Práticas de controle e gestão	Engajamento das partes interessadas	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Gestão de riscos do negócio	Não	Não	0,5	Identificado
		Controles internos	Sim	Parcial	1,5	Intermediário
		Auditorias interna e externa	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Ambiente legal e regulatório	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Gestão da segurança da informação	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Privacidade de dados pessoais	Não	Não	0,5	Identificado

Tabela 3 - Continuação da tabela anterior

	Transparência na gestão	Responsabilização (prestação de contas)	Sim	Não	1,25	Intermediário
		Relatórios ESG, de sustentabilidade e/ou relato integrado	Não	Não	0,5	Identificado
	Estágio(s) predominante(s) no Eixo					Identificado

Legenda da Tabela 3:

1 - Identificado: Se o critério foi observado presente na empresa de alguma forma, podendo se encontrar em fase inicial, parcial ou completa, baseado nos dados coletados e observações feitas em relação a empresa pesquisada.

2 - Mensurável: Se os dados disponíveis no sistema corporativo são adequados e suficientes para que possam ser convertidos em relatórios para uma posterior análise da prática ESG do critério em questão.

3 - Estágios de Adequação ESG: Não se aplica — Existem critérios não pertinentes ao contexto ou às operações da organização, portanto não são considerados na avaliação; **Não Iniciado** — Em sua maioria, os critérios não estão identificados e não há dados suficientes disponíveis para mensuração; **Identificado** — Na maioria dos casos, os critérios estão identificados. Porém, alguns dados ainda não são acessíveis ou estruturados adequadamente para mensuração; **Intermediário** — Boa parte dos critérios estão identificados e existem dados parciais para mensuração (incompletos, irregulares ou não padronizados); **Avançado** — Há vários critérios identificados e há dados suficientes para mensuração (disponíveis em sistemas corporativos com escopo e frequência definidos).

8.1.1. Experiência do mapeamento de dados ESG em campo

No estudo de caso conduzido, os dados foram organizados segundo os Eixos, Temas e Critérios estabelecidos na Tabela 3, contemplando tanto os resultados já disponíveis quanto aqueles que demonstravam potencial de aderência aos parâmetros adotados. Essa forma de organização permitiu construir uma estrutura clara para apresentar e interpretar os dados, mantendo a coerência com as diretrizes ESG utilizadas na pesquisa e com a lógica de avaliação proposta na ABNT PR 2030-1 (ABNT, 2024a).

É importante destacar que a forma de representação dos dados, inspirada na ABNT PR 2030-1 e operacionalizada na Tabela 3, não constitui, por si só, um relatório ESG. Relatórios elaborados com base em padrões como ISSB ou GRI seguem estruturas, escopos e formatos próprios. Entretanto, a organização das informações a partir do roteiro da Tabela 3 pode ajudar de forma significativa no mapeamento dos dados ESG disponíveis na organização, funcionando como camada anterior e instrumental, voltada à identificação, organização e validação dos dados corporativos que posteriormente poderão alimentar diferentes tipos de relatório (ABNT, 2024a; Jonsdottir et al., 2022).

Além disso, observa-se que as empresas não precisam necessariamente aguardar a emissão de um relatório ESG completo para começar a obter resultados concretos e reduzir seus impactos ambientais. Com o método proposto, que envolve o mapeamento sistemático dos dados com base na Tabela 3, torna-se possível identificar as principais fontes de informação e verificar se elas já são geradas pelos sistemas de gestão corporativa ou se exigem ajustes em processos e sistemas internos. Em linha com essa perspectiva, pode produzir ganhos de desempenho e de governança, desde que ancorada em dados consistentes e de qualidade mínima para uso decisório (Agrasut, 2025; Jonsdottir et al., 2022).

Empresas como Unilever, Tesla e Microsoft demonstraram que a integração de princípios ESG em seus modelos de negócio pode levar a um melhor desempenho financeiro e a maior eficiência operacional, mesmo sem relatórios formais de ESG (Blagova et al., 2024). Essas organizações passaram a apresentar maior participação

de mercado, mais resiliência e maior capacidade de inovação como resultado de suas transformações orientadas por ESG. Agrasut (2025) destaca que pequenas e médias empresas (PMEs) também podem se beneficiar dessas práticas ao adotarem uma abordagem mais flexível para relatórios de sustentabilidade, aumentando produtividade e inovação e abrindo oportunidades de crescimento e vantagem competitiva.

Um exemplo concreto observado no estudo de caso diz respeito à informação sobre volume consumido: no caso da água, a quantidade de m³ consumidos; no caso da energia elétrica, os kWh; no caso do gás, também m³, entre outros. Embora esses dados estejam presentes nas faturas emitidas pelas concessionárias, na empresa modelo investigada verificou-se que o departamento responsável não registrava o volume de consumo no ERP, lançando apenas os valores e as datas de vencimento. Isso refletia o foco principal da área: controlar pagamentos, e não monitorar o quanto foi consumido. Situações semelhantes são descritas em estudos sobre uso de dados ESG, nos quais informações relevantes permanecem dispersas em fontes pouco estruturadas e não são plenamente incorporadas aos sistemas internos, o que limita sua utilidade para análise e tomada de decisão (Jonsdottir et al., 2022).

A análise mostrou ainda que o ERP utilizado não havia sido configurado, desde a sua implantação, com um campo específico para o registro do volume consumido. Sistemas ERP costumam falhar quando aspectos organizacionais não são considerados de forma adequada no seu processo de desenvolvimento e implantação, inclusive no que diz respeito à definição de campos, rotinas e responsabilidades (Doherty; King, 1998). Esse problema levou à abertura de uma requisição de melhoria junto ao departamento de TI da empresa modelo. A inclusão do novo campo, bem como os testes e a validação da funcionalidade, levou cerca de três meses para serem concluídos. Mesmo assim, após a liberação do campo, os dados ainda não estavam sendo registrados pela área responsável, pois os funcionários envolvidos não se viam como responsáveis por esse registro e resistiam a inserir as informações.

Esse episódio ilustra o que Rocha et al.(2025) apontam: embora as práticas de ESG ofereçam diversos benefícios, as empresas podem enfrentar desafios como resistência cultural, falta de capacidade técnica e necessidade de regulamentações

mais claras. No caso estudado, a situação foi superada com a atuação da equipe responsável pela implementação, que explicou à área de negócios por que aquelas informações eram importantes para a empresa. Até então, essa relevância não estava evidente. A partir dessa sensibilização, os dados passaram a ser registrados de forma regular, o que permitiu incorporar o consumo efetivo às análises de desempenho ambiental (Rocha et al., 2025).

Esse caso reforça a importância de realizar um mapeamento prévio dos dados, com o objetivo de verificar, já no “momento zero”, quais são as informações disponíveis e qual é a sua qualidade para fins de geração de relatórios ESG. É comum que o acesso a informações consideradas críticas dependa de mudanças em sistemas e processos internos, o que pode levar meses. Quando existem muitas frentes de dados a tratar, a percepção de um grande volume de informações indisponíveis pode desmotivar as equipes e até colocar em risco a continuidade do projeto. O uso de um roteiro estruturado de mapeamento, como o proposto na Tabela 3, contribui para tornar esse diagnóstico mais objetivo e priorizável (ABNT, 2024a; Jonsdottir et al., 2022).

Nesse contexto, o uso da Tabela 3 como guia para o mapeamento de dados ESG mostrou-se útil na prática: o instrumento foi testado em campo e ajudou a controlar o status de cada critério, indicando em que ponto da jornada de adequação ESG cada um se encontrava. Os critérios podem estar associados a um ou mais dados relevantes, o que torna a Tabela 3 um primeiro passo importante para construir uma trajetória realista de evolução. Embora essa trajetória seja, por natureza, de médio a longo prazo, a clareza sobre lacunas, prioridades e dependências técnicas aumenta as chances de que o processo seja levado adiante até o fim, com ganhos progressivos em maturidade ESG e em qualidade das informações para gestão (ABNT, 2024a; Rocha et al., 2025).

Recomenda-se que as equipes envolvidas na implementação de ESG utilizem a Tabela 3 como base para organizar o trabalho, desdobrando-a a partir dos resultados das colunas “Identificado” e “Mensurável”, que atribuem pontuações a cada etapa e indicam o estágio de adequação. Esse recurso pode ser usado para planejar a atuação da equipe, priorizando, em primeiro lugar, os critérios que já se encontram em estágio “Avançado”; em seguida, aqueles em estágio “Intermediário”; e, por fim,

os critérios “Identificados” e “Não iniciados”. Esse tipo de ordenamento ajuda a evitar dispersão de esforços, pois, na prática, quando tudo é tratado como igualmente prioritário, nada se consolida verdadeiramente como prioridade. A segmentação por estágios de maturidade é consistente com abordagens que tratam ESG como um processo incremental, em que avanços graduais, sustentados por dados, tendem a ser mais efetivos do que tentativas de adequação simultânea em todos os critérios (Agrasut, 2025).

8.2. Eixo Ambiental

8.2.1. Uso de água e Gestão de efluentes

Descrição dos Dados Observados

Para analisar esses dados em relação aos impactos trazidos pelo Eixo Ambiental da ABNT PR 2030-1:2024, especificamente nos critérios de "Uso de água" e "Gestão de efluentes" apresentados na Figura 6, serão considerados os seguintes pontos:

Análise dos dados

1. Variação Sazonal

A análise do consumo de água na empresa revela variações que podem indicar padrões sazonais associados à atividade operacional ou a fatores externos, como condições climáticas que influenciam o uso desse recurso. Compreender essas variações é essencial para a formulação de estratégias de eficiência hídrica e gestão ambiental, conforme se observa na Figura 6.

Duas discrepâncias relevantes foram identificadas nas medições informadas nas faturas de consumo. Em julho de 2023, registrou-se um consumo de apenas 9 litros, um valor significativamente abaixo da média mensal. Já em setembro do mesmo ano, a fatura reportou um consumo de 92.833 litros de água. Ao analisar os dados, observou-se que o valor cobrado na conta de julho de 2023 esteve alinhado ao volume informado, enquanto a fatura de setembro de 2023 não refletiu um custo compatível com o consumo reportado. Esse fato sugere a possibilidade de erro de digitação, sendo plausível que o consumo correto fosse 2.833 litros, em vez do valor expressivo registrado.

Embora tal inconsistência não tenha gerado impacto financeiro, sob a ótica da análise ESG, essa discrepância demanda uma auditoria detalhada da fatura para verificar o volume real consumido. Esse caso reforça a importância da auditoria contínua dos dados, mesmo em empresas que possuem sistemas corporativos para monitoramento de recursos, pois o financeiro das contas normalmente é monitorado pelos sistemas corporativos, porém a volumetria não, pois frequentemente este campo nem existe em vários sistemas corporativos, obrigando que o usuário utilize outro campo sem uso, como o campo de observações. A confiabilidade das informações é fundamental para assegurar que os dados operacionais com impacto nas métricas ESG sejam gerenciados com rigor e precisão.

Contudo, considerando os dados do consumo de gás, o que pode ser verificado mais adiante neste documento, se verifica que no mesmo período também houve uma elevação do consumo deste recurso, que pode ser observado na Figura 8. Desta forma, pode-se considerar uma ocorrência conjunta, por exemplo, manutenção na piscina, que obrigou a esvaziá-la e quando a encheu, o que justificaria a elevação do consumo de água, obrigou o seu aquecimento, o que também justificaria a elevação do consumo de gás.

Porém, mesmo que tenha ocorrido um evento normal de manutenção da piscina, como mencionado anteriormente, a auditoria nestes casos é essencial para preservar os fatos e trazer a luz àquilo que efetivamente ocorreu, a fim de se evitar vieses indesejados.

2. Tendência de Consumo

Seria útil analisar a tendência geral de consumo ao longo dos meses para determinar se a empresa está conseguindo reduzir seu consumo de água como parte de suas políticas de sustentabilidade, ou se os esforços precisam ser intensificados.

3. Impacto Ambiental e Compliance

Analizando o consumo de água e estimando a produção de efluentes a partir desses dados, é possível avaliar o impacto ambiental da empresa. Essa análise pode ajudar a verificar a conformidade com as normas ambientais e identificar melhorias necessárias nos processos de tratamento de efluentes.

4. Preparação para Variações Futuras

Observando na Figura 6 as tendências e padrões históricos, a empresa pode se preparar para futuras demandas de água. Por exemplo, se determinados meses consistentemente mostram alto consumo, pode-se planejar com antecedência, seja aumentando a capacidade de tratamento de água ou implementando estratégias de conservação antes desses períodos.

5. Oportunidades de Melhoria Contínua

A análise detalhada da Figura 6 permite identificar não apenas os períodos de alta demanda, mas também considerar os eventuais processos que podem ser otimizadas. Isso pode incluir a revisão de tecnologias de uso de água, aprimoramento dos processos industriais ou comerciais e até mesmo a implementação de novas tecnologias de reciclagem e reuso de água.

6. Educação e Engajamento de Stakeholders

Os dados podem ser usados para informar e educar os funcionários e outras partes interessadas sobre a importância da conservação da água. Campanhas de conscientização e treinamentos podem ser mais bem direcionados com base nos padrões de consumo observados.

7. Análise Comparativa com Benchmarks do Setor

Comparar o consumo de água com *benchmarks* do setor pode oferecer uma perspectiva adicional sobre o desempenho da empresa (Figura 6). Se a empresa está consumindo mais do que a média do setor para atividades similares, isso pode indicar a necessidade de intervenções significativas para melhorar a eficiência.

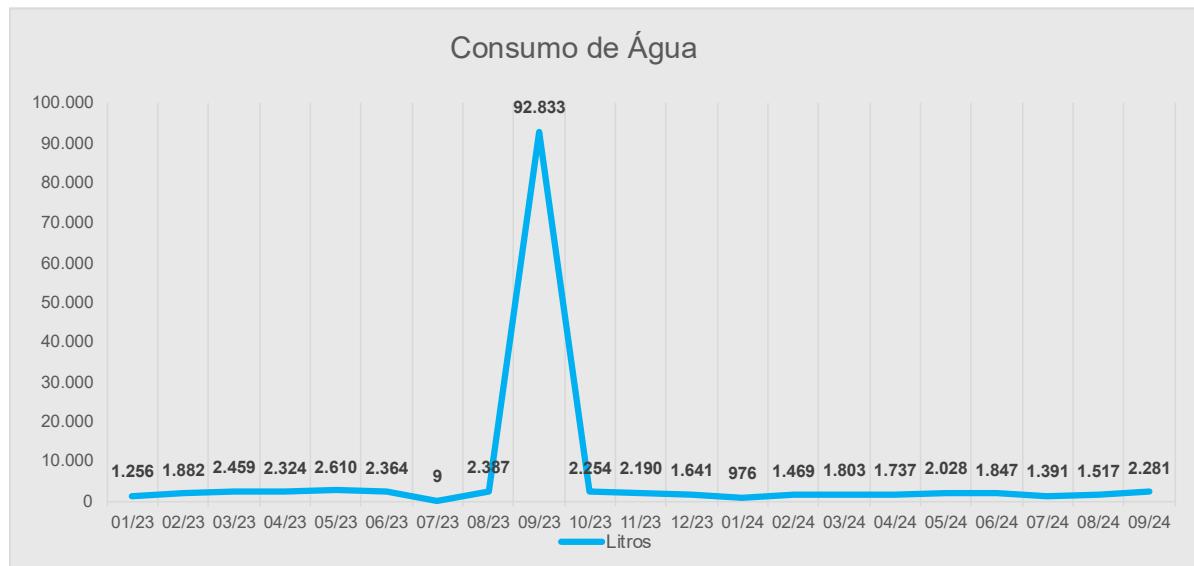


Figura 6 - Gráfico do Consumo mensal de água no período de 01/2023 a 09/2024.

Percepções:

1. Indicador Média Anual:

- 2023: 9.517 litros
- 2024: 1.672 litros

- Apesar de uma leve elevação, o consumo se mantém relativamente estável entre os anos.

2. Indicador Média Mensal Geral do período:

- 6.155 litros – O valor encontra-se impactado pelo evento descrito no Tópico Análise dos dados, item 1. “Variação Sazonal de Consumo”, deste capítulo de “Uso de água e Gestão de efluentes”.
- Esse valor não deve servir como referência para identificar meses com consumo excessivo.

3. Indicador Consumo por usuário no período:

- 658 ml por usuário/mês⁶
- Esse indicador considera funcionários e clientes que utilizam diariamente as instalações da empresa.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Monitoramento contínuo:** A empresa deve continuar monitorando o consumo de água e a geração de efluentes para garantir conformidade contínua com as normas ambientais.
2. **Investimento em tecnologias de redução de consumo:** Se identificados picos de consumo, investir em tecnologias ou processos que reduzam o consumo de água.
3. **Avaliação e melhoria do tratamento de efluentes:** Garantir que os sistemas de tratamento estejam dimensionados corretamente para o volume de efluentes produzidos.

⁶ Usuário: para fins de compreensão, neste documento o termo “usuário” compreende a quantidade estimada de 17.000 pessoas, que representam 1.089 funcionários e 15.911 clientes que utilizam as instalações da empresa pesquisada diariamente durante o período pesquisado.

8.2.2. Eficiência Energética - Consumo de energia elétrica

A Figura 7, demostra o consumo de energia elétrica em KW mês a mês para os anos de 2023 e 2024 (até setembro). Observou-se variações significativas que podem estar associadas a mudanças sazonais, aumento de atividades específicas em certos meses ou outros fatores operacionais.

Descrição dos Dados Observados

Essa avaliação visa não apenas entender os padrões de consumo mensal e anual, mas também investigar a eficiência energética no quesito energia elétrica apresentado na Figura 7. Por meio de uma análise, se buscou identificar tendências e possíveis áreas de melhorias.

Essa abordagem não só contribui para uma gestão mais sustentável dos recursos energéticos, como também alinha as operações às melhores práticas do setor, potencializando economias significativas e melhorias operacionais continuadas.

1. Variação Sazonal de Consumo

Há um aumento perceptível no consumo durante certos meses, o que pode indicar um uso maior de climatização (aquecimento ou refrigeração) ou aumento das atividades operacionais. Por exemplo, o pico observado em abril de 2023 sugere uma demanda energética mais alta, que pode ser relacionada a fatores climáticos ou produção intensificada.

2. Tendências Anuais

A comparação ano a ano será crucial para entender se as medidas de eficiência energética estão sendo efetivas. A presença de meses em 2024 com consumo menor

ou semelhante aos correspondentes de 2023 pode indicar melhorias na eficiência ou mudanças operacionais positivas.

3. Análise de Eficiência Energética

- **Medidas Implementadas:** Sem detalhes sobre as medidas de eficiência energética adotadas, como melhor isolamento ou atualizações tecnológicas, é difícil quantificar o impacto exato.
- **Comparação com Padrões do Setor:** Seria útil comparar estes dados com padrões de consumo típicos do setor para avaliar a eficiência.
- **Variação:** A Figura 7 mostra a variação do consumo mensal de 2,83% na média. Isso pode indicar uma tendência de aumento no consumo, exigindo estratégias de eficiência.

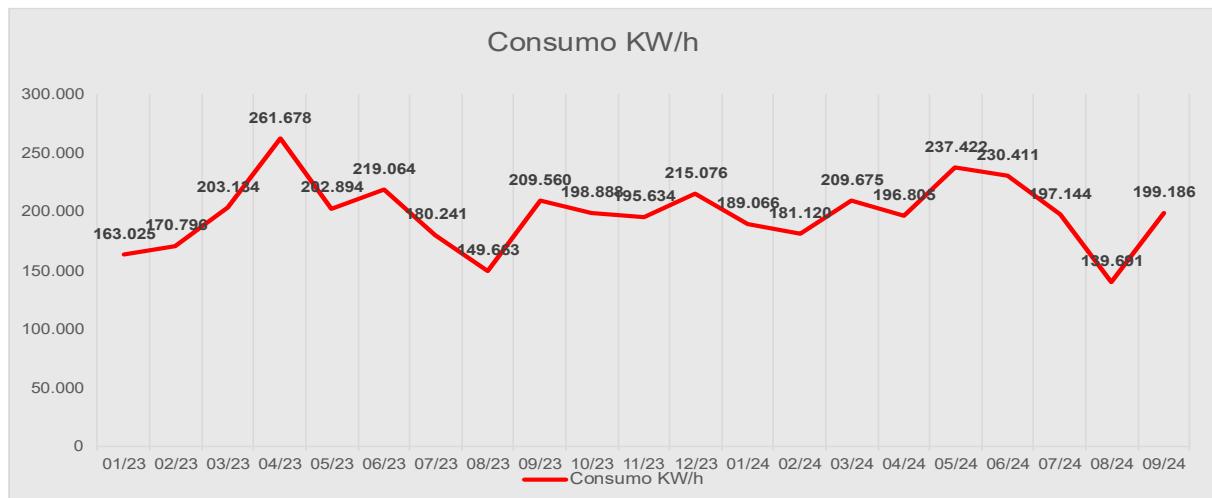


Figura 7 – Consumo de energia elétrica em kWh pela empresa modelo pesquisada de 01/2023 a 09/2024.

Percepções:

1. Indicador Média Anual:

- 2023: 197.471,08 kWh
- 2024: 197.835,56 kWh
- Apesar de uma leve elevação, o consumo se mantém relativamente estável entre os anos.

2. Indicador Média Mensal Geral do período:

- 197.627,29 kWh
- Esse valor pode servir como referência para identificar meses com consumo excessivo.

3. Indicador Consumo por usuário no período:

- 11,62 kWh por usuário/mês
- Esse indicador considera funcionários e clientes que utilizam diariamente as instalações da empresa.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. Análise Geral de Consumo de Energia: Observa-se uma considerável volatilidade no consumo de energia ao longo dos meses analisados, com picos significativos e declínios acentuados. É imperativo realizar uma análise mais aprofundada para identificar as causas dessas flutuações e explorar oportunidades para estabilizar o consumo, possivelmente revisando a eficiência operacional e os padrões de uso de energia.

2. Aprimoramento de Eficiência em Meses de Alto Consumo: Meses como abril de 2023 e maio de 2024 mostraram picos no consumo de energia. Recomenda-se investigar o que causa esses aumentos acima da média e implementar práticas de eficiência energética, como manutenção de equipamentos ou ajustes nas operações, para mitigar os impactos financeiros e ambientais.

3. Adoção de Medidas de Contenção nos Meses de Menor Consumo: Durante agosto de 2024, observa-se uma queda acentuada no consumo de energia. Recomendamos analisar se esta redução é devido a condições sazonais, atividades reduzidas ou eficiência. A replicação das práticas de

sucesso adotadas neste período pode beneficiar outros meses de alta demanda.

4. **Desenvolvimento de Estratégia de Sustentabilidade:** Diante das variações de consumo, uma abordagem estratégica é essencial para promover práticas sustentáveis. Sugere-se investir em tecnologias de energia renovável e treinamentos em eficiência energética para funcionários, visando uma diminuição consistente do consumo ao longo do tempo.
5. **Criação de Indicadores de Desempenho Energético:** A implantação de KPIs específicos para monitorar o consumo de energia pode oferecer insights valiosos. O rastreamento contínuo permite ajustes mais ágeis nas operações diárias e contribui para a identificação precoce de padrões de consumo anômalos.
6. **Revisão de Contratos com Fornecedores de Energia:** Dada a variabilidade nos padrões de consumo, revisar e potencialmente renegociar contratos com fornecedores de energia pode proporcionar economias financeiras. Avaliar tarifas de energia e condições contratuais frente aos dados atuais pode levar a custos mais previsíveis.
7. **Sensibilização Interna e Engajamento dos Colaboradores:** Incentivar ações individuais e coletivas no ambiente de trabalho é fundamental para uma cultura organizacional de sustentabilidade e uso consciente da energia.

8.2.3. Eficiência Energética - Consumo de gás natural

Descrição dos Dados Observados

Os dados analisados representam o consumo mensal de gás natural (em metros cúbicos - M³) ao longo dos anos de 2023 e 2024. A Figura 8 apresenta uma linha contínua para melhor visualização da evolução do consumo ao longo dos meses.

Análise dos dados

- Uma variação mensal significativa no consumo de gás natural.
- Picos de consumo em alguns meses, sugerindo períodos de maior demanda.
- Possível redução ou estabilização do consumo ao longo de 2024, em comparação com 2023.

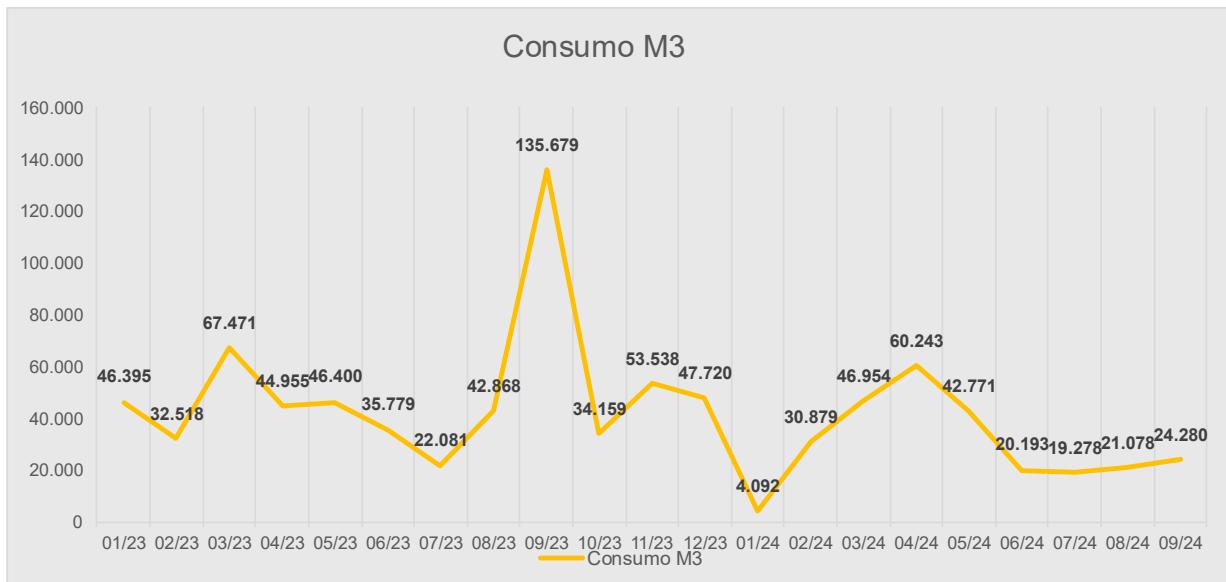


Figura 8 - Consumo pela empresa modelo pesquisada de gás natural no período de 01/2023 a 09/2024.

Percepções:

1. Indicador Média Anual:

- 2023: 50.797 m³
- 2024: 29.974 m³
- Apesar da elevação do consumo ocorrida pontualmente em setembro de 2023, o consumo nos demais meses se mantém estável entre os anos.

2. Indicador Média Mensal Geral do período:

- 41.873m³ – O valor encontra-se impactado pelo evento descrito no Tópico Análise dos dados, item “1. Variação Sazonal”, deste capítulo de Uso de água e Gestão de efluentes.
- Esse valor não deve servir como referência para identificar meses com consumo excessivo.

3. Indicador Consumo por usuário no período:

- 2,47m³ por usuário/mês
- Esse indicador considera funcionários e clientes que utilizam diariamente as instalações da empresa.

4. Faixa de Normalidade de Consumo

- Com base nas leituras do período analisado, encontrou-se o valor de consumo médio de 41.873 m³ para o período.

5. Outras descobertas

Um dado que chamou a atenção durante a análise dos dados da empresa, considerando que os dados extraídos digitalmente estejam corretos, refere-se ao custo do gás pago no período analisado, que representa a monta de R\$ 3.501.622,12.

Tal valor destaca a necessidade uma possível reavaliação do fornecedor ou da fonte de energia por outra que ofereça uma relação mais vantajosa e sustentável do ponto de vista do consumo X custo da fonte energética.

Este fato, remete ao eixo da governança, tema “Práticas e Controles de Gestão”, quanto a uma possível necessidade pela empresa modelo pesquisada, de aperfeiçoamento do Critério “Controles Internos”, que é a primeira linha de defesa que as organizações contam quando traçam seus objetivos e implementam processos para atingi-los (ABNT PR 2030-1:2024, p. 120).

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Identificação e Análise de Picos de Consumo:** O consumo de gás em setembro de 2023 é significativamente mais alto (135.679 M3) comparado aos outros meses. Recomenda-se realizar uma análise aprofundada para determinar as causas desse pico e considerar ajustes em processos ou equipamentos que possam estar contribuindo para um aumento no consumo.

2. **Promoção de Práticas de Eficiência Energética nos Meses de Baixo Consumo:** Existem meses com consumo significativamente reduzido, como janeiro de 2024 (4.092 M3). Verificar práticas e condições operacionais durante estes períodos pode oferecer insights valiosos para replicar e otimizar o consumo nos meses seguintes.
3. **Desenvolvimento de Estratégias de Mitigação para Oscilações Sazonais:** Observa-se considerável variação sazonal no consumo de gás. Elaborar estratégias para suavizar estas flutuações, como ajustes no cronograma de produção ou armazenamento estratégico, pode equilibrar o consumo ao longo do ano, melhorando a previsibilidade e controle de custos.
4. **Adoção de Monitoramento Constante e Preciso:** Implementar sistemas avançados de monitoramento do consumo de gás pode ajudar a identificar e corrigir imediatamente quaisquer desvios incomuns, otimizar o uso de gás e reduzir o desperdício.
5. **Revisão de Infraestrutura e Tecnologias Utilizadas:** Dado que o consumo de gás apresenta irregularidades, uma revisão abrangente da infraestrutura, equipamentos e tecnologias utilizadas pode identificar ineficiências. Investimentos em tecnologia moderna e manutenção regular podem garantir que o consumo esteja alinhado com as melhores práticas de sustentabilidade.
6. **Treinamento e Engajamento dos Funcionários:** A educação e capacitação contínua dos funcionários sobre práticas de economia de energia são essenciais. Engajar a equipe em iniciativas e campanhas sobre eficiência no consumo de gás pode resultar numa cultura organizacional mais sustentável.
7. **Avaliação das Necessidades Operacionais:** Reavaliar as necessidades operacionais para os meses de consumo alto pode revelar oportunidades de ajustar atividades ou contratos de fornecimento. Um planejamento mais adequado em relação às atividades sazonais pode melhorar a eficiência do uso do gás.

8.3. Eixo Social

8.3.1. Distribuição de Funcionários por Gênero

Descrição dos Dados Observados

A análise dos dados fornecidos para os anos de 2023 e 2024 apresenta informações sobre o número de colaboradores da empresa modelo pesquisada gênero, conforme Figura 9.

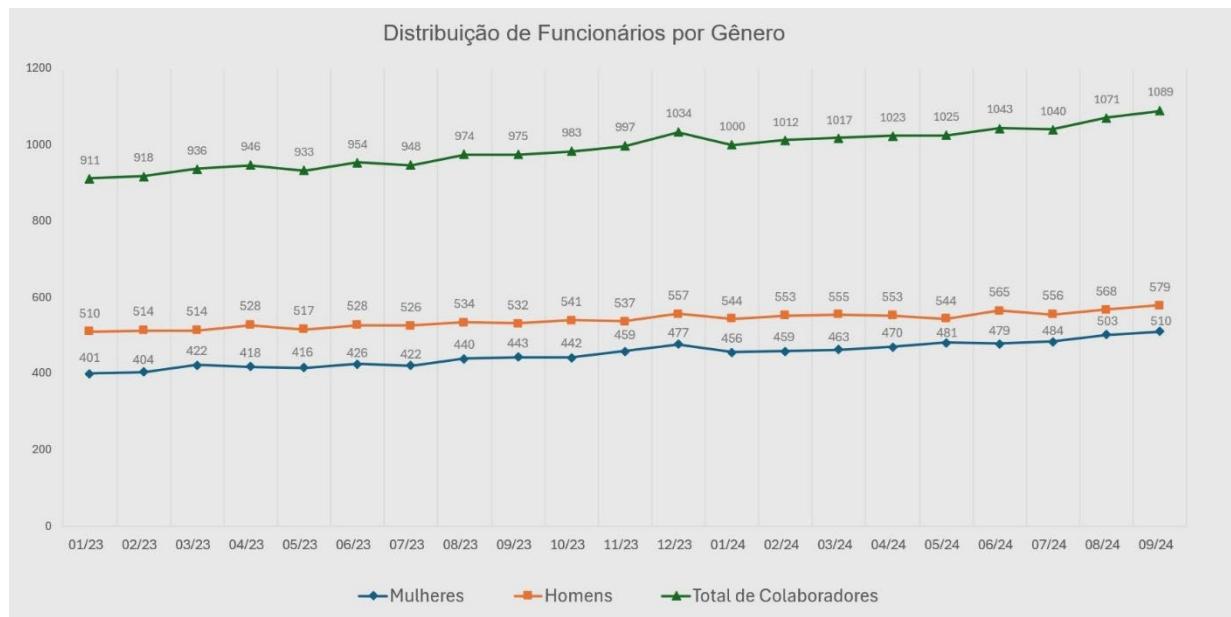


Figura 9 - Números de funcionários homens e mulheres ativos ou licenciados na empresa modelo pesquisada de 01/2023 a 09/2024.

Percepções

- O total de colaboradores variou ao longo dos meses, com um crescimento leve ao longo do tempo. Percebe-se que, o número de funcionários cresceu em média 8% de 2023 para 2024.
- O número de mulheres e homens na empresa mantém uma distribuição relativamente estável em boa parte de 2023, com os homens sendo a maioria. De novembro/2023 verifica-se uma diminuição da diferença entre homens e mulheres, que em boa parte de 2023 era de 22,71% menos mulheres que

homens, passa em 2024 para 16,55% em média. Porém, este dado reflete uma diferença significativa em termos de aumento do número de mulheres no quadro de funcionários, resultando em uma diminuição de 27% da diferença que existia entre homens e mulheres. Tal fato pode ser um indicador de um possível direcionamento ou política de equidade entre homens e mulheres na empresa.

- A rotatividade entre mulheres e homens também varia, mas os dados indicam que as mulheres, em alguns meses, apresentam um índice de rotatividade mais elevado do que os homens.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Promoção da Equidade de Gênero:** Os dados demonstram um aumento constante no número de mulheres ao longo dos anos, aproximando-se do número de homens. É crucial continuar promovendo políticas que incentivem a equidade de gênero em todas as áreas e níveis hierárquicos da organização, garantindo oportunidades de crescimento e desenvolvimento equitativas.
2. **Capacitação para Novos Contratados:** Com o aumento constante do total de colaboradores, especialmente o salto observado em agosto e setembro de 2024, é importante implementar programas de integração eficientes para integrar rapidamente os novos funcionários. Isso pode melhorar a coesão da equipe e acelerar a adaptação cultural na empresa.
3. **Gestão do Crescimento da Força de Trabalho:** O aumento total de colaboradores de 911 em janeiro de 2023 para 1089 em setembro de 2024 indica um crescimento significativo. Recomendamos revisar e ajustar a infraestrutura e processos internos, garantindo que suportem o volume crescente de colaboradores e mantenham a eficiência.
4. **Desenvolvimento de Liderança:** Dado o crescimento no quadro de colaboradores e na diversidade, é essencial investir no desenvolvimento de

liderança inclusiva. Programas de treinamento devem focar em como gerir equipes diversas, promovendo um ambiente de trabalho harmonioso e produtivo.

5. **Aprimoramento da Comunicação Interna:** Com a expansão contínua do quadro de colaboradores, melhorar os canais de comunicação interna é fundamental. Ferramentas e práticas que facilitem a comunicação clara e a troca de feedbacks promoverão um ambiente de trabalho mais colaborativo e engajado.
6. **Medição do Clima Organizacional:** Com um quadro de funcionários em constante expansão, é benéfico realizar pesquisas regulares de clima organizacional. Entender as percepções dos funcionários pode ajudar em ajustes que aumentem a satisfação e a retenção, reduzindo potencialmente a rotatividade.
7. **Foco em Sustentabilidade e Responsabilidade Social:** O crescimento do número de colaboradores também pode aumentar o impacto social e ambiental da organização. Implementar políticas que incentivem práticas sustentáveis e iniciativas de responsabilidade social pode melhorar a reputação da empresa e promover um ambiente de trabalho mais consciente.

8.3.2. Distribuição de Funcionários em Posições de Liderança por Gênero

Descrição dos Dados Observados

Os dados da empresa modelo pesquisada considerados nesta análise apresentados na Figura 10, se referem a setembro de 2024.

1. O total de funcionários em posição de liderança é de 73.
2. Do total, 42 são homens, representando 58%.
3. 31 são mulheres, representando 42%.

4. Há uma diferença de 11 posições de liderança entre os gêneros.

A predominância do sexo masculino na liderança sugere um possível viés organizacional ou uma menor participação feminina em cargos estratégicos. Contudo, não foi avaliada a questão salarial dos funcionários, a fim de se identificar se homens e mulheres possuem remuneração equivalente em posições semelhantes.

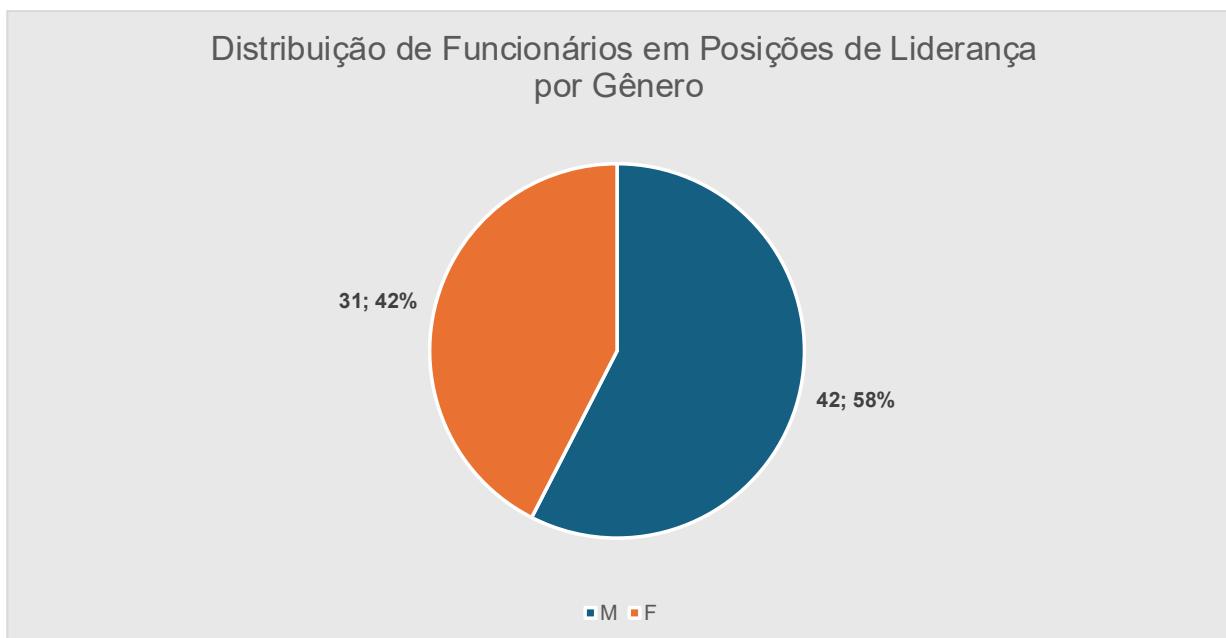


Figura 10 - Distribuição de funcionários por gênero que ocupam posições de liderança em 09/2024.

Percepções

- Se considerado em termos de posições, 11 posições de diferença entre homens e mulheres, pode parecer uma diferença pequena em favor dos homens. Porém, a diferença entre gêneros em termos percentuais é 35% inferior para as mulheres. Sendo assim, é possível afirmar que a diferença entre homens e mulheres em cargos de liderança é significativa, apesar de dois dos três membros do board mais elevado da empresa ser composto por mulheres.
- Não foram verificadas políticas internas que incentivavassem a equidade de gênero nas posições de liderança.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Fortalecimento da Equidade de Gênero:** A atual distribuição em posições de liderança é de 58% homens e 42% mulheres. Para promover a equidade de gênero, é recomendável estabelecer metas organizacionais que visem aumentar a representatividade feminina em cargos de liderança, implementando programas de desenvolvimento voltados para mulheres.
2. **Capacitação e Mentoria:** Considerando a disparidade de gênero, programas de capacitação e mentoria para mulheres podem ser fortalecidos. Isso inclui a criação de iniciativas que preparem mulheres para assumir cargos de liderança, através de treinamento em habilidades de liderança e gestão.
3. **Análise de Progressão de Carreira:** Realizar uma análise detalhada dos caminhos de progressão de carreira para identificar possíveis barreiras que impedem o avanço das mulheres em liderança. A partir dessa análise, políticas e práticas podem ser ajustadas para garantir oportunidades justas de crescimento.
4. **Revisão de Práticas de Seleção para Liderança:** Revisar os processos de seleção para cargos de liderança a fim de eliminar qualquer viés de gênero, garantindo que as decisões de contratação e promoção sejam baseadas em mérito e potencial, e não influenciadas por preconceitos inconscientes.
5. **Desenvolvimento de Ambientes de Trabalho Inclusivos:** Criar e fomentar ambientes de trabalho que valorizem a diversidade e a inclusão, promovendo uma cultura organizacional acolhedora em que tanto homens quanto mulheres sintam-se apoiados e encorajados a alcançar posições de liderança.
6. **Monitoramento Contínuo e Relatórios de Diversidade:** Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo da diversidade de gênero em posições de liderança, com relatórios regulares que avaliem o progresso e a eficácia das iniciativas implementadas, garantindo a transparência e a responsabilidade organizacional.

7. **Incentivo ao Equilíbrio entre Vida Profissional e Pessoal:** Implementar políticas que incentivem o equilíbrio entre vida profissional e pessoal, como horários de trabalho flexíveis e suporte a pais e mães, promovendo ao mesmo tempo a retenção e satisfação de mulheres em cargos de liderança.

8.3.3. Distribuição de Funcionários por Diversidade Racial

Descrição dos Dados Observados

Os dados da empresa modelo pesquisada apresentados na Figura 11 considerados nesta análise, se referem a setembro de 2024. A empresa contava com um total de 1.089 colaboradores em setembro/2024, distribuídos da seguinte forma segundo as raças:

- Pardos: 830 (76,2%)
- Brancos: 229 (21,0%)
- Pretos: 20 (1,8%)
- Vazio (sem preenchimento): 6 (0,6%)
- Amarelos: 2 (0,2%)
- Indígenas: 1 (0,1%)
- Não declarados: 1 (0,1%)

Observa-se na Figura 11 que a predominância é de funcionários que se autodeclararam pardos, seguidos pelos brancos. Os demais grupos raciais aparecem com representatividade bastante reduzida.

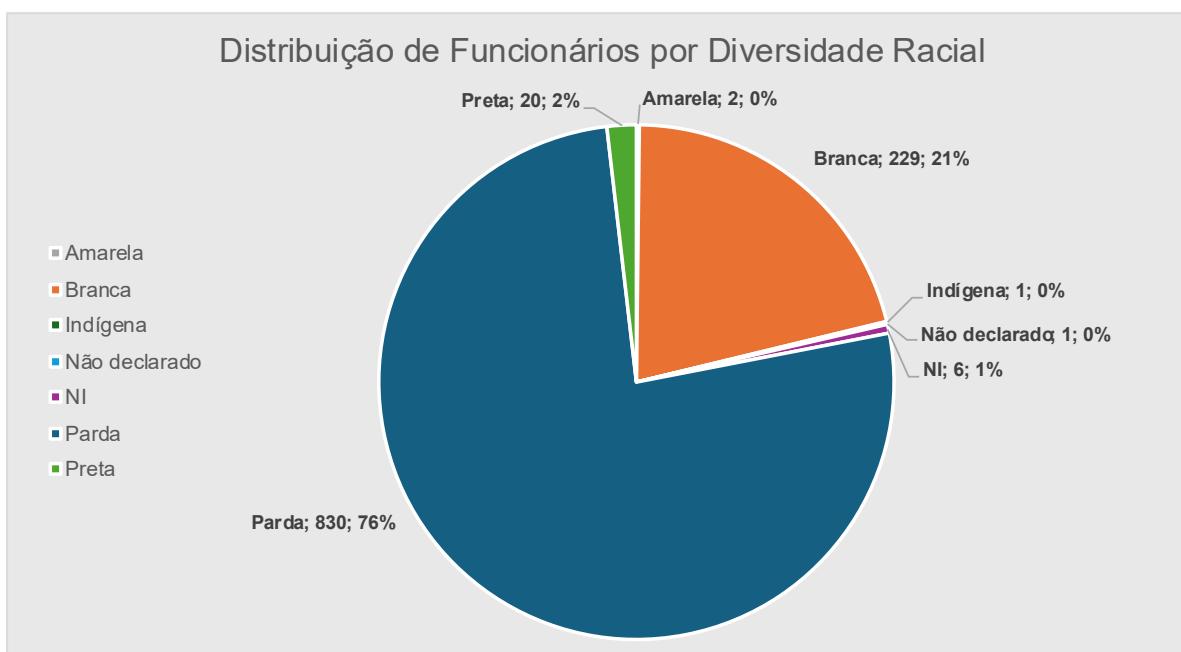


Figura 11 - Distribuição dos funcionários por diversidade racial em 09/2024.

Percepções

- Alta concentração em um único grupo racial:** A grande maioria dos funcionários (76,2%) se autodeclara parda, o que é significativamente superior à média nacional em muitos setores e pode refletir o contexto regional ou o perfil socioeconômico local da empresa.
- Sub-representação de negros:** A quantidade de funcionários que se autodeclararam preta representa apenas 1,8%, o que pode indicar uma sub-representação, especialmente se for considerado a população preta brasileira segundo IBGE 2022 foi de 10,2%.
- Baixa diversidade racial:** Indivíduos autodeclarados amarelos (0,2%) e indígenas (0,1%) praticamente não estão representados, o que evidencia uma baixa diversidade racial nestas categorias.
- Dados incompletos:** Existem 6 registros vazios e 1 não declarado, totalizando 7 funcionários (0,6%) sem informação racial registrada. Embora o número seja pequeno, a ausência de dados pode impactar a precisão das análises de diversidade.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Promoção da Diversidade Racial:** Observa-se uma predominância de funcionários da raça parda. Recomendamos a criação de políticas que incentivem a contratação de indivíduos de grupos raciais sub-representados (amarela, indígena, preta e não declarado), visando promover mais diversidade e inclusão no ambiente de trabalho.
2. **Fortalecimento de Programas de Inclusão:** Implementar programas que estimulem um ambiente inclusivo, onde todas as raças se sintam representadas e valorizadas. Isso pode incluir treinamentos para reduzir preconceitos inconscientes e workshops de sensibilização sobre a importância da diversidade racial.
3. **Revisão de Práticas de Recrutamento e Seleção:** Analisar e ajustar práticas atuais de recrutamento e seleção para garantir que alcancem um público mais diversificado racialmente, possivelmente ampliando parcerias com grupos e instituições focadas em apoiar minorias raciais.
4. **Empoderamento de Grupos Minoritários Racialmente Diversos:** Estabelecer programas de mentoria e desenvolvimento de carreira específicos para funcionários de grupos raciais minoritários dentro da organização, promovendo oportunidades iguais de crescimento e ascensão profissional.
5. **Transparência e Monitoramento Proativo:** Promover a transparência através do compartilhamento de relatórios regulares sobre a diversidade racial na força de trabalho. Monitorar proativamente o progresso das iniciativas de diversidade para ajustar as estratégias conforme necessário.
6. **Iniciativas de Comunicação e Conscientização:** Desenvolver campanhas de comunicação interna que celebrem a diversidade racial e cultural da organização, aumentando a conscientização e promovendo a coleta de dados voluntária e precisa sobre a composição racial dos funcionários.

7. **Apoio à Educação e Capacitação Continuada:** Apoiar a educação e capacitação contínua, oferecendo bolsas de estudo ou parcerias com instituições educacionais para profissionais de grupos minoritários, fortalecendo suas competências de liderança dentro da organização.

8.3.4. Distribuição de Funcionários em Posição de Liderança por Diversidade Racial

Descrição dos Dados Observados

Os dados da empresa modelo pesquisada considerados nesta análise e apresentados na Figura 12, relacionados a distribuição de funcionários em Posição de Liderança por Diversidade Racial, se referem a setembro de 2024. A empresa possui 73 funcionários em posições de liderança, distribuídos racialmente da seguinte forma:

- Pardos: 42 (57,5%)
- Brancos: 30 (41,1%)
- Amarelos: 1 (1,4%)
- Pretos: 0 (0,0%)
- Indígenas: 0 (0,0%)
- Não declarado: 0 (0,0%)
- Vazio: 0 (0,0%)

Destaca-se a predominância de lideranças que se autodeclararam pardas (57,5%) e brancas (41,1%), com apenas 1 pessoa amarela e nenhuma liderança preta ou indígena registrada, conforme se observa na Figura 12.

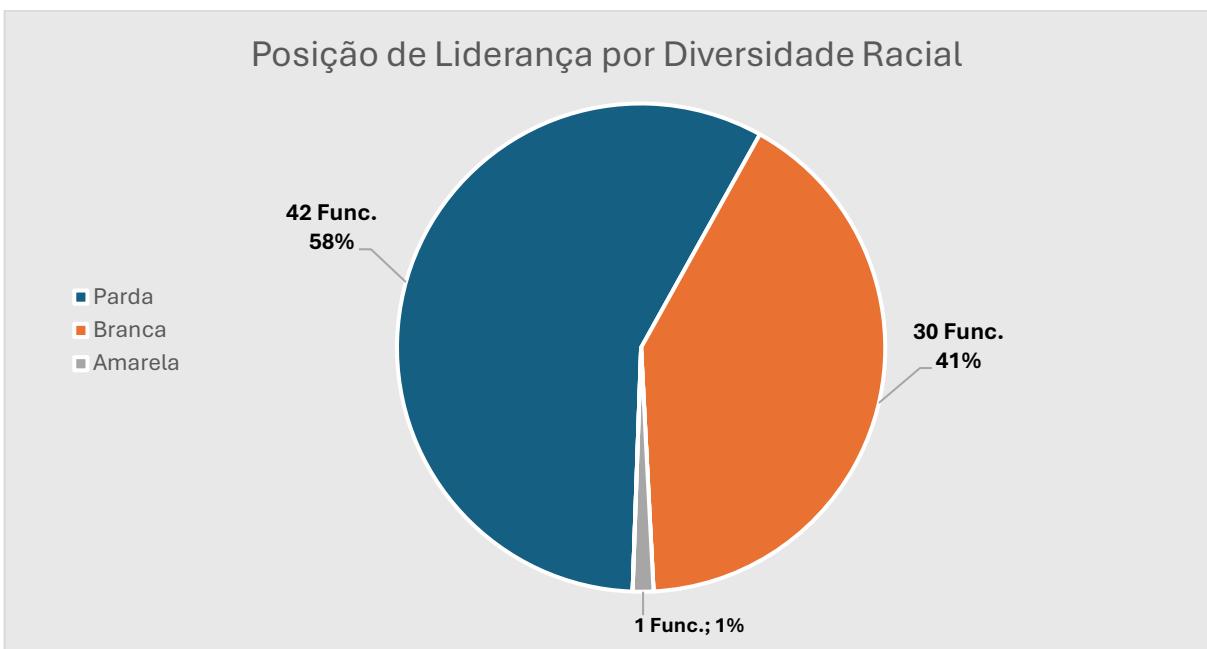


Figura 12 - Distribuição de funcionários em posição de liderança por diversidade racial na empresa modelo pesquisada em 09/2024.

Percepções

- Ausência total de lideranças pretas e indígenas:** Embora a empresa tenha 20 colaboradores pretos no quadro geral, nenhum ocupa posição de liderança, o que pode indicar barreiras no acesso a cargos mais elevados por esse grupo racial.
- Representatividade parda proporcional à base:** A presença de lideranças pardas (57,5%) é numericamente inferior à representatividade desse grupo no total de funcionários (76,2%). Isso sugere que, mesmo sendo a maioria na base, a proporção em cargos de liderança é menor, o que merece atenção.
- Brancos mais representados na liderança do que na base:** Apesar de representarem 21% do total de funcionários, os brancos ocupam 41,1% das posições de liderança, evidenciando uma possível concentração de oportunidades em grupos historicamente privilegiados.
- Diversidade racial na liderança é muito restrita:** A presença de apenas 1 pessoa amarela e a ausência total de pretos e indígenas demonstram que a diversidade racial nas lideranças ainda está aquém do ideal, mesmo quando comparada à base de colaboradores.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Estratégias para Aumentar a Diversidade Racial em Liderança:** A presença de líderes de raça parda (57,5%) é dominante, enquanto outras raças, como indígena e preta, carecem de representação. Recomenda-se a implementação de programas específicos de identificação e desenvolvimento de talentos focados nessas raças sub-representadas para ampliar a diversidade racial em posições de liderança.
2. **Programas de Mentoría Focados em Diversidade:** Desenvolver programas de mentoría e apoio para candidatos a liderança vindos de grupos raciais sub-representados, como raças amarela, indígena e preta. A mentoría pode ser uma ferramenta poderosa para capacitar esses grupos e prepará-los para assumir cargos de liderança.
3. **Análise e Ajuste de Políticas de Promoção:** Realizar uma revisão das políticas de promoção para identificar possíveis barreiras à ascensão de funcionários de raças menos representadas. Ajustes podem incluir critérios de promoção mais inclusivos e oportunidades iguais de desenvolvimento de carreira.
4. **Fomento de uma Cultura Organizacional Inclusiva:** Promover uma cultura organizacional que valorize todas as formas de diversidade racial. Isso pode incluir treinamentos de diversidade e inclusão para todos os níveis de gestão, a fim de conscientizar e reduzir preconceitos inconscientes na tomada de decisões diárias.
5. **Monitoramento de Desempenho e Representatividade:** Implementar um sistema de monitoramento contínuo para acompanhar o progresso da diversidade racial em cargos de liderança. Isso envolve estabelecer metas claras e mensuráveis, garantindo que a organização se mantenha responsável por promover uma representação equitativa.

6. **Iniciativas de Sensibilização e Conscientização Interna:** Criar campanhas internas para aumentar a sensibilização e aceitação sobre a diversidade racial, focalizando a importância de uma liderança diversificada para a inovação e sucesso corporativo.

8.3.5. Distribuição de Funcionários por Gênero e Diversidade Racial

Descrição dos Dados Observados

Nesta seção, serão analisados os dados referentes à distribuição dos colaboradores da organização conforme o gênero, feminino (F) e masculino (M), associado à informação da autodeclaração racial, segmentada nas seguintes categorias: Amarela, Branca, Indígena, Parda, Preta, Não Declarado e NI (Não Informado), conforme apresentado na Figura 13. Essa classificação visa proporcionar uma visão mais precisa da composição demográfica da força de trabalho, permitindo análises alinhadas aos princípios de diversidade, equidade e inclusão.



Figura 13 - Distribuição dos funcionários por gênero e diversidade racial em 09/2024.

Percepções

- Dos 1089 funcionários em 09/2024, a maioria dos colaboradores se autodeclara como parda, representando 76,21% do total dos funcionários e os homens pardos, são a categoria de raça/gênero predominante segundo a análise dos dados da empresa modelo pesquisada, representam 43% ou 471 funcionários, seguidos pelas mulheres pardas, que representam 33% ou 359 funcionárias, pelas mulheres brancas em terceiro lugar, representando 117 ou 10,74% e em quarto os homens brancos, representando 112 ou 10,28%. Os demais grupos são pouquíssimos representados, menos de 3% dos funcionários, e podem ser observados na Figura 13.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Fomento à Representatividade de Grupos Sub-representados:** Considerando a baixa representação de funcionários das raças amarela, indígena e preta, é necessário promover programas de recrutamento ativo voltados para essas comunidades. Parcerias com organizações dedicadas à diversidade e feiras de emprego podem ajudar a atrair talentos diversificados.
2. **Promoção de Equidade de Gênero:** A análise dos números revela um equilíbrio razoável entre homens e mulheres nas raças branca e parda, mas há oportunidade para aumentar a representatividade de mulheres em raças sub-representadas. O desenvolvimento de incentivos e programas de apoio pode encorajar maior participação feminina.
3. **Criação de Grupos de Afinidade:** Estimular a formação de grupos de afinidade ou redes de apoio dentro da organização pode oferecer um espaço de troca e crescimento para funcionários de diferentes raças e gêneros. Esses grupos podem melhorar a integração e a sensação de pertencimento no ambiente de trabalho.

4. **Adoção de Práticas Inclusivas de Recrutamento e Seleção:** Revisar e, se necessário, reformular práticas de recrutamento para garantir que sejam inclusivas e livres de vieses. Isso pode incluir o uso de painéis de recrutamento diversificados e avaliações que priorizem a diversidade de pensamento e experiência.
5. **Programas de Desenvolvimento e Progressão de Carreira:** Implementar programas de desenvolvimento de carreira específicos para funcionários das raças menos representadas, oferecendo oportunidades de treinamento, liderança e progressão interna para assegurar que todos os funcionários possam alcançar posições de influência.
6. **Aumento da Conscientização e Capacitação em Diversidade:** Promover treinamentos regulares para funcionários e líderes sobre a importância da diversidade e inclusão, abordando preconceitos inconscientes e promovendo a igualdade de oportunidades dentro da organização.
7. **Mensuração e Relatórios de Progresso:** Estabelecer métricas claras e rotinas de relatórios para monitorar o progresso da diversidade racial e de gênero. Isso garantirá que as iniciativas sejam efetivas e que ajustes possam ser feitos conforme necessário para atingir os objetivos organizacionais.

8.3.6. Distribuição de Funcionários por Tipo de Deficiência

Descrição dos Dados Observados

Com base na Figura 14, se observa os dados segmentados da empresa modelo pesquisada considerados nesta análise, referente a setembro de 2024. A empresa possui 41 funcionários com algum tipo de deficiência, o que representa 3,77% do total de 1.089 funcionários. A distribuição por tipo de deficiência é a seguinte:

- Deficiência Física: 24 (2,20%)

- Deficiência Auditiva: 9 (0,83%)
- Deficiência Visual: 5 (0,46%)
- Deficiência Mental: 2 (0,18%)
- Deficiência Intelectual: 1 (0,09%)
- Deficiência de Fala: 0 (0,00%)

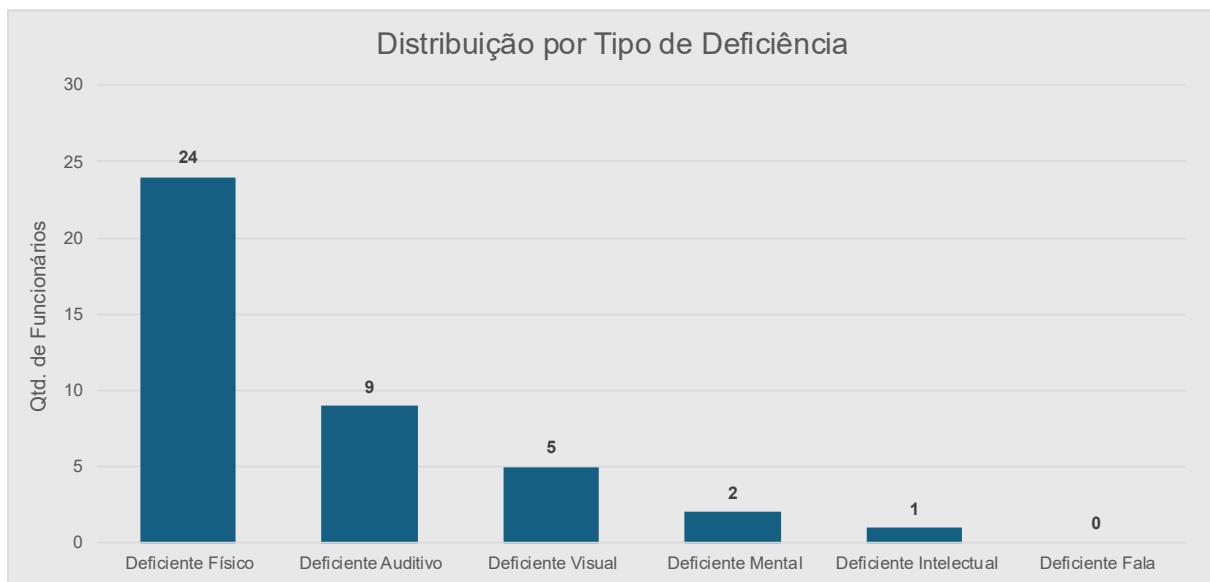


Figura 14 - Distribuição de funcionários por tipo de deficiência em 09/2024.

Percepções

1. **Proporção abaixo da cota legal:** A Lei de Cotas (Lei nº 8.213/91) exige que empresas com mais de 1.001 empregados tenham pelo menos 5% de seus cargos preenchidos por pessoas com deficiência (PcDs). A empresa analisada está com 3,77%, ou seja, abaixo do exigido legalmente.
2. **Predominância de deficiência física:** Dos 41 colaboradores com deficiência, 58,5% têm deficiência física. Isso pode indicar que a empresa tem melhor estrutura e/ou disposição para incluir esse perfil, mas menos abertura ou preparo para outros tipos de deficiência.
3. **Ausência de pessoas com deficiência de fala:** Nenhum colaborador com deficiência de fala foi registrado, o que pode indicar uma barreira de comunicação não tratada ou uma lacuna no processo de recrutamento inclusivo.

4. **Baixa inclusão de pessoas com deficiências intelectuais e mentais:**
Apenas 3 funcionários (0,27% do total) pertencem a essas categorias, que normalmente exigem maior suporte educacional, adaptação de tarefas e sensibilização interna.
5. **Desigualdade na distribuição por tipo de deficiência:** A concentração em deficiências físicas pode estar relacionada à facilidade de adaptação física dos espaços, enquanto a inclusão de pessoas com deficiências cognitivas, sensoriais ou comunicativas ainda encontra obstáculos.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Alcançar a cota legal mínima (5%) de PcDs:** A empresa deve admitir ao menos 13 novos colaboradores com deficiência, garantindo o cumprimento da legislação vigente e reforçando seu compromisso com a inclusão.
2. **Diversificar o perfil de PcDs contratados:** Desenvolver estratégias para ampliar a inclusão de pessoas com deficiência de fala, intelectual e mental, promovendo treinamentos específicos, parcerias com instituições especializadas e adaptações adequadas nos processos seletivos.
3. **Mapeamento de barreiras internas:** Realizar um diagnóstico das barreiras arquitetônicas, comunicacionais, atitudinais e tecnológicas que dificultam a inclusão de outros perfis de PcDs.
4. **Capacitação contínua da equipe e liderança:** Promover formações periódicas para líderes e colaboradores sobre como interagir e incluir adequadamente colegas com diferentes tipos de deficiência.
5. **Fortalecer parcerias com entidades especializadas:** Estabelecer convênios com ONGs, associações e centros de reabilitação, ampliando o alcance e a efetividade do programa de inclusão.
6. **Acompanhamento e suporte individualizado:** Criar planos de desenvolvimento personalizados para PcDs, garantindo suporte psicossocial, ergonomia, acessibilidade digital e acompanhamento da evolução profissional.

7. **Monitoramento transparente dos indicadores:** Incluir os dados de inclusão de PcDs nos relatórios ESG e de sustentabilidade, demonstrando boas práticas, metas e avanços com transparência.

8.3.7. Distribuição de Funcionários em Posição de Liderança por Tipo de Deficiência

Descrição dos Dados Observados

Os dados da empresa modelo pesquisada considerados nesta análise, se referem a setembro de 2024. A empresa possui 2 líderes com algum tipo de deficiência, o que representa 2,74% dos 73 colaboradores em posição de liderança, demonstrado na Figura 15. A distribuição está concentrada exclusivamente em um tipo:

- Deficiência Física: 2 (2,74%)
- Demais tipos de deficiência (auditiva, fala, intelectual, mental e visual): 0 (0,00%)

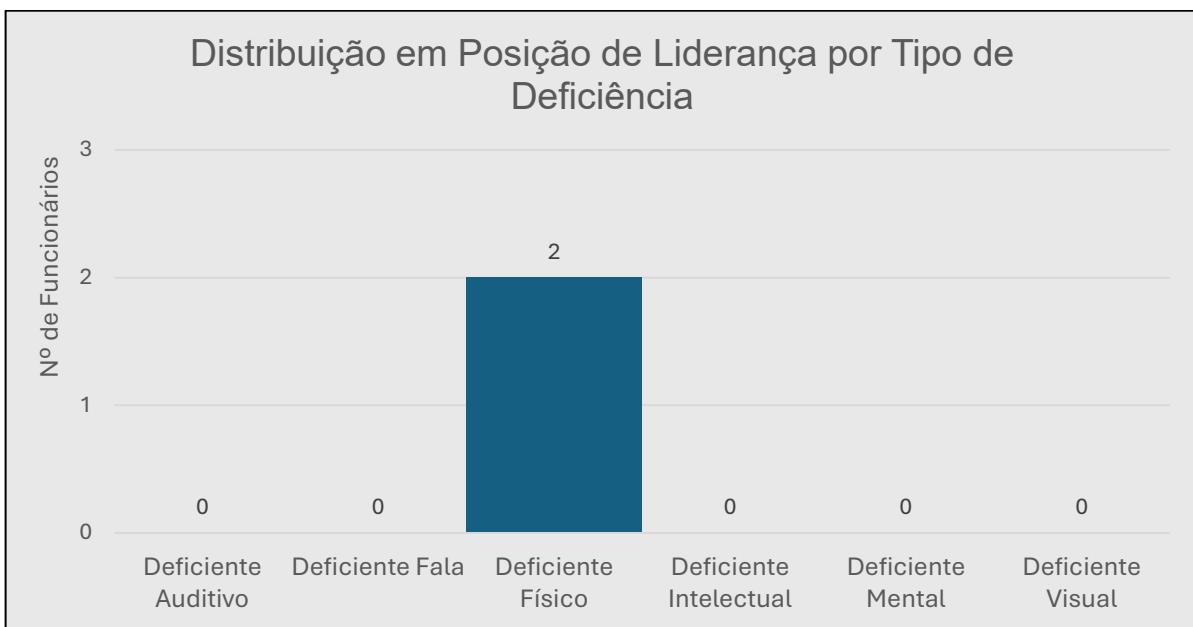


Figura 15 - Distribuição na empresa modelo pesquisada de funcionários em posição de liderança por tipo de deficiência em 09/2024.

Percepções

- Inclusão extremamente limitada nas lideranças:** Apenas 2 pessoas com deficiência ocupam cargos de liderança, o que mostra um nível de inclusão muito restrito. Isso pode refletir barreiras estruturais, culturais ou institucionais no processo de ascensão desses profissionais.
- Foco exclusivo em deficiência física:** Os únicos líderes com deficiência são pessoas com deficiência física, o que pode indicar que esse é o único perfil com maior facilidade de inclusão, possivelmente por exigirem menos adaptações em termos de comunicação ou suporte especializado.
- Ausência total de lideranças portadoras de outras deficiências:** Não há nenhum líder com, por exemplo, deficiência auditiva, visual, ou de fala. Isso revela uma possível lacuna na promoção de diversidade de perfis dentro da liderança, no que se refere a acessibilidade.
- Proporcionalmente menor que a base geral de PcDs:** Na base total de funcionários, 3,77% são PcDs, enquanto na liderança o número é de 2,74%. A diferença, embora pequena, reforça a tendência de concentração das pessoas com deficiência em cargos operacionais, com barreiras ao avanço para posições de liderança.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Criar um programa de aceleração de carreira para PcDs:** Desenvolver uma trilha de desenvolvimento, capacitação e mentoria para colaboradores com deficiência com potencial de liderança.
2. **Identificar e eliminar barreiras internas à promoção:** Realizar um levantamento dos processos de avaliação de desempenho, promoção e liderança para garantir que PcDs não estejam sendo preteridos de forma indireta ou inconsciente.
3. **Diversificar a inclusão nas lideranças:** Estabelecer ações afirmativas para incluir pessoas com deficiência nas equipes de liderança, garantindo adaptações tecnológicas, comunicacionais e de gestão.
4. **Dar visibilidade às lideranças PcDs:** Promover exemplos de lideranças com deficiência internamente, por meio de comunicação institucional e reconhecimento, a fim de inspirar e normalizar a presença de PcDs em cargos estratégicos.
5. **Sensibilizar gestores para a liderança inclusiva:** Realizar treinamentos sobre viés inconsciente, equidade de oportunidades e inclusão plena no topo da hierarquia, fortalecendo a cultura de valorização da diversidade em todos os níveis.

8.3.8. Distribuição de Funcionários por Tempo de Empresa

Descrição dos Dados Observados

Os dados da empresa modelo pesquisada considerados nesta análise, se referem a 09/2024 e estão apresentados na Figura 16. Conforme pode ser observado

na, Tabela 4 a base analisada conta com 1.089 funcionários ativos ou em licença em setembro/2024, com os seguintes destaques:

- Tempo médio de empresa: 14,1 anos.
- O maior tempo registrado de permanência de um funcionário na empresa é de 55 anos.
- Distribuição do tempo de empresa:

Tabela 4 - Número de funcionários por tempo de trabalho na empresa modelo pesquisada em 09/2024.

Faixa de tempo	Número de Funcionários
Acima de 50 anos	3
41 a 50 anos	13
31 a 40 anos	63
21 a 30 anos	259
11 a 20 anos	262
5 a 10 anos	178
1 a 4 anos	264
Menos de 1 ano	47
Total	1089

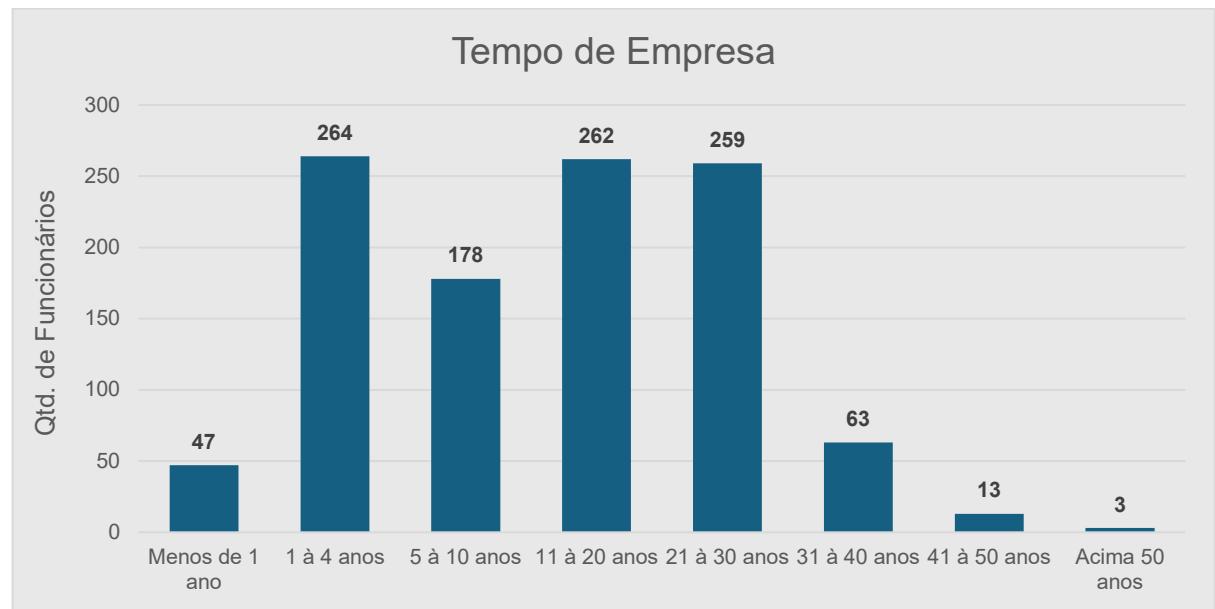


Figura 16 - Distribuição dos funcionários ativos ou em licença em 09/2024 por tempo de empresa.

Percepções

1. Alta retenção em longo prazo:

- Acima de 30% dos colaboradores tem mais de 20 anos de casa.
- A empresa demonstra histórico de grande capacidade de retenção de talentos, especialmente em áreas tradicionais como docência e gestão.

2. Renovação parcial da força de trabalho:

- As faixas “Menos de 1 ano” e “1 a 4 anos” totalizam 311 colaboradores, ou 28,5% da base, indicando alguma movimentação recente de renovação de pessoal.

3. Distribuição desigual de tempo de empresa:

- Existe um “vão” significativo entre os grupos de alta permanência (acima de 30 anos) e os grupos mais jovens.
- A faixa “31 a 40 anos” representa apenas 5,8%, o que pode sugerir períodos de baixa contratação no passado.

4. Risco de evasão por aposentadoria:

- Os colaboradores com mais de 40 anos de casa somam 16 profissionais, um grupo pequeno, mas que pode representar perda de conhecimento crítico caso não exista plano de sucessão.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. **Investimento em Desenvolvimento de Líderes Jovens:** Considerando o grande número de funcionários na faixa etária de 21 a 30 anos e 11 a 20 anos, é crítico investir em programas de desenvolvimento de liderança para preparar os talentos dessa faixa etária para papéis de maior responsabilidade no futuro. Programas de mentoria, capacitação contínua e planos de carreira podem reter esses jovens profissionais e capitalizar seu potencial.

2. **Estratégias de Retenção para Sêniores:** Com apenas três funcionários acima de 50 anos, a organização deve desenvolver estratégias para reter conhecimentos cruciais e experiência. Sugere-se a criação de cargos de consultoria ou a implementação de mentorias reversas, onde esses profissionais mais experientes possam transferir seu conhecimento para as gerações mais novas.
3. **Plano de Sucessão Estruturado:** A maior concentração de funcionários com menos de 4 anos na organização (264 funcionários) pode indicar alta rotatividade. É essencial estabelecer um plano de sucessão bem estruturado para garantir a continuidade das operações e mitigação dos riscos associados à saída de funcionários chave.
4. **Programas de Integração para Novos Contratados:** Com 47 novos colaboradores com menos de um ano na empresa, é vital desenvolver um robusto programa de integração que integre rapidamente esses funcionários. Isso contribuirá para um aumento da satisfação no trabalho, melhor alinhamento cultural e potencialmente reduz a rotatividade futura.
5. **Aprimoramento de Benefícios para Retenção de Talentos:** Para abordar o alto número de funcionários nas faixas de 5 a 10 anos (178) e 1 a 4 anos (264), revisar e potencialmente melhorar os pacotes de benefícios oferecidos pode aumentar a satisfação e retenção. Oferecer benefícios diferenciados, como planos de carreira personalizados e bônus de desempenho, pode fidelizar esses talentos.
6. **Diversificação da Força de Trabalho:** A baixa quantidade de pessoal em alguns segmentos etários, como acima de 50 anos, sugere a necessidade de diversificar mais a força de trabalho. Isso promoverá um ambiente de trabalho mais inovador e resiliente, com diferentes perspectivas e experiências contribuindo para o sucesso organizacional.
7. **Apoio ao Desenvolvimento Profissional Continuado:** Independente da faixa etária, apoiar o desenvolvimento profissional contínuo deve ser prioridade. Disponibilizar cursos, certificações e oportunidades de atualização fortalece a

qualificação do time e auxilia na progressão das diferentes carreiras dentro da organização.

8.3.9. Distribuição de Funcionários por Tempo de Empresa e Cargo de Liderança

Descrição dos Dados Observados

A Figura 17 apresenta a distribuição dos colaboradores da empresa modelo pesquisada com base em dois critérios: tempo de trabalho na empresa e ocupação de cargo de liderança. Os dados foram organizados em oito faixas de tempo, de “menos de 1 ano” a “acima de 50 anos” de trabalho na empresa.

Assim, considerando a Figura 17, verifica-se que os líderes, identificados com a legenda cor laranja, representam aproximadamente 6,7% do total de funcionários da empresa, enquanto os não-líderes compreendem os 93,3% restantes.

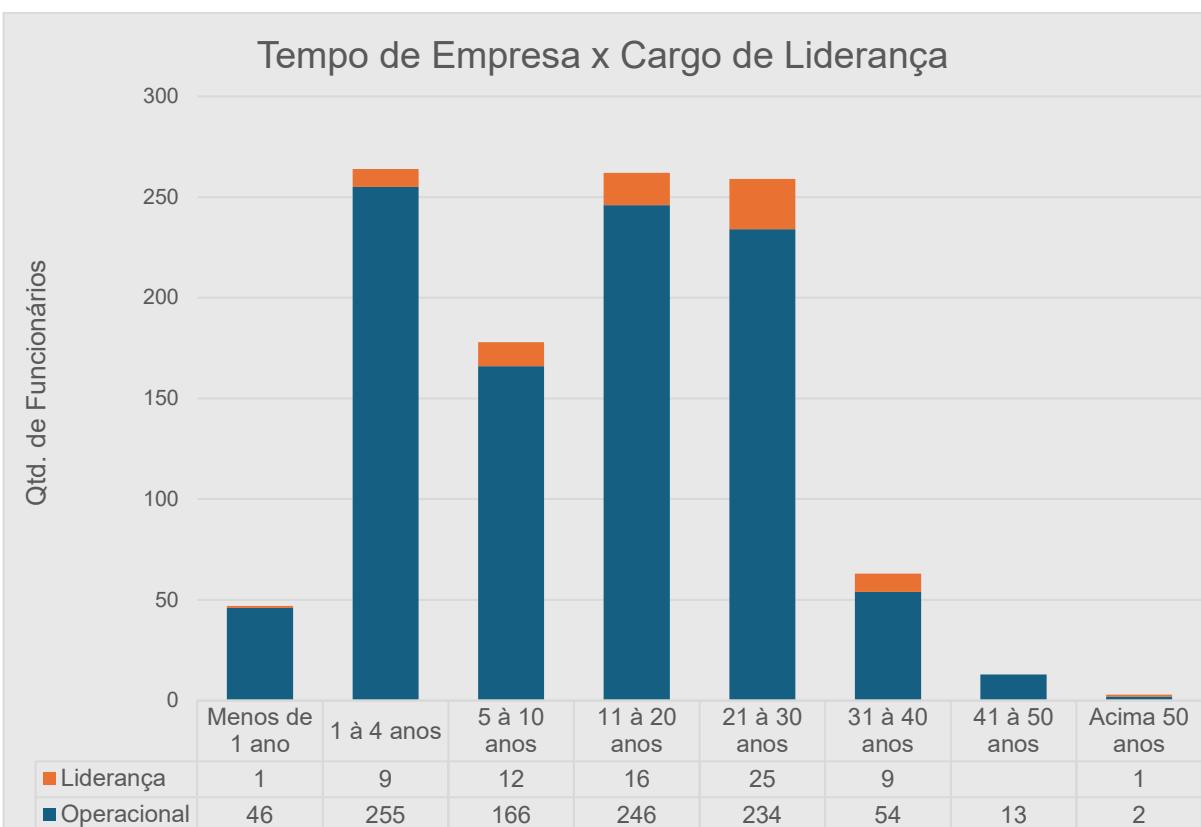


Figura 17 - Distribuição na empresa modelo pesquisada de funcionários por tempo de empresa e ocupação de cargo de liderança em 09/2024.

Percepções

1. Baixa Proporcionalidade de Lideranças: O percentual de profissionais em posição de liderança é significativamente pequeno frente ao corpo funcional total, o que pode sugerir:

- Estrutura organizacional altamente verticalizada ou
- Centralização das decisões em poucos cargos estratégicos.

2. Distribuição Temporal dos Líderes:

- A maior concentração de líderes está entre os que possuem 21 a 30 anos de empresa (25 pessoas) e 11 a 20 anos (16 pessoas), indicando que a ascensão à liderança tende a ocorrer após longos períodos de permanência na organização.
- Apenas 10 líderes têm até 10 anos de casa (13,6% dos líderes), o que indica uma possível barreira à ascensão para novos talentos ou uma carência de planos de desenvolvimento de lideranças.

3. Ausência de Líderes nas Faixas de 41 a 50 anos de tempo de casa:

Chama atenção a ausência total de líderes com mais de 40 anos de empresa (0 na faixa de 41 a 50 anos, e apenas 1 acima de 50 anos). Isso pode indicar:

- Aposentadorias recentes de lideranças seniores;
- Desligamentos voluntários ou involuntários de perfis experientes;
- Desestímulo a ficar em posições de liderança por longos períodos.

4. Distribuição de Lideranças nos Primeiros Anos:

- Há apenas 1 líder com menos de 1 ano de empresa, o que pode apontar para uma baixa taxa de contratação externa para cargos de liderança ou uma cultura organizacional que valoriza exclusivamente promoções internas com longo tempo de casa.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. Desenvolvimento de Novas Lideranças Internas:

- Implantar um programa estruturado de identificação e desenvolvimento de talentos entre os profissionais com menos de 10 anos de casa.
- Estabelecer trilhas de carreira com transparência de critérios para progressão a cargos de liderança.

2. Diversificação dos Perfis de Liderança:

- Incentivar a contratação externa de líderes experientes e diversos, ampliando a troca de conhecimento e oxigenando a cultura organizacional.
- Estimular o rejuvenescimento da liderança por meio de programas de mentoring reverso e inclusão geracional.

3. Retenção de Lideranças Seniores:

- Desenvolver políticas específicas para reter e valorizar líderes com mais de 30 anos de casa, como transição para funções de consultoria interna, programas de legado ou de mentoria.

- Investigar causas de eventuais evasões ou desestímulos desses profissionais com perfil sênior.

4. Equilíbrio e Proporcionalidade Organizacional:

- Avaliar a estrutura hierárquica atual, verificando se o número de líderes está proporcional às demandas operacionais e ao crescimento organizacional pretendido.
- Considerar descentralizações operacionais que estimulem lideranças intermediárias ou regionais.

5. Indicadores ESG de Liderança e Equidade:

- Incorporar ao relatório de ESG indicadores de equidade de acesso a posições de liderança na empresa, segmentados por tempo de empresa, idade, gênero e raça.
- Monitorar regularmente a diversidade nas lideranças como reflexo da governança organizacional inclusiva.

8.4. Eixo Governança

8.4.1. Práticas de Controle e Gestão

8.4.1.1. Controles Internos

A governança corporativa eficiente pressupõe a existência de controles internos robustos, capazes de garantir a confiabilidade dos dados, a conformidade com normas e a mitigação de riscos operacionais e ambientais. A análise dos consumos de água, energia elétrica e gás evidencia, de forma indireta, como esses controles estão estruturados e operando na empresa modelo pesquisada.

Cumpre destacar que, embora os dados de consumo de água, consumo de energia elétrica e o consumo de gás já tenham sido analisados nos itens 8.2.1, 8.2.2 e 8.2.3, a presente avaliação adota uma perspectiva distinta, direcionada especificamente para a análise sob a ótica dos controles internos, a fim de identificar a origem e qualidade do dado.

Assim, o foco não recai unicamente sobre os volumes e custos registrados, mas, também sobre a existência, a integridade e a confiabilidade desses dados no ambiente corporativo. Trata-se, portanto, de avaliar em que medida os processos e sistemas de gestão corporativa são capazes de capturar, armazenar, tratar, monitorar e disponibilizar essas informações de forma estruturada, auditável e aderente às boas práticas de mercado no tocante a governança corporativa e sustentabilidade.

Descrição dos Dados Observados

1. Consumo de Água

- O consumo médio mensal foi de 6.155 litros, impactado por um evento atípico identificado no capítulo 8.2.1. Uso de água e Gestão de efluentes (provável erro de digitação em uma fatura específica que indicou consumo de 92.833 litros, quando o valor correto provavelmente seria 2.833 litros) e na Figura 6.
- Consumo médio por usuário: 658 ml por mês, considerando o universo de aproximadamente 17.000 usuários (funcionários e clientes).
- As análises revelaram estabilidade, porém com variações sazonais e a necessidade de auditorias mais rigorosas, especialmente em eventos não recorrentes.

2. Consumo de Energia Elétrica

- Média mensal geral de 197.627,29 kWh, com consumo por usuário de 11,62 kWh/mês.
- Observam-se picos nos meses de maior climatização e atividade operacional, bem como oscilações sazonais compatíveis com a operação da empresa.
- A variação está dentro dos padrões operacionais, indicando a presença de práticas de monitoramento, embora sem indicadores precisos sobre perdas ou ineficiências operacionais.

3. Consumo de Gás Natural

- Média anual de 50.797 m³ em 2023 e 29.974 m³ em 2024, com consumo médio por usuário de 2,47 m³/mês.
- Foi possível observar uma despesa significativamente elevada com consumo de gás no período (aproximadamente R\$ 3.501.622,12) que demanda investigação quanto à competitividade contratual e eficiência da matriz energética adotada.
- Picos pontuais sugerem necessidade de aprimoramento na gestão, especialmente em cruzamento de dados de consumo que expliquem tais variações.

Percepções dos Dados sob a Ótica dos Controles Internos

- **Existência de Controles:** A empresa possui mecanismos de controle interno para acompanhamento dos consumos, visto que os dados foram devidamente extraídos dos sistemas corporativos. Entretanto, a ocorrência de inconsistências, como a fatura de água mencionada, evidencia fragilidades nos processos de conferência e validação.
- **Rastreabilidade e Confiabilidade:** Embora haja controle sobre os dados financeiros (valores das contas), percebe-se uma deficiência nos controles da volumetria dos recursos (litros, m³, kWh), dado que alguns sistemas não possuem campos específicos para esse tipo de monitoramento, sendo necessário o uso de campos alternativos (como observações), o que compromete a rastreabilidade e a confiabilidade.
- **Integração dos Dados:** A ausência de cruzamento automático entre os dados de consumo e eventos operacionais, como as manutenções, o aumento de carga térmica ou as sazonalidades, sugere que os controles são mais focados na gestão financeira do que efetivamente no monitoramento operacional de sustentabilidade.

- **Gestão Contratual:** A análise do consumo de gás, associada ao custo expressivo, levanta questionamentos sobre a eficiência dos processos de compras, renegociação de contratos e avaliação de fornecedores, o que é um elemento fundamental dos controles internos sob a ótica ESG e financeira.
- **Conformidade ESG:** Os controles existentes ainda não são plenamente aderentes às boas práticas de ESG, especialmente no que tange à geração de relatórios periódicos, análise preditiva e auditorias internas focadas na eficiência ambiental.

Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:

1. Fortalecimento dos Controles Operacionais

- Implantar campos obrigatórios e específicos nos sistemas corporativos para registro da volumetria dos recursos (água, energia e gás), além do custo financeiro.
- Criar validações automáticas para detectar discrepâncias entre consumo e valor faturado, com alertas em tempo real.

2. Integração dos Dados Operacionais com Dados Financeiros

- Desenvolver dashboards inteligentes que cruzem dados de consumo, custo e eventos operacionais (ex.: manutenção, sazonalidade, aumento de demanda), permitindo análises preditivas e detecção de anomalias.

3. Adoção de Tecnologias de Gestão Inteligente

- Integrar soluções baseadas em Inteligência Artificial e IoT, capazes de prever picos de consumo, recomendar ajustes operacionais e sugerir renegociações contratuais.
- Utilizar IA para analisar o histórico de consumo e recomendar benchmarks mais precisos com base no setor, além de prever desvios futuros.

4. Auditoria Contínua Automatizada

- Implementar rotinas de auditoria automatizada nos sistemas, não apenas para análise financeira, mas também para validação dos dados operacionais, assegurando aderência às práticas ESG e à governança interna.

5. Gestão Contratual Otimizada

- Realizar uma revisão dos contratos de fornecimento de gás e energia, com apoio de ferramentas de IA para simulações de cenários mais econômicos e sustentáveis, considerando matriz energética limpa e fornecedores alinhados com os princípios ESG.

6. Educação Corporativa Focada em Governança ESG

- Promover treinamentos contínuos com foco na importância dos controles internos aplicados à gestão de recursos naturais, não apenas como requisito operacional, mas como pilar estratégico da governança ESG.

9. DISCUSSÃO

9.1. Análise do Estágio de Maturidade no contexto da Empresa Modelo

A análise dos dados extraídos dos sistemas corporativos da empresa modelo pesquisada evidenciou um cenário característico de organizações em estágio inicial de maturidade ESG. Conforme observado, a empresa encontra-se no Estágio 1 – Elementar, segundo os critérios definidos na ABNT PR 2030-1:2024, o que indica uma abordagem ainda reativa e fragmentada em relação à sustentabilidade (ABNT, 2024a).

O diagnóstico ESG permitiu observar que, embora haja certo grau de identificação dos temas e critérios exigidos pela diretriz nacional, a mensuração sistemática de muitos desses indicadores ainda não ocorre de forma estruturada. Isso é consistente com o que aponta Alhoussari (2025), ao afirmar que empresas com baixa maturidade ESG geralmente carecem de mecanismos padronizados de mensuração, o que compromete tanto a rastreabilidade quanto a confiabilidade das informações reportadas.

A ausência de dados organizados em temas como desenvolvimento profissional, diversidade salarial e governança corporativa, evidencia uma lacuna que pode ser crítica para a consolidação de políticas ESG eficazes. Segundo Bezerra, Martins e Macedo (2024), a dificuldade em operacionalizar esses temas decorre da fragmentação das bases de dados organizacionais, bem como da ausência de uma cultura interna orientada por indicadores de impacto social e ambiental.

Contudo, a análise também revelou aspectos positivos que demonstram o potencial de evolução da empresa. Por exemplo, a existência de registros históricos de consumo energético e hídrico em sistemas ERP proporciona uma base concreta para implementar métricas de eficiência ambiental. Segundo Aydemir e Yuzgenc (2023), essa integração entre sistemas de gestão e dados ESG é um primeiro passo essencial para a transformação digital sustentável.

Uma contribuição relevante do estudo é a proposta metodológica para caracterização do estágio "Pré-ESG", preenchendo uma lacuna descriptiva existente nos documentos normativos. Essa contribuição teórica dialoga com a crítica feita por Paridhi et al. (2024), de que muitas organizações ainda operam abaixo do patamar mínimo esperado de compromisso ESG, e que é necessário um modelo que reconheça essa realidade como parte de um processo evolutivo e não como falha estrutural.

Outra contribuição metodológica relevante do presente estudo refere-se à criação e estruturação da Tabela 3 (p. 80), que oferece uma proposta ampliada de mapeamento preliminar dos dados disponíveis para fins de análise ESG. Essa tabela não apenas apresenta os temas e critérios da ABNT PR 2030-1:2024, mas também incorpora duas colunas adicionais, "Identificado" e "Mensurável", que permitem às empresas avaliarem com clareza a existência e a capacidade de mensuração de cada critério.

Este recurso facilita a identificação de lacunas, priorização de esforços e planejamento de estratégias para coleta e sistematização de informações, constituindo um instrumento de reflexão crítica sobre a relevância dos dados em relação às atividades específicas da organização.

Além disso, o uso de um software desenvolvido no presente estudo, capaz de interagir com agentes de inteligência artificial, representa um diferencial relevante e inovador do presente estudo, e se torna em mais uma contribuição importante para este estudo de caso.

A ferramenta demonstra a viabilidade da extração automatizada de dados ESG a partir dos sistemas já utilizados pelas empresas, sem necessidade de investimentos elevados ou reestruturação de processos. Tal estratégia é alinhada ao que propõem Kulkarni *et al.* (2023), ao afirmarem que a aplicação de IA em ESG deve ser modular, acessível e integrável a estruturas organizacionais existentes, especialmente para pequenas e médias empresas.

Por fim, os dados analisados indicam que, embora a empresa ainda esteja em uma fase incipiente, há elementos promissores que podem ser potencializados, sobretudo com a estruturação de um plano de governança de dados ESG, utilizando ferramentas digitais e metodologias reconhecidas. Essa abordagem é reforçada por Raza *et al.* (2022), que destacam a governança de dados como um pilar essencial para garantir integridade, transparência e utilidade prática das informações ESG.

No caso da empresa modelo pesquisada, foi considerando como base a ABNT PR 2030-1:2024, onde se verifica que são 5 os estágios de maturidade dos critérios ESG, conforme Figura 18. O “Estágio 1 – Elementar”, onde a empresa modelo pesquisada se encontra, representa o momento em que as iniciativas ainda não se configuram como práticas ESG, pois são conduzidas principalmente para cumprir exigências legais ou de maneira isolada (ABNT, 2024a). Nessa fase, a conscientização e o engajamento da Alta Direção da empresa modelo pesquisada em relação aos temas ESG ainda são limitados.



Figura 18 - Estágios de maturidade dos critérios ESG segundo a Norma ABNT PR 2030-1:2024 , com destaque do autor para o estágio em que se encontra a empresa modelo pesquisada.

Na governança no estágio Elementar, a instituição possui um procedimento quanto a sua adequação a legislações e se limita a adotar tais regulamentares (quando pertinente) e/ou se envolver com o tema de forma incipiente, se não houver definições regulatórias obrigatórias (ABNT, 2024a).

Infelizmente, se observa que a ABNT 2030-1:2024 se limita a pouco tratar sobre as características das empresas que se encontram nos dois primeiros estágios de maturidade. Reiterando que, as empresas que estão nestes estágios, não destacam uma preocupação com as práticas ESG, mas tão somente em atender requisitos legais e regulatórios pertinentes (ABNT, 2024a).

Com base nisso, buscou-se na literatura, as características comuns de empresas que se encontram num estágio “Elementar” (ABNT, 2024a), ou seja, numa fase anterior ao início da implementação de práticas ESG. Assim, a fim de caracterizar o momento, que nesta pesquisa denominamos como “Pré-ESG”, foi pesquisado na literatura quais os principais desafios enfrentados pelas empresas na fase anterior a implantação de práticas ESG e forma encontrados os fatores a seguir:

A empresa é limitada, caracterizando-se por estruturas informais e pouca clareza quanto à definição de papéis e responsabilidades relacionados à

sustentabilidade (Debnath et al., 2024). Não há políticas bem estabelecidas, e a tomada de decisão em questões ESG tende a ser fragmentada e descentralizada.

A transparência nas práticas corporativas é mínima, refletindo-se na ausência de mecanismos de prestação de contas e relatórios sobre o desempenho socioambiental da empresa, mesmo que preliminar. A falta de métricas e indicadores impede um acompanhamento sistemático do progresso, tornando desafiador estabelecer metas de melhoria contínua (Bezerra et al., 2024).

No eixo ambiental, empresas classificadas como “Elementares” apresentam práticas rudimentares de gestão de impactos ecológicos. Não há uma estratégia clara para mitigar emissões de carbono, reduzir o consumo de recursos naturais ou gerenciar resíduos de maneira eficiente. Neste contexto, estruturas padronizadas, como as propostas pela *Global Reporting Initiative*⁷ (GRI), podem ajudar as empresas a navegar no cenário regulatório com mais eficiência (Alhoussari, 2025). Frequentemente, essas organizações operam em conformidade apenas com exigências mínimas da legislação ambiental, sem buscar certificações ou adoção de melhores práticas voluntárias. A conscientização dos colaboradores sobre questões ambientais é baixa, e as ações são predominantemente corretivas, sem um planejamento preventivo para evitar riscos ambientais futuros (Parameswar et al., 2024).

No âmbito social, a organização pode apresentar fragilidades na promoção de diversidade, equidade e inclusão, além de não possuir políticas estruturadas de relacionamento com stakeholders, como comunidades locais e fornecedores (Alhoussari, 2025; Kakogiannis, 2024). A cultura corporativa pode carecer de diretrizes claras para garantir condições de trabalho justas, segurança ocupacional e programas de desenvolvimento para seus funcionários (Debnath et al., 2024).

⁷ O GRI fornece uma estrutura globalmente relevante que entidades de todas as dimensões e setores podem empregar para divulgar resultados de sustentabilidade, garantindo uniformidade e comparabilidade entre as divulgações (Dingwerth, 2007; Nowrot, 2010). A estrutura engloba protocolos e critérios abrangentes, como os protocolos G4, que foram revisados para atender aos crescentes requisitos de divulgação de sustentabilidade (Kundu, 2015; Rimmel, 2020).

A ausência de um compromisso formal com valores ESG pode resultar em dificuldades na atração e retenção de talentos, bem como na construção de uma reputação corporativa sólida. Para enfrentar esses obstáculos, as organizações devem alocar recursos para iniciativas de transformação cultural que promovam a sustentabilidade e aumentem a consciência sobre as vantagens das práticas ambientais, sociais e de governança (ESG) (Debnath et al., 2024). Além disso, as empresas devem defender o estabelecimento de estruturas regulatórias mais robustas que endossem as práticas de ESG e forneçam incentivos para sua implementação (Parameswar et al., 2024).

9.1.1. Matriz SWOT

Com base nos achados do capítulo 9.1. Análise do Estágio de Maturidade no contexto da Empresa Modelodo presente estudo, elaborou-se uma Matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) (Tabela 5), também conhecida no Brasil como análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), a fim de sintetizar os principais pontos de atenção e direcionamento estratégico para a empresa analisada no contexto ESG. A análise SWOT, é uma ferramenta consolidada de planejamento estratégico que permite uma visão integrada dos elementos internos e externos que influenciam o desempenho organizacional. No contexto da gestão ESG, essa ferramenta se mostra particularmente relevante, pois possibilita identificar não apenas as capacidades e limitações da organização, mas também as oportunidades de mercado e os riscos sistêmicos que podem impactar sua trajetória de evolução (Zhao et al., 2023).

A aplicação da Matriz SWOT neste estudo fundamenta-se na necessidade de traduzir os dados quantitativos e qualitativos apresentados no capítulo 8. Resultados, em uma síntese estratégica que oriente a tomada de decisão. Conforme destacam Berry (2007) e Mian et al. (2020), a análise SWOT é especialmente útil em contextos de transformação organizacional, pois facilita a identificação de prioridades e a alocação eficiente de recursos. No caso da empresa modelo pesquisada, classificada no estágio "Elementar" de maturidade ESG segundo a ABNT PR 2030-1(ABNT,

2024a), a matriz permite visualizar de forma clara tanto os ativos existentes que podem ser capitalizados quanto as fragilidades que demandam atenção imediata. Além disso, ao mapear as oportunidades externas, como incentivos regulatórios e avanços tecnológicos, e as ameaças, como o rigor crescente das legislações e a pressão competitiva, a análise oferece um panorama completo do ambiente em que a organização está inserida, servindo como base para as recomendações práticas que serão apresentadas na sequência deste capítulo.

Tabela 5 - Matriz SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) ou FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), identifica os pontos fortes e fracos de uma empresa, e as oportunidades e ameaças do mercado.

MATRIZ SWOT

DIAGNÓSTICO ESG DA EMPRESA MODELO PESQUISADA (ESTÁGIO ELEMENTAR)

AMBIENTE INTERNO	AMBIENTE EXTERNO
FORÇAS (STRENGTHS)	OPORTUNIDADES (OPPORTUNITIES)
FRAQUEZAS (WEAKNESSES)	AMEAÇAS (THREATS)
<ul style="list-style-type: none"> Existência de registros históricos de consumo energético e hídrico nos sistemas ERP, viabilizando construção de indicadores ambientais. Capacidade técnica instalada mínima, com alguns sistemas corporativos que podem ser integrados a ferramentas de mensuração ESG. Desenvolvimento de um software próprio, com integração de inteligência artificial, que permite a extração automatizada de dados ESG dos sistemas internos. Primeiras iniciativas de mapeamento dos critérios ESG, ainda que de forma não estruturada. Ferramenta prática (Tabela 3) desenvolvida no estudo, que permite diagnóstico das lacunas, identificação dos critérios ESG existentes e dos que são mensuráveis. Conformidade básica com obrigações legais e regulatórias, especialmente ambientais. Reconhecimento, ainda que inicial, da necessidade de evoluir em governança de dados e sustentabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Pressão crescente do mercado por práticas ESG robustas, gerando oportunidade para diferenciação competitiva. Incentivos regulatórios, fiscais e financeiros crescentes para empresas que adotam práticas sustentáveis. Adoção de frameworks consolidados (ABNT PR 2030-1:2024, GRI, SASB) que oferecem roteiro claro para evolução ESG. Avanços tecnológicos em IA, automação e análise de dados, que reduzem barreiras de entrada para pequenas e médias empresas no tema ESG. Crescente valorização social e de investidores por empresas responsáveis, melhorando acesso a crédito, investidores e reputação no mercado. Aumento de parcerias, certificações e selos ESG que agregam valor reputacional. Possibilidade de atuar como case de transformação digital e ESG no setor, se conseguir superar rapidamente as barreiras internas.
<ul style="list-style-type: none"> Estruturas organizacionais informais, sem clareza de papéis e responsabilidades relacionados à sustentabilidade. Ausência de uma cultura ESG institucionalizada, com baixa conscientização da alta direção e dos colaboradores. Fragmentação das bases de dados, dificultando rastreabilidade, confiabilidade e mensuração de indicadores ESG. Ausência de políticas estruturadas nos pilares social e de governança, com fragilidade evidente em temas como diversidade, equidade, inclusão e desenvolvimento profissional. Baixíssimo nível de transparência externa, sem emissão de relatórios de sustentabilidade ou prestação pública de contas. Atuação ESG restrita ao cumprimento das exigências legais mínimas, com baixa adoção de práticas voluntárias ou preventivas. Gestão ambiental limitada a ações corretivas, sem planejamento estratégico para mitigação de riscos ambientais, redução de carbono ou economia circular. Falta de estrutura formal de relacionamento com stakeholders, como fornecedores, comunidades locais e sociedade civil. Inexistência de indicadores para acompanhamento contínuo e metas de melhoria sustentável. 	<ul style="list-style-type: none"> Rigor crescente das legislações nacionais e internacionais sobre sustentabilidade, podendo gerar sanções, multas e perda de licenciamento. Risco iminente de acusações de <i>greenwashing</i>, caso as comunicações sejam feitas sem respaldo em práticas efetivas, gerando sérios danos reputacionais e financeiros. Aceleração das mudanças climáticas e eventos extremos, impactando diretamente custos operacionais, cadeia produtiva e sustentabilidade do negócio. Aumento da pressão de clientes e mercado por práticas ESG estruturadas, podendo resultar na perda de contratos e credibilidade. Crescimento de concorrentes mais maduros em ESG que capturam vantagens competitivas, acesso a capital mais barato e atração de talentos. Fragilidade na gestão de riscos sociais, ambientais e de governança que pode comprometer a perenidade da organização. Dependência de fornecedores ou parceiros igualmente imaturos no tema ESG, aumentando o risco sistêmico e comprometendo a cadeia de valor.

9.2. Recomendações para o Avanço da Maturidade ESG da Empresa Modelo

Com base no diagnóstico que classifica a empresa modelo pesquisada no estágio de maturidade “Elementar” e nos achados da Matriz SWOT (Tabela 5), delineia-se um roteiro estratégico com recomendações para que a organização evolua em sua jornada ESG. As ações propostas visam integrar as práticas de sustentabilidade à estratégia central do negócio, superando a abordagem de iniciativas desconexas.

9.2.1 Governança: O Alicerce para a Transformação Sustentável

O ponto de partida mais crítico para a empresa modelo reside no fortalecimento de sua governança, a fim de superar a fraqueza de possuir estruturas organizacionais informais, sem clareza de papéis e responsabilidades. A recomendação central é a formalização de uma estrutura de governança ESG, por meio da criação de um Comitê de Sustentabilidade multidisciplinar com patrocínio da alta liderança. Essa estrutura capitaliza a força do reconhecimento, ainda que inicial, da necessidade de evoluir em governança e permite que a empresa aproveite a oportunidade de adotar estruturas de relatórios consolidados (GRI, SASB) que oferecem um roteiro claro para a evolução.

Além disso, é imperativo o desenvolvimento de políticas formais, como uma Política de Sustentabilidade e um Código de Conduta, para mitigar a eventual ameaça de acusações de *greenwashing* e o rigor crescente das legislações. Por fim, a governança se consolida com o estabelecimento de metas e indicadores de desempenho (KPIs), utilizando a metodologia desta tese para transformar os dados já existentes em um dashboard de gestão, com metas claras para temas como consumo de recursos e diversidade na liderança.

9.2.2 Ambiental: Da Ação Isolada à Estratégia Integrada

No pilar ambiental, a empresa capitaliza a força de já dispor de registros históricos em seu sistema ERP. Contudo, é provável que ações de eficiência, como a

modernização da iluminação para tecnologia LED ou a instalação de redutores de vazão, tenham sido executadas como iniciativas pontuais. Essa abordagem, embora bem-intencionada, caracteriza-se como *bolt-on* (complementar), na qual as ações de sustentabilidade são tratadas como uma atividade paralela, e não como parte da estratégia central do negócio. Essa é uma das principais razões pelas quais iniciativas ESG fracassam em gerar impacto transformador, pois, ao operarem de forma isolada, carecem dos recursos e do poder necessários para impulsionar uma mudança real (Edenseven, 2025).

A recomendação, portanto, é superar essa fragmentação por meio da criação de um Programa de Eficiência de Recursos integrado. Tal programa deve ser liderado pelo Comitê de Sustentabilidade e utilizar os dados monitorados para estabelecer um plano de ação estratégico, que não apenas absorva as ações passadas, mas que também planeje futuras iniciativas de forma coordenada. Essa abordagem permite que a empresa responda de forma proativa frente às ameaças da aceleração das mudanças climáticas e aproveite as oportunidades geradas por avanços tecnológicos em IA e automação, transformando a gestão ambiental em um vetor de eficiência operacional e valor estratégico.

9.2.3 Social: Construção de Capital Humano e Engajamento de Stakeholders

O pilar social demanda ações para corrigir a fraqueza da ausência de políticas estruturadas em temas como diversidade, equidade e inclusão (DE&I). A recomendação central é a criação de um Programa de DE&I, com metas claras para aumentar a representatividade de grupos minoritários em todos os níveis, especialmente em cargos de liderança. Adicionalmente, é fundamental iniciar o relacionamento estratégico com stakeholders, superando a fraqueza da falta de estrutura formal de relacionamento com fornecedores e comunidades locais.

A implementação dessas recomendações permite que a empresa capitalize oportunidades estratégicas, como a possibilidade de atuar como case de transformação digital e ESG no setor, e o aumento de parcerias e selos ESG que agregam valor reputacional. Simultaneamente, essas ações mitigam ameaças relevantes, como o aumento da pressão de clientes e mercado por práticas ESG

estruturadas e o crescimento de concorrente mais maduros em ESG que capturam vantagens competitivas.

10. CONCLUSÕES

Cumpre destacar que os resultados obtidos no presente estudo foram capazes de atender plenamente ao objetivo geral e objetivos específicos propostos, oferecendo uma análise detalhada e robusta sobre a viabilidade de aplicação da inteligência artificial na análise de dados ESG extraídos diretamente de sistemas corporativos. A seguir, apresentam-se as considerações finais relativas a cada um dos objetivos específicos.

O presente estudo alcançou seu objetivo geral ao propor e validar um método inovador, suportado por um software baseado em agente de Inteligência Artificial (IA), para a geração de recomendações de melhoria nos relatórios (ESG) a partir da integração com sistemas de gestão corporativa (ERP). A validação do método, realizada por meio dos dados fornecidos pelo estudo de caso em uma empresa modelo, demonstrou a viabilidade técnica e operacional da abordagem, confirmando que dados operacionais auditáveis, extraídos diretamente do ERP, podem ser sistematicamente convertidos em insights estratégicos para o aprimoramento das práticas ambientais, sociais e de governança. A pesquisa efetivamente estabeleceu uma ponte entre a infraestrutura de dados existente nas organizações e as demandas crescentes por transparência e rigor na divulgação de informações ESG, materializando a transição de um processo frequentemente manual e declaratório para um modelo automatizado, rastreável e fundamentado em evidências.

Como principal contribuição, a validação deste método representa um avanço significativo para a Ciência e Tecnologia Ambiental, ao oferecer uma solução escalável e de baixo custo relativo que democratiza o acesso à maturidade ESG, especialmente para pequenas e médias empresas. Ao integrar a IA aos sistemas de gestão, a pesquisa não apenas corrobora a sinergia entre transformação digital e sustentabilidade corporativa, mas também entrega um framework replicável que fortalece a governança de dados e mitiga os riscos de *greenwashing*. A capacidade do método de transformar dados brutos em recomendações claras e auditáveis para os relatórios de sustentabilidade, sem se prender a um padrão de reporte específico,

confere às organizações uma ferramenta estratégica para a melhoria contínua de seu desempenho socioambiental e para o fortalecimento de sua competitividade em um mercado cada vez mais orientado por práticas responsáveis e transparentes.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que buscava demonstrar a viabilidade da extração e análise de dados ESG diretamente dos sistemas de informação corporativos, os resultados foram conclusivos ao confirmar que tal abordagem é plenamente possível. Ficou evidente que, mesmo em empresas que se encontram nos estágios iniciais de maturidade ESG, os sistemas ERP, quando bem configurados, oferecem uma base consistente e confiável de dados.

No que se refere ao segundo objetivo, de reduzir a possibilidade de práticas de *greenwashing* e de falsas declarações nos relatórios ESG, os resultados confirmaram que a utilização de dados extraídos diretamente dos sistemas corporativos contribui significativamente para mitigar esse risco. A rastreabilidade, a auditabilidade e a integridade dos dados operacionais garantem que os relatórios refletem a realidade da organização, fortalecendo sua credibilidade perante investidores, órgãos reguladores e demais stakeholders. Trata-se de uma evolução importante na geração de relatórios ESG, baseada em dados objetivos e não em narrativas declarativas.

Em relação ao terceiro objetivo, que tratou da integração entre inteligência artificial e os dados ESG extraídos dos sistemas ERP, a pesquisa demonstrou que essa integração não apenas é viável, como também agrega valor substancial ao processo de análise. A IA utilizada foi capaz de interpretar os dados, identificar padrões ocultos, gerar percepções estratégicas e recomendar melhorias com elevada precisão. Este resultado valida o papel da inteligência artificial como ferramenta estratégica para fortalecer a governança ESG, proporcionando análises mais inteligentes, rápidas e escaláveis.

No tocante ao quarto objetivo, que consistiu no desenvolvimento e validação de um software próprio, funcionando como uma API capaz de interagir com agentes de IA e sistemas ERP, os resultados foram plenamente satisfatórios. A ferramenta demonstrou capacidade operacional, técnica e funcional, permitindo que dados extraídos dos sistemas corporativos sejam analisados e processados pela IA, que por sua vez retorna propostas de melhorias para as práticas ESG.

Neste estudo, as respostas produzidas por IA com uso do software desenvolvido pelo autor, foram responsáveis pela geração das informações de todos os tópicos “Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor” do capítulo 8. Resultados. Essa solução representa uma inovação tecnológica acessível, eficiente e escalável, aplicável a diferentes segmentos e portes empresariais.

Em atendimento ao quinto objetivo, relacionado à evidência dos benefícios da automação na análise ESG, os resultados foram bastante claros. A automação proporcionou ganhos expressivos na confiabilidade dos dados, na redução de erros manuais e na agilidade dos processos de geração de relatórios ESG. Além disso, a automatização demonstrou ser uma aliada no fortalecimento dos controles internos, garantindo maior transparência e assertividade nas tomadas de decisão.

No que diz respeito ao sexto objetivo, que propôs a criação de um modelo sustentável e replicável, os achados da pesquisa confirmaram sua viabilidade. O modelo desenvolvido se mostrou aplicável a empresas de diferentes tamanhos e setores, sendo capaz de se adaptar às particularidades operacionais de cada organização. Ao permitir que qualquer empresa com sistema ERP estruturado possa gerar informações suas ações ESG, este método democratiza e populariza o acesso à governança sustentável, tornando-a mais acessível, eficiente e estratégica.

Em relação ao sétimo objetivo, que visava fortalecer a importância da governança de dados no contexto ESG, a pesquisa evidenciou que a adoção de sistemas de gestão corporativa, aliados à inteligência artificial, é determinante para garantir a integridade, a rastreabilidade e a confiabilidade dos dados. A governança de dados, quando bem estruturada, se consolida como um pilar fundamental para a sustentabilidade corporativa, promovendo não apenas conformidade regulatória, mas também vantagens competitivas, reputacionais e estratégicas no mercado global cada vez mais orientado por práticas ESG.

A aplicação de IA, como demonstrado nesta tese, tem o potencial de escalar as práticas ESG, movendo o tema de um nicho de especialistas para uma prática de gestão integrada, acessível e inclusiva, essencial para uma transformação econômica em larga escala.

Por fim, cabe destacar que esta pesquisa não teve como objetivo propor modelos específicos de relatórios ESG. Dessa forma, a metodologia apresentada permite que as empresas adotem livremente quaisquer modelos de reporte já consolidados, como os propostos pelo ISSB⁸, SASB⁹, GRI entre outros, bem como eventuais formatos que venham a ser desenvolvidos no futuro, desde que compatíveis com os princípios de integração automatizada e rastreabilidade adotados neste estudo.

⁸ O principal objetivo do ISSB é normalizar as divulgações de sustentabilidade, oferecendo uma estrutura universal que os investidores possam utilizar para avaliar o valor das empresas com base em dados financeiros e não financeiros (Marina, 2022).

⁹ SASB: O Relatório SASB - *Sustainability Accounting Standards Board* (Conselho de Normas Contábeis de Sustentabilidade) enfatiza a materialidade financeira das questões de ESG, o que ajuda a preencher a lacuna entre sustentabilidade e relatórios financeiros. Essa abordagem permite que as empresas se concentrem nos fatores ESG que são mais relevantes para seu desempenho financeiro, aumentando assim o valor informativo das pontuações e classificações de ESG (Busco et al., 2020).

REFERÊNCIAS

ABNT. ABNT PR 2030 - Ambiental, social e governança (ESG) – Conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações. PR 2030 ed. Rio de Janeiro.: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022.

ABNT. ABNT PR 2030-1: Ambiental, social e governança (ESG). Rio de Janeiro. ABNT, , 2024a. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em: 26 fev. 2025

ABNT. ABNT PR 2030-2 - Ambiental, social e governança (ESG). Rio de Janeiro. ABNT, , 2024b. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em: 26 fev. 2025

ABRAMOVICH, Talor *et al.* Interactive Tools Substantially Assist LM Agents in Finding Security Vulnerabilities. arXiv, , 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2409.16165>>. Acesso em: 9 maio. 2025

ADAMS, Carol. The Sustainable Development Goals, integrated thinking and the integrated report. [S.I.]: Swinburne, 2024. Disponível em: <https://swinburne.figshare.com/articles/report/The_Sustainable_Development_Goals_integrated_thinking_and_the_integrated_report/26245565/1>. Acesso em: 25 fev. 2025.

AGRASUT, Marisa. Getting Started on Environmental, Social, and Governance and Sustainability for Small and Medium-sized Enterprises. [S.I.]: Asian Productivity Organization, 12 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.apo-tokyo.org/publications/getting-started-on-environmental-social-and-governance-and-sustainability-for-small-and-medium-sized-enterprises/>>. Acesso em: 14 nov. 2025.

ALHAT, Pratiksha. Blockchain Technology. Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management, v. 08, n. 04, p. 1–5, 17 abr. 2024.

ALHAYEK, Wiam Yaheia; A. ABU ODEH, Rasha. Exploring the Impact of ERP Systems on Business Efficiency.. Benha Journal of Applied Sciences, v. 9, n. 5, p. 175–177, 30 maio 2024.

ALHOUSSARI, Houda. Integrating ESG Criteria in Corporate Strategies: Determinants and Implications for Performance. *Journal of Ecohumanism*, v. 3, n. 8, 12 jan. 2025.

AMARAL, Melissa Ribeiro Do Amaral *et al.* ESG and sustainability: the impact of the pillar social: ESG e sustentabilidade: o impacto do pilar social. *Concilium*, v. 23, n. 13, p. 186–199, 11 jul. 2023.

AMOLE, Oluwatomilayo; EMEDO, Michael. Integrating Environmental, Social and Governance (ESG) Principles into Financial Planning for Sustainable Corporate Growth. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, v. 19, n. 1, p. 56–64, 4 jan. 2025.

ARYA, Sumedha; GAUD, Nirmal. Advances in Retrieval-Augmented Generation (RAG) and Related Frameworks. *International Journal on Science and Technology*, v. 16, p. 7595, 13 ago. 2025.

ARYANI, Amir. Navigating the Present: Exploring Practical Horizons of Retrieval-Augmented Generation (RAG). *Front Matter*, 25 jan. 2024. Disponível em: <<https://medium.com/@amiraryani/navigating-the-present-exploring-practical-horizons-of-retrieval-augmented-generation-rag-111ad032653d>>. Acesso em: 9 jan. 2026

AYDEMIR, Erdal; YUZGENC, Ibrahim Umut. Sustainable ERP Systems: A Green Perspective. *International Conference on Pioneer and Innovative Studies*, v. 1, p. 533–538, 20 jun. 2023.

AZAPAGIC, A. Systems Approach to Corporate Sustainability. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 81, n. 5, p. 303–316, set. 2003.

BARATTA, Alessio *et al.* The Impact of ESG Practices in Industry with a Focus on Carbon Emissions: Insights and Future Perspectives. *Sustainability*, v. 15, n. 8, p. 6685, 14 abr. 2023.

BASTOS, Lilia da Rocha *et al.* Manual para a elaboração de projetos e relatórios de pesquisa, teses, dissertações e monografias. 6. ed ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

BEER, Jakob E.; LIYANAGE, Jayantha P. Sustainability Risk for Global Production Networks in the Automobile Industry: A Case of Supplier Networks. *In: FRICK, Jan; LAUGEN, Bjørge Timenes (Orgs.). Advances in Production Management*

Systems. Value Networks: Innovation, Technologies, and Management. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. v. 384 p. 381–389.

BENDER, Emily M. *et al.* On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? . In: FACCT '21: 2021 ACM CONFERENCE ON FAIRNESS, ACCOUNTABILITY, AND TRANSPARENCY. Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. Virtual Event Canada: ACM, 3 mar. 2021. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>>. Acesso em: 15 nov. 2025

BENHARD, Ronoh. Integrating Environmental, Social, and Governance Considerations into Company Operations. *Journal of Business & Management*, v. 2, n. 1, p. 1–10, 31 jan. 2024.

BENUZZI, Matteo *et al.* Chasing ESG Performance: Revealing the Impact of Refinitiv's Scoring System. *SSRN Electronic Journal*, 2023.

BERNROIDER, Edward W. N.; KOCH, Stefan. A Framework for the Selection of ERP Packages for Small to Medium and Large Organizations: In: HOSSAIN, Liaquat *et al.* (Orgs.). *Enterprise Resource Planning*. [S.I.]: IGI Global, 2002. p. 206–222.

BERRY, Frances S. Strategic Planning as a Tool for Managing Organizational Change. *International Journal of Public Administration*, v. 30, n. 3, p. 331–346, 15 fev. 2007.

BEZERRA, Rodrigo Rangel Ribeiro *et al.* Validation of Challenges for Implementing ESG in the Construction Industry Considering the Context of an Emerging Economy Country. *Applied Sciences*, v. 14, n. 14, p. 6024, 10 jul. 2024.

BHATTACHARYA, Cb; ZAMAN, Mostafa. The What, Why and How of ESG Dashboards. *NIM Marketing Intelligence Review*, v. 15, n. 1, p. 32–39, 1 maio 2023.

BIRD, Robert C.; SOUNDARARAJAN, Vivek. From Suspicion to Sustainability in Global Supply Chains. *Texas A&M Law Review*, v. 7, n. 2, p. 383–418, jan. 2020.

BLAGOVA, Irina *et al.* ESG business transformation as a way to mitigate corporate risks. *E3S Web of Conferences*, v. 548, p. 01006, 2024.

BOSE, Satyajit. Evolution of ESG Reporting Frameworks. *In: ESTY, Daniel C.; CORT, Todd (Orgs.). Values at Work.* Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 13–33.

BUSCO, Cristiano *et al.* A Preliminary Analysis of SASB Reporting: Disclosure Topics, Financial Relevance, and the Financial Intensity of ESG Materiality. *Journal of Applied Corporate Finance*, v. 32, n. 2, p. 117–125, jun. 2020.

CHAN, Ting-Yan *et al.* Green Service: Construct Development and Measurement Validation. *Production and Operations Management*, v. 25, n. 3, p. 432–457, mar. 2016.

CHANG, Liang *et al.* Anatomy of Corporate Pseudo-Social Responsibility Behavior: Identification Mechanism and Preventive Countermeasures of Greenwashing Phenomenon. *Highlights in Business, Economics and Management*, v. 45, p. 880–888, 28 dez. 2024.

CHAWLA, Chhavi *et al.* Agentic AI: The building blocks of sophisticated AI business applications. *Journal of AI, Robotics & Workplace Automation*, v. 3, n. 3, p. 196, 1 set. 2024.

CHEN, Jianyue. The Role and Challenges of ESG from a Corporate Perspective. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, v. 111, n. 1, p. 41–54, 29 nov. 2024.

CHOUHAN, Vineet *et al.* Exploring the need for environmental, social, and governance disclosure strategy from the shareholders' perspective. *Corporate and Business Strategy Review*, v. 5, n. 3, p. 81–93, 2024.

CHYZHEVSKA, L. V. Formation of management reporting in the enterprise controlling system. *Problems of Theory and Methodology of Accounting, Control and Analysis*, n. 1(48), p. 52–57, 29 abr. 2021.

CLIMATE BONDS INITIATIVE. Sustainable Debt: Global State of the Market 2024. London: Climate Bonds Initiative, 2024. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/files/reports/sustainable_debt_2024_01c.pdf>.

COELHO, Helder. Modelação Computacional Baseada em Agentes: Enfrentar a Complexidade. *Revista de Ciências da Computação*, p. 0-13 Páginas, 2 abr. 2018.

CRIPPA, Giulia. ESG Data Imputation and Greenwashing. SSRN Electronic Journal, 2024.

CVM – COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. Resolução CVM nº 193, de 20 de outubro de 2023. Dispõe sobre relatório de informações financeiras relacionadas à sustentabilidade (ISSB). , 2023. Disponível em: <<https://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/resolucoes/resol193.html>>

CVM – COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. CVM edita as Resoluções 217, 218 e 219. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/cvm/pt-br/assuntos/noticias/2024/cvm-edita-as-resolucoes-217-218-e-219>>

CVM – COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. Resolução CVM nº 227, de 31 de março de 2025. Altera a Resolução CVM nº 193/2023. , 2025. Disponível em: <<https://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/resolucoes/anexos/200/resol227.htm>>

D., Wardell *et al.* Reviewing initiatives to promote sustainable supply chains: The case of forest-risk commodities. [S.I.]: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2021.

DARIE, Casiana Maria. The Link between Business Benefits and ERP Systems: A Bibliometric Analysis. Proceedings of the International Conference on Business Excellence, v. 17, n. 1, p. 1957–1966, 1 jul. 2023.

DASINAPA, Margaretha Beatrik. The Integration of Sustainability and ESG Accounting into Corporate Reporting Practices. Advances in Applied Accounting Research, v. 2, n. 1, p. 13–25, 31 jan. 2024.

DATHE, Tracy *et al.* Emergence of ESG Principles. In: DATHE, Tracy *et al.* (Eds.). Implementing Environmental, Social and Governance (ESG) Principles for Sustainable Businesses. Responsible Leadership and Sustainable Management. Cham: Springer International Publishing, 2024. p. 5–21.

DAVENPORT, Thomas H. Conhecimento Empresarial. [S.I.]: Elsevier, 1998.

DE ALMEIDA, Claudio Aparecido; MAURANO, Luis Eduardo Pinheiro. Methodology for forest monitoring used in PRODES and DETER projects. São José dos Campos, Brazil: National Institute for Space Research (INPE), 2021. Disponível em: <<http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2021/01.25.19.14/doc/publicacao.pdf>>.

DEBNATH, Prashant *et al.* Identifying and Overcoming Obstacles to ESG Integration in Indian Companies: An Exploratory Study. *Jurnal Multidisiplin Madani*, v. 4, n. 4, p. 501–507, 30 abr. 2024.

DINGWERTH, Klaus. The Global Reporting Initiative. *In: DINGWERTH, Klaus (Ed.). The New Transnationalism*. London: Palgrave Macmillan UK, 2007. p. 99–143.

DOHERTY, N. F.; KING, M. The consideration of organizational issues during the systems development process: An empirical analysis. *Behaviour & Information Technology*, v. 17, n. 1, p. 41–51, jan. 1998.

DONG, Bo. A Systematic Review of the ESG Strategy Literature and Future Outlook. *Frontiers in Sustainable Development*, v. 3, n. 4, p. 105–112, 20 abr. 2023.

ECCLES, Robert G.; KLIMENKO, Svetlana. The Investor Revolution: Shareholders Are Getting Serious About Sustainability. *Harvard Business Review*, v. 97, n. 3, p. 48–59, jun. 2019.

EDENSEVEN. ESG as a Bolt-On vs Strategic Integration. , jun. 2025. Disponível em: <<https://www.edenseven.co.uk/esg-as-a-bolt-on-vs-strategic-integration>>

ELKINGTON, John. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. Reprint ed. Oxford: Capstone, 2002.

ER, Merve; FIRAT, Seniye. SUPPLY CHAIN RISKS: LITERATURE REVIEW AND A NEW CATEGORIZATION. *Beykent University Journal of Science and Engineering*, v. 10, p. 31–60, jun. 2017.

EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). , maio 2016.

FARR, John V. Life Cycle Cost Considerations for Complex Systems. *In: COGAN, Boris (Org.). Systems Engineering - Practice and Theory. [S.l.]: InTech*, 2012.

FASSNACHT, Fabian Ewald *et al.* Remote sensing in forestry: current challenges, considerations and directions. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, v. 97, n. 1, p. 11–37, 2024.

FLORES-HERNÁNDEZ, Alfredo *et al.* Sustainability and Branding in Retail: A Model of Chain of Effects. *Sustainability*, v. 12, n. 14, p. 5800, 19 jul. 2020.

GAO, Lin; WANG, Yulu. Research on the Impact of Digital Transformation on Enterprise ESG Performance: Based On the Perspective of Enterprise Dynamic Capability. *Journal of Business Theory and Practice*, v. 12, n. 4, p. p59, 19 nov. 2024.

GAOL, Wira Natali Angeline Lumban *et al.* Manajemen Strategis di Bawah Kerangka Kerja ESG: Meningkatkan Keberlanjutan Perusahaan dan Kepercayaan Pemangku Kepentingan. *Accounting Student Research Journal*, v. 3, n. 2, p. 136–143, 30 set. 2024.

GAVILANES-CARRANZA, Evelyn Alexandra *et al.* Sostenibilidad Financiera en las Empresas: Criterios ESG: Financial Sustainability in Companies: ESG Criteria. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*, v. 2, n. 3, p. 1–16, 3 out. 2024.

GAWĘDA, Adrian. Sustainability Reporting: Case of European Stock Companies. *European Journal of Sustainable Development*, v. 10, n. 4, p. 41, 1 out. 2021.

GINART, Antonio A. *et al.* Asynchronous Tool Usage for Real-Time Agents. *arXiv*, , 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2410.21620>>. Acesso em: 9 maio. 2025

GSIA. Global Sustainable Investment Review 2022. [S.I.]: Global Sustainable Investment Alliance, 2022. Disponível em: <<https://www.gsi-alliance.org/>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GUALANDRIS, Jury; KALCHSCHMIDT, Matteo Giacomo Maria. Supply chain sustainability: the key role of trust and suppliers' performance. 2013.

GUPTA, Pankaj; PARMAR, Devendra Singh. Sustainable data management and governance using AI. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, v. 13, n. 2, p. 264–274, 30 nov. 2024.

GUPTA, Shipra; AGARWAL, Shipra. Applications of Machine Learning and Artificial Intelligence in Environmental, Social and Governance (ESG) Sector. SSRN Electronic Journal, 2024.

HANDOKO, Sri *et al.* The Strategic Integration of ESG Metrics in Performance Evaluation: Insights from Management Accounting Practices. *Journal of Management and Informatics*, v. 3, n. 1, p. 141–156, 25 abr. 2024.

HANSON, Emily *et al.* Carbon capture, utilization, and storage (CCUS) technologies: A comprehensive review. *Energy Conversion and Management*, v. 316, p. 118821, 2024.

HOLDEREGGER, Ricardo; DUARTE, Luís Felipe De Almeida. The use of environmental, social and governance indicators as business strategies. *Scientific Journal of Applied Social and Clinical Science*, v. 4, n. 6, p. 2–5, 15 mar. 2024a.

HOLDEREGGER, Ricardo; DUARTE, Luís Felipe De Almeida. The Social Impacts of Artificial Intelligence. *International Journal of Human Sciences Research*, v. 4, n. 34, p. 1–5, 8 nov. 2024b.

HOLDEREGGER, Ricardo; DUARTE, Luis Felipe De Almeida. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SOCIOECONOMIC INEQUALITIES: ALGORITHMIC BIAS, LABOR MARKET IMPACTS, AND GOVERNANCE AGENDAS FOR EMERGING ECONOMIES. *ARACÊ*, v. 7, n. 10, p. e9346, 28 out. 2025.

HSIUNG, Hsing-Hua; CHEN, Ya-Hsin. The impact of ERP utilization and ESG practices on earnings management—An empirical study of Taiwan. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, v. 8, n. 3, 17 jan. 2024.

HUIPING, Gao *et al.* Navigating the Complexities of ESG Integration: Challenges, Opportunities and Path to Sustainable Corporate Development. *Journal of Business and Social Sciences*, v. 2024, n. 1, dez. 2024.

IAMANDI, Irina-Eugenia *et al.* Mapping the ESG Behavior of European Companies. A Holistic Kohonen Approach. *Sustainability*, v. 11, n. 12, p. 3276, 13 jun. 2019.

IBM. What is RAG (Retrieval Augmented Generation)? , [S.d.]. Disponível em: <<https://www.ibm.com/think/topics/retrieval-augmented-generation>>

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. World Energy Investment 2025. Paris: International Energy Agency, 2025a. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2025>>.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Global Energy Review 2025: Electricity. Paris: International Energy Agency, 2025b. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/electricity>>.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Global Energy Review 2025: Coal. Paris: International Energy Agency, 2025c. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/coal>>.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Global Energy Review 2025: Key findings. Paris: International Energy Agency, 2025d. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/key-findings>>.

IFRS FOUNDATION. IFRS S1 – General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information. London, 2023a. Disponível em: <<https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s1-general-requirements>>

IFRS FOUNDATION. IFRS S2 – Climate-related Disclosures. London, 2023b. Disponível em: <<https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s2-climate-related-disclosures>>

IMF – INTERNATIONAL MONETARY FUND. World Economic Outlook Database: April 2025 Edition. Washington, DC, 2025. Disponível em: <<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2025/april>>. Acesso em: 5 nov. 2025

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Dados do PRODES apontam redução no desmatamento na Amazônia e no Cerrado brasileiros. São José dos Campos, out. 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/dados-do-prodes-apontam-reducao-no-desmatamento-na-amazonia-e-no-cerrado-brasileiros-1>>

IQAIR. World Air Quality Report 2024. [S.I.: S.n.]. Disponível em: <<https://www.iqair.com/world-air-quality-report/>>.

ISO. ISO IWA 48:2024 - Framework for implementing environmental, social and governance (ESG) principles. Switzerland, nov. 2024. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/89240.html>>. Acesso em: 23 fev. 2025

JAMIESON, D. *et al.* Agile Procurement: New Acquisition Approach to Agile Software Development. *In: 31ST EUROMICRO CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND ADVANCED APPLICATIONS.* 31st EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications. Porto, Portugal: IEEE, 2005. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/1517751/>>. Acesso em: 30 mar. 2025

JEAN, Mark S.; GRANT, Eric. Management System Enabled ESG Performance. *In: 14TH INTERNATIONAL PIPELINE CONFERENCE.* Volume 1: Pipeline Safety Management Systems; Project Management, Design, Construction, and Environmental Issues; Strain-Based Design and Assessment; Risk and Reliability; Emerging Fuels and Greenhouse Gas Emissions. Calgary, Alberta, Canada: American Society of Mechanical Engineers, 26 set. 2022. Disponível em: <<https://asmedigitalcollection.asme.org/IPC/proceedings/IPC2022/86564/V001T01A004/1154850>>. Acesso em: 25 mar. 2025

JI, Ziwei *et al.* Survey of Hallucination in Natural Language Generation. ACM Computing Surveys, v. 55, n. 12, p. 1–38, 31 dez. 2023.

JIA, Jimmy Y. External ESG Reporting Frameworks. *In: JIA, Jimmy Y. (Ed.). The Corporate Energy Strategist's Handbook.* Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 237–250.

JOBIN, Anna *et al.* The global landscape of AI ethics guidelines. Nature Machine Intelligence, v. 1, n. 9, p. 389–399, 2 set. 2019.

JONSDOTTIR, Bjorg *et al.* Barriers to Using ESG Data for Investment Decisions. Sustainability, v. 14, n. 9, p. 5157, 25 abr. 2022.

KAKOGIANNIS, Nikolas C. Barriers and limitations to effective measurement of business sustainability. *In: SPATARU, Catalina *et al.* (Orgs.). The Elgar Companion to Energy and Sustainability. [S.I.]: Edward Elgar Publishing, 2024.* p. 39–56.

KANDOGAN, Eser *et al.* A Blueprint Architecture of Compound AI Systems for Enterprise. arXiv, , 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2406.00584>>. Acesso em: 9 maio. 2025

KERR, Clive; PHAAL, Robert. Roadmapping and Roadmaps: Definition and Underpinning Concepts. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 69, n. 1, p. 6–16, fev. 2022.

KOCMANOVÁ, Alena; ŠIMBEROVÁ, Iveta. Determination of Environmental, Social and corporate Governance indicators: Framework in the measurement of sustainable performance. *Journal of Business Economics and Management*, v. 15, n. 5, p. 1017–1033, 27 nov. 2014.

KOYAMPARAMBATH, Anish *et al.* Implementing Artificial Intelligence Techniques to Predict Environmental Impacts: Case of Construction Products. *Sustainability*, v. 14, n. 6, p. 3699, 21 mar. 2022.

KRETZER, Martin. Linking Report Individualization and Report Standardization: A Configurational Perspective. University of Münster, Münster, Germany, , 2015. Disponível em: <http://aiselaisnet.org/ecis2015_cr/111>. Acesso em: 30 mar. 2025

KRINDGES, Ludmilla Ludwig Aires Valenga; ALVES DA SILVA, Marcos. The Impact of ESG Practices on the Actualization of Fundamental Rights in the Business Sphere: A Deductive Investigation. *ESG Law Review*, v. 5, p. e01608, 2 maio 2022.

KULKARNI, Apoorva *et al.* Role of Artificial Intelligence in Sustainability Reporting by Leveraging ESG Theory into Action. *In: 2023 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCEMENT IN COMPUTATION & COMPUTER TECHNOLOGIES (INCACCT)*. 2023 International Conference on Advancement in Computation & Computer Technologies (InCACCT). Gharuan, India: IEEE, 5 maio 2023. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10141584/>>. Acesso em: 25 mar. 2025

KUMAZA, Alphonse. Is Corporate Governance Policy a New Paradigm for Social Responsibility? A Research Agenda from Ghana. *Naše gospodarstvo/Our economy*, v. 65, n. 1, p. 3–15, 1 mar. 2019.

KUNDU, Babita. Global reporting initiative (gri): it's development with changing scenario. *Abhinav-National Monthly Refereed Journal Of Research In Commerce & Management*, v. 4, n. 7, p. 19–26, 2015.

LAGODIYENKO, Oleg. Implementation of corporate ESG practices: International Experience. *Economic scope*, n. 193, p. 109–115, 17 out. 2024.

LATA, Sneh. Retrieval-Augmented Generation (RAG) and Memory Systems for HR and Enterprise AI. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, v. 11, n. 5, p. 73–76, 20 set. 2025.

LEOGRANDE, Angelo. Integrating ESG Principles into Smart Logistics:Toward Sustainable Supply Chains. *Business, Economics and Management*, , 19 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.preprints.org/manuscript/202411.1432/v1>>. Acesso em: 24 mar. 2025

LI, Liangwei *et al.* Corporate Sustainability: The Impact of Environmental, Social, and Governance Performance on Corporate Development and Innovation. *Sustainability*, v. 15, n. 19, p. 14086, 22 set. 2023a.

LI, Shengping *et al.* A review of the development of the Internet of Things for agriculture in China. *Frontiers in Plant Science*, v. 12, p. 756711, 2021.

LI, Shuangyan *et al.* Driving sustainable Development: The impact of Artificial Intelligence on Environmental, Social, and Governance (ESG) Performance. *SSRN Electronic Journal*, 2023b.

LIANG, Xiaqi. Machine learning for sustainable investing: Current applications and overcoming obstacles in ESG analysis. *Applied and Computational Engineering*, v. 29, n. 1, p. 79–83, 26 dez. 2023.

LIMA, Osânia Cléia De Souza *et al.* Transformando dados em estratégia: o papel crucial dos sistemas ERP na gestão dos negócios. *Revista Eletrônica Amplamente*, v. V3, n. N4, p. 69–85, 2024.

LIN, Shihai. Can Environmental Information Disclosure Improve Urban Green Economic Efficiency? New Evidence From the Mediating Effects Model. *Frontiers in Environmental Science*, v. 10, p. 920879, 4 jul. 2022.

LIU, Xinlai *et al.* Blockchain-Enabled ESG Reporting Framework for Sustainable Supply Chain. *In: SCHOLZ, Steffen G. et al. (Orgs.). Sustainable Design and Manufacturing 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies.* Singapore: Springer Singapore, 2021. v. 200 p. 403–413.

LLC *et al.* Project Implementation of Corporate Information Systems (ERP and MES) as a Guarantee for Increasing the Operational Efficiency of the Enterprise. *Economic Herald of the Donbas*, n. 4 (70), p. 87–92, 2022.

MACFARLANE, Donald E. Automated report generation system using a structured lexicon of active lexemes and method. , 2005. Disponível em: <<https://patents.google.com/patent/US8706680B1/en>>

MANIORA, Janine. Is Integrated Reporting Really the Superior Mechanism for the Integration of Ethics into the Core Business Model? An Empirical Analysis. *Journal of Business Ethics*, v. 140, n. 4, p. 755–786, fev. 2017.

MANISH YADAV; GURJEET SINGH. ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, p. 213–217, 24 maio 2023.

MARINA, Alexandra-Gabriela. GENERAL REQUIREMENTS EXPOSURE DRAFT: COMMENTS ABOUT A RESPONSIBLE REPORTING. *Revista Economica*, v. 74, n. 2, p. 22–29, 2 set. 2022.

MASSEY, Rachel *et al.* Remote Sensing Tools for Monitoring Forests and Tracking Their Dynamics. *In: Handbook of Forest Management.* Cham: Springer, 2023. p. 663–692.

MASTERMAN, Tula *et al.* The Landscape of Emerging AI Agent Architectures for Reasoning, Planning, and Tool Calling: A Survey. *arXiv*, , 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2404.11584>>. Acesso em: 9 maio. 2025

MATTIASICH-SZOKOLI, Enikő; SZÓKA, Károly. Defining and Evaluating the Information Content of Sustainability Reports. *In: CHALLENGES IN ECONOMICS AND BUSINESS IN THE POST-COVID TIMES.* 6th FEB International Scientific Conference 2022. University of Sopron, Alexandre Lamfalussy Faculty of Economics, Sopron, Hungary: University of Maribor Press, 2022. Disponível em: <<https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/679>>. Acesso em: 25 mar. 2025

MD. AMANULLAH *et al.* Does Environmental, Social and Governance Disclosure Practices Promote Customer Brand Perception? The Moderating Effect of Customers' Sustainability Responsiveness. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, v. 14, n. 3, 30 set. 2024.

MIAN, Syed Hammad *et al.* Adapting Universities for Sustainability Education in Industry 4.0: Channel of Challenges and Opportunities. *Sustainability*, v. 12, n. 15, p. 6100, 29 jul. 2020.

MILLS, Albert J. (ORG.). *Encyclopedia of case study research*. Los Angeles: Sage, 2010.

MIRANDA, Camila Bento Soares. Perpetuação da falta de saneamento básico: os reflexos da ausência de políticas públicas no cenário salutar brasileiro. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 7, n. 10, p. e75892, 16 dez. 2024.

MUSAeva, Bela *et al.* Resource conservation and ensuring sustainable consumption and production models. *BIO Web of Conferences*, v. 140, p. 03003, 2024.

NIST. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2023. Disponível em: <<https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>>.

NOMAN, Muhammad *et al.* A comprehensive review on the advancements and challenges in perovskite solar cell technology. *RSC Advances*, v. 14, n. 7, p. 5085–5120, 2024.

NOWICKI, Tadeusz *et al.* System Integration in the SAP Environment in Finance Modules Using Artificial Intelligence: Challenges and Benefits. *In: BURDUK, Anna *et al.* (Orgs.). Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance III. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 446–459.

NOWROT, Karsten. Global Reporting Initiative. *In: TIETJE, Christian; BROUDER, Alan (Orgs.). Handbook of Transnational Economic Governance Regimes. [S.I.]: Brill | Nijhoff, 2010.* p. 117–132.

OLSEN, Carmen. An Overview of Key Sustainability Theories, Regulations and S ERP for Business Education, Business Research and Digital Business Practitioners. *In: MUSLEH AL-SARTAWI, Abdalmuttaleb M. A. (Org.). Artificial Intelligence for*

Sustainable Finance and Sustainable Technology. Lecture Notes in Networks and Systems. Cham: Springer International Publishing, 2022. v. 423 p. 584–592.

PACHECO, Pablo *et al.* Governing sustainable palm oil supply: Disconnects, complementarities, and antagonisms between state regulations and private standards. *Regulation & Governance*, v. 14, n. 3, p. 568–598, jul. 2020.

PAGNUSSAT, A. *et al.* Auditoria ambiental como ferramenta no gerenciamento dos impactos ambientais sobre as organizações. v. 8, n. 1, p. 108–116, 2019.

PARAMESWAR, Nakul *et al.* Exploring the barriers to ESG adoption using modified TISM approach. *Kybernetes*, v. 53, n. 12, p. 5775–5800, 9 dez. 2024.

PARIDHI *et al.* Unlocking the Path to Sustainability: A Hierarchical Model for Understanding Corporate Barriers to ESG Reporting Adoption. *Journal of Risk and Financial Management*, v. 17, n. 12, p. 527, 21 nov. 2024.

PATEL, Aarav; GLOOR, Peter. Creating a Systematic ESG (Environmental Social Governance) Scoring System Using Social Network Analysis and Machine Learning for More Sustainable Company Practices. *arXiv*, , 2023. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2309.05607>>. Acesso em: 24 mar. 2025

PERSKAYA, V. V. *et al.* ESG strategies and socialization of companies activities in modern conditions (International Experience). *Social & labor researches*, v. 48, n. 3, p. 46–55, 2022.

PINELLI, Michele; MAIOLINI, Riccardo. Strategies for Sustainable Development: Organizational Motivations, Stakeholders' Expectations and Sustainability Agendas. *Sustainable Development*, v. 25, n. 4, p. 288–298, jul. 2017.

Prophix. As 11 principais plataformas de software de relatórios ESG em 2025, 2025. Disponível em: <<https://br.prophix.com/blog/as-11-principais-plataformas-de-software-de-relat%C3%B3rios-esg-em-2025/>>. Acesso em: 3 fev. 2025

QUINTILIANI, Andrea. Why and How ESG Practices Shape Firms' Financial Performance. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, v. 14, n. 4, p. Pages 958-987, 18 dez. 2024.

RAJ, Abhishek *et al.* Resource Conservation for Sustainable Development. *In:* JHARIYA, Manoj Kumar *et al.* (Orgs.). Sustainable Intensification for Agroecosystem Services and Management. Singapore: Springer Singapore, 2021. p. 457–492.

RAJESH, R.; RAJENDRAN, Chandrasekharan. Relating Environmental, Social, and Governance scores and sustainability performances of firms: An empirical analysis. *Business Strategy and the Environment*, v. 29, n. 3, p. 1247–1267, mar. 2020.

RAZA, Hassan *et al.* Applying artificial intelligence techniques for predicting the environment, social, and governance (ESG) pillar score based on balance sheet and income statement data: A case of non-financial companies of USA, UK, and Germany. *Frontiers in Environmental Science*, v. 10, p. 975487, 4 out. 2022.

RIMMEL, Gunnar. Global reporting initiative. *In:* RIMMEL, Gunnar (Org.). Accounting for Sustainability. 1. ed. 1 Edition. | New York: Routledge, 2020.: Routledge, 2020. p. 111–125.

ROBERTS, Blake *et al.* Engineered Resilience for Complex Systems as a Predictor for Cost Overruns. *Systems Engineering*, v. 19, n. 2, p. 111–132, mar. 2016.

ROBINSON, L.; BRADLEY, D. Integrate operating & environmental data for better results. *Chemical Engineering*, v. 108, n. 11, p. 127–132, 2001.

ROCHA, Simone Aparecida Simões *et al.* Gestão Socioambiental como Estratégia de Mitigação e Prevenção dos Impactos Ambientais na Agenda ESG. *Revista de Gestão e Secretariado*, v. 16, n. 9, p. e5256, 11 set. 2025.

ROMANO, André Luiz *et al.* Os riscos da sustentabilidade nas cadeias de suprimentos: uma revisão da literatura: The risks of sustainability in supply chains: a review of the literature. *Brazilian Journal of Business*, v. 4, n. 4, p. 2093–2105, 8 nov. 2022.

ROMERO, Ortega *et al.* Sostenibilidad Corporativa y ESG (Environmental, Social And Governance). *Dominio de las Ciencias*, v. 11, n. 1, p. 1133–1133, 1 jan. 2025.

ROMERO, Oscar J. *et al.* Synergistic Integration of Large Language Models and Cognitive Architectures for Robust AI: An Exploratory Analysis. *Proceedings of the AAAI Symposium Series*, v. 2, n. 1, p. 396–405, 22 jan. 2024.

RONALTER, Louis Maximilian *et al.* Quality and environmental management systems as business tools to enhance ESG performance: a cross-regional empirical study. *Environment, Development and Sustainability*, v. 25, n. 9, p. 9067–9109, set. 2023.

SÆTRA, Henrik Skaug. A Framework for Evaluating and Disclosing the ESG Related Impacts of AI with the SDGs. *Sustainability*, v. 13, n. 15, p. 8503, 29 jul. 2021.

SAHIN, Özge *et al.* Environmental, Social, Governance scores and the Missing pillar—Why does missing information matter? *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v. 29, n. 5, p. 1782–1798, set. 2022.

SAJJAD, A. Embedding sustainability into supply chain management: a New Zealand perspective. PhD thesis—Albany, Auckland, New Zealand: Massey University, 2015.

SAXENA, Archana *et al.* Technologies Empowered Environmental, Social, and Governance (ESG): An Industry 4.0 Landscape. *Sustainability*, v. 15, n. 1, p. 309, 25 dez. 2022.

SEGURA, Liliane Cristina *et al.* ESG Dimensions and Corporate Value: Insights for Sustainable Investments. *Sustainability*, v. 16, n. 17, p. 7376, 27 ago. 2024.

SIMION, Radu. Eco-Frauds: The Ethics and Impact of Corporate Greenwashing. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Philosophia*, p. 7–26, 30 ago. 2024.

SIMMONDS, Daphne *et al.* ERP System Implementation and Sustainability Performance Rating and Reputation. *Americas Conference on Information Systems*, 2018.

SINGH, Aditi *et al.* Enhancing AI Systems with Agentic Workflows Patterns in Large Language Model. *In: 2024 IEEE WORLD AI IOT CONGRESS (AILOT)*. 2024 IEEE World AI IoT Congress (AIoT). Seattle, WA, USA: IEEE, 29 maio 2024. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/10578990/>>. Acesso em: 9 maio. 2025

SMITH, Scott. ENHANCING ENGLISH LANGUAGE EDUCATION WITH RETRIEVAL AUGMENTED GENERATION (RAG): A NEW PARADIGM FOR AI-POWERED TEACHING AND LEARNING. *International Journal of Education Humanities and Social Science*, v. 08, n. 04, p. 235–252, 2025.

SOHAIL, Asjad. Generative AI agents. Medium, 2024. . Acesso em: 1 abr. 2025

SOUSA, Lucas Monteiro *et al.* The evolutions achieved in companies with the implementation of Environmental, Social and Governance: Integrative review. International Journal of Business, Economics and Management, v. 10, n. 4, p. 44–53, 20 out. 2023.

SOUZA, Antonio Henrique Nascimento Machado De *et al.* ARQUITETURA RAG E AGENTES. Revista Interface Tecnológica, v. 21, n. 2, p. 15–26, 17 set. 2025.

STACHOWIAK, Agnieszka; PAWŁYSZYN, Irena. From Fragility through Agility to Resilience: The Role of Sustainable Improvement in Increasing Organizational Maturity. Sustainability, v. 13, n. 9, p. 4991, 29 abr. 2021.

SUMANTH REDDY, Shiva *et al.* Enhancing Data Security and Traceability in Supply Chain Management using Blockchain Technology. Journal of Cyber Security in Computer System, v. 3, n. 3, p. 10–23, 31 dez. 2024.

TAHERDUST, Hamed. Towards Artificial Intelligence in Sustainable Environmental Development. Artificial Intelligence Evolution, p. 49–54, 4 abr. 2023.

TAN, Ling. Improving Corporate Performance through Stakeholder-Based ESG Practices. Journal of Education, Humanities and Social Sciences, v. 30, p. 6–12, 19 abr. 2024.

THE ECONOMIST. Welcome to the AI trough of disillusionment: Tech giants are spending big, but many other companies are growing frustrated. Business. 21 maio 2025.

TORRES, Patricia *et al.* The Role of Remote Sensing for the Assessment and Monitoring of Forest Health: A Systematic Evidence Synthesis. Forests, v. 12, n. 8, p. 1134, 2021.

TORRES-RODRÍGUEZ, Agustín A.; MONROY-MUÑOZ, Jesús I. El problema de la definición del Problema de Investigación. Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula, v. 7, n. 13, p. 10–15, 5 jan. 2020.

TRENCHER, Gregory *et al.* Revisiting carbon lock-in in energy systems: Explaining the perpetuation of coal power in Japan. Energy Research & Social Science, v. 69, p. 101770, 2020.

TULI, Ferdouse Ara; KALUVAKURI, Swathi. Implementation of ERP Systems in Organizational Settings: Enhancing Operational Efficiency and Productivity. *Asian Business Review*, v. 12, n. 3, p. 89–96, 31 dez. 2022.

TWINAMATSIKO, Ellia; KUMAR, Dinesh. Incorporating ESG in Decision Making for Responsible and Sustainable Investments using Machine Learning. *In: 2022 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS AND RENEWABLE SYSTEMS (ICEARS)*. 2022 International Conference on Electronics and Renewable Systems (ICEARS). Tuticorin, India: IEEE, 16 mar. 2022. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9752343/>>. Acesso em: 25 mar. 2025

URSACESCU, Minodora *et al.* Assessing the Greenness of Enterprise Resource Planning Systems through Green IT Solutions: A Romanian Perspective. *Sustainability*, v. 11, n. 16, p. 4472, 18 ago. 2019.

VASIU, Diana Elena. Divergence regarding ESG. A bibliometric analysis. *Management of Sustainable Development*, v. 16, n. 2, p. 99–112, 1 dez. 2024.

VINNAKOTA, T. System of systems understanding of Modern Corporations. *In: 2012 IEEE 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF INNOVATION & TECHNOLOGY (ICMIT 2012)*. 2012 IEEE International Conference on Management of Innovation & Technology (ICMIT). Bali, Indonesia: IEEE, jun. 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6225880/>>. Acesso em: 27 mar. 2025

VYMAZAL, Jan. Recent research challenges in constructed wetlands for wastewater treatment. *Ecological Engineering*, v. 169, p. 106318, 2021.

WANG, Lei. Challenges and Opportunities of ESG Integration in Financial Operations. *Modern Management Science & Engineering*, v. 6, n. 1, p. p162, 4 maio 2024.

WANG, Xiaoyun Joy *et al.* ESGPDE: An ESG Performance Data Extraction Model. *The Journal of Financial Data Science*, v. 6, n. 1, p. 106–115, 31 jan. 2024.

WEIDINGER, Laura *et al.* Ethical and social risks of harm from Language Models. *arXiv*, , 2021. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2112.04359>>. Acesso em: 15 nov. 2025

WILSON, Karen E. The Imperative for Impact: The Global Context. *In:* RICHARDS, Adam; NICHOLLS, Jeremy (Orgs.). Generation Impact. [S.I.]: Emerald Publishing Limited, 2021. p. 11–19.

WU, Chong *et al.* A supply risk perspective integrated sustainable supplier selection model in the intuitionistic fuzzy environment. *Soft Computing*, v. 27, n. 20, p. 15133–15151, out. 2023.

WU, Horng-Huei *et al.* The Carbon Footprint Calculation Model of the Integrated ERP Framework – Green Production. *International Journal of Operations and Logistics Management*, v. 4, n. 1, p. 14–26, 2015.

XIA, Ruichen. Artificial Intelligence, A New Engine for ESG Performance. *Highlights in Business, Economics and Management*, v. 54, p. 429–442, 29 abr. 2025.

YADATI, Srivani *et al.* An approach to enhance data management and reports in Multi-lingual ERP applications. *In: 2012 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND COMPUTING RESEARCH (ICCIC)*. 2012 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research. Coimbatore, India: IEEE, dez. 2012. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6510208/>>. Acesso em: 26 maio. 2025

YALE CENTER FOR ENVIRONMENTAL LAW & POLICY; CIESIN - CENTER FOR INTERNATIONAL EARTH SCIENCE INFORMATION NETWORK. 2024 Environmental Performance Index. New Haven; New YorkYale University; Columbia University, , 2024a. Disponível em: <<https://epi.yale.edu/about-epi>>

YALE CENTER FOR ENVIRONMENTAL LAW & POLICY; CIESIN - CENTER FOR INTERNATIONAL EARTH SCIENCE INFORMATION NETWORK. 2024 Environmental Performance Index – Brazil. , 2024b. Disponível em: <<https://epi.yale.edu/country/2024/BRA>>. Acesso em: 27 nov. 2025

YALE CENTER FOR ENVIRONMENTAL LAW & POLICY; CIESIN - CENTER FOR INTERNATIONAL EARTH SCIENCE INFORMATION NETWORK. 2024 Environmental Performance Index – Canada. , 2024c. Disponível em: <<https://epi.yale.edu/country/2024/CAN>>. Acesso em: 27 nov. 2025

YURTAY, Yüksel. Carbon Footprint Management with Industry 4.0 Technologies and ERP Systems in Sustainable Manufacturing. *Applied Sciences*, v. 15, n. 1, p. 480, 6 jan. 2025.

ZAGKLIS, Dimitrios P.; BAMPOS, Georgios. Tertiary Wastewater Treatment Technologies: A Review of Technical, Economic, and Life Cycle Aspects. *Processes*, v. 10, n. 11, p. 2304, 2022.

ZAMFIROIU, Tatiana Păun; PÎNZARU, Florina. Advancing Strategic Management through Sustainable Finance. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, v. 9, n. 2, p. 279–291, 1 jun. 2021.

ZAVRAZHENYI, Kostiantyn *et al.* Analysis of implementation the ERP-system for achieving sustainable enterprise development in the context of digital transformation. *Mechanism of an economic regulation*, n. 2 (104), p. 33–41, 27 maio 2024.

ZHAO, Sihan. Integrating Artificial Intelligence into ESG Practices: Opportunities, Challenges, and Strategic Solutions for Corporate Sustainability. *Finance & Economics*, v. 1, n. 9, 29 out. 2024.

ZHAO, Yan *et al.* Environmental, Social and Governance Performance: Analysis of CEO Power and Corporate Risk. *Sustainability*, v. 15, n. 2, p. 1471, 12 jan. 2023.

ZHIHONG, Chen *et al.* Report development system. , 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

- ABNT PR 2030, 20, 26, 29, 30, 31, 38, 39, 47, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 69, 75, 76, 77, 86, 96, 127, 128, 129, 130, 134, 165
- ABNT PR 2030-1
2024, 20, 26, 29, 31, 38, 39, 51, 52, 53, 56, 57, 69, 75, 76, 77, 86, 96, 127, 128, 129, 130, 134
- ABNT PR 2030-2
2024, 20
- Brasil, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 54
- CVM
Resolução 193/2023, 39
- EPI (Environmental Performance Index), 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47
Yale/CIESIN, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47
- ERP (Enterprise Resource Planning), 3, 26, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 38, 47, 49, 50, 51, 56, 59, 76, 128, 134, 138, 139, 166
- ESG
Diagnóstico, 165
Eixo Ambiental, 86
Eixo Governança, 123
Eixo Social, 98
Indicadores, 123
Planilha de diagnóstico, 56, 57, 58, 165
- ESG (Ambiental, Social e Governança), 3, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 49, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 69, 70, 75, 77, 78, 82, 87, 114, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 137, 138, 139, 140, 165
- Governança de dados
Rastreabilidade, 125
- Greenwashing, 23, 24, 26, 28, 49, 51, 134, 138
- IEA (Agência Internacional de Energia), 43, 44, 45, 46, 47
- Indicadores ambientais
Energia elétrica, 91
Gás, 94
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 45

Inteligência Artificial, 3, 18, 19, 20, 22, 27, 29, 33, 49, 51, 53, 59, 60, 62, 66, 68, 90, 93, 96, 99, 102, 105, 108, 110, 113, 116, 118, 122, 126, 127, 129, 134, 138, 139, 166

ISSB/IFRS

S1, 38, 39

S1 e S2, 38, 39, 47, 140

Materialidade, 30, 31

Metodologia, 49

Monitoramento, 33, 90, 97, 102, 105, 108, 114

Sensores e IoT, 40, 126

Objetivos, 22, 28

PIB (Produto Interno Bruto), 39, 41, 43, 46, 47

Resultados, 75, 139

APÊNDICE A - LISTA DE SOFTWARES UTILIZADOS NA REALIZAÇÃO DESTE ESTUDO DE CASO

São apresentados neste tópico, os softwares utilizados como suporte ao desenvolvimento desta pesquisa, os quais desempenharam papel essencial na geração, organização e análise dos dados que subsidiaram a construção deste estudo de caso:

1. Planilha de Diagnóstico ESG – ABNT PR 2030 produzido pela Consultoria Sustentabilidade Agora, utilizado como apoio para identificação do grau de maturidade da empresa modelo pesquisada, conforme relatado no tópico “**7.4. Estágio de incorporação de princípios ESG da empresa modelo pesquisada**”, devidamente regularizado pelo autor para apoiar a realização deste trabalho, conforme Figura 19, comprovação de licenciamento que segue:

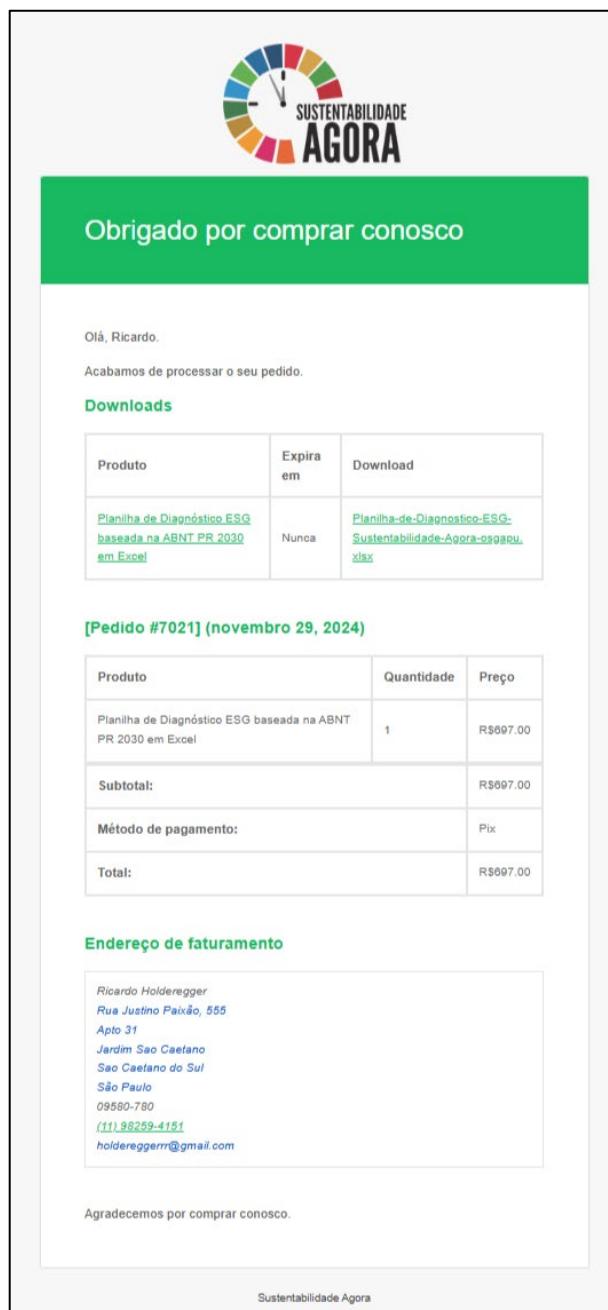


Figura 19 - Licenciamento da Planilha em Excel de Diagnóstico ESG baseada na ABNT PR 2030

2. Software desenvolvido pelo autor - compreendendo proposta para fazer a integração entre sistemas ERP de mercado e Agentes de IA (ChatGPT), apresentado no capítulo “7.6. Software de interação entre ERP e Agente de IA desenvolvido pelo autor”.

3. ChatGPT – Utilizado na criação dos tópicos “***Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:***”, gerando o texto com propostas a partir dos dados da empresa modelo pesquisada, estruturados em tabelas específicas para cada análise. Para a execução do processamento deste agente de IA, utilizou-se o prompt descrito no item “7.6.9. Prompt para obtenção da análise dos resultados”. Tais acessos ao ChatGPT, compreendendo aqueles feitos via chamada da API desenvolvida pelo autor e aquelas que utilizaram o prompt descrito no item “***7.6.9. Prompt para obtenção da análise dos resultados***” para gerar o texto do item “***Recomendações com base nos dados fornecidos, feitas por IA utilizando o software do autor:***”, necessitaram de um acesso não gratuito, devidamente regularizado pelo autor para apoiar a realização deste trabalho, conforme comprovação de licenciamento Figura 20.

Upgrade your plan

Personal Business

Plus

\$ 20 USD/
month

Level up productivity and creativity with expanded access

Your current plan

- ✓ Everything in Free
- ✓ Extended limits on messaging, file uploads, advanced data analysis, and image generation
- ✓ Standard and advanced voice mode
- ✓ Access to deep research, multiple reasoning models (o4-mini, o4-mini-high, and o3), and a research preview of GPT-4.5
- ✓ Create and use tasks, projects, and custom GPTs
- ✓ Limited access to Sora video generation
- ✓ Opportunities to test new features

[Manage my subscription](#)
[I need help with a billing issue](#)

Pro

\$ 200 USD/
month

Get the best of OpenAI with the highest level of access

Get Pro

- ✓ Everything in Plus
- ✓ Unlimited access to all reasoning models and GPT-4o
- ✓ Unlimited access to advanced voice
- ✓ Extended access to deep research, which conducts multi-step online research for complex tasks
- ✓ Access to research previews of GPT-4.5 and Operator
- ✓ Access to o1 pro mode, which uses more compute for the best answers to the hardest questions
- ✓ Extended access to Sora video generation
- ✓ Access to a research preview of Codex agent

[I need help with a billing issue](#)
Unlimited subject to abuse guardrails. [Learn more](#)

Need more capabilities for your business?
See [ChatGPT Enterprise](#)

Figura 20 - Comprovação de contratação do licenciamento do ChatGPT para o autor