



Instituto Superior de Gestão e Administração de Santarém

Mestrado em Gestão de Empresas

Dissertação

Inteligência Artificial e Sustentabilidade Empresarial:

Impactos da IA na promoção de práticas empresariais sustentáveis

José Mateus

Santarém

Ano 2024/2025



Instituto Superior de Gestão e Administração de Santarém

Mestrado em Gestão de Empresas

Dissertação

Inteligência Artificial e Sustentabilidade Empresarial:

Impactos da IA na promoção de práticas empresariais sustentáveis

José Mateus

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em
Gestão de Empresas sob a orientação do Prof. Doutor Vasco Ribeiro

Santarém

Ano 2024/2025

Resumo

Esta investigação explora a percepção da Inteligência Artificial como aliada estratégica na promoção da sustentabilidade nas organizações. Numa época marcada por urgências ambientais e pela transformação digital, compreender a forma como a IA é entendida no contexto da responsabilidade organizacional torna-se fundamental. Através de uma abordagem quantitativa exploratória transversal, procurou-se identificar como os indivíduos percebem a relação entre tecnologia, sustentabilidade e políticas públicas, bem como os fatores que influenciam essa percepção. O estudo baseou-se na aplicação de um questionário a uma amostra diversificada, permitindo recolher diferentes perspetivas sobre a integração da IA em práticas sustentáveis. A análise centrou-se na identificação de padrões de valorização, relações entre variáveis e possíveis assimetrias de percepção, com especial atenção a dimensões como o reconhecimento organizacional, o papel das políticas públicas e as barreiras à implementação tecnológica. Os resultados obtidos revelam uma visão amplamente positiva sobre o potencial da IA enquanto ferramenta promotora de sustentabilidade, destacando também a importância de um enquadramento ético, transparente e apoiado por políticas adequadas, tendo sido validadas um conjunto de sete hipóteses de pesquisa. A investigação confirma que o sucesso desta integração tecnológica depende não apenas das soluções técnicas, mas também da construção de uma cultura organizacional consciente e informada. Conclui-se que este trabalho contribui para um entendimento mais profundo e atual sobre os desafios e oportunidades da inteligência artificial no reforço do compromisso sustentável das organizações, oferecendo pistas relevantes para a investigação futura e para a prática profissional.

Palavras-chave: *Inteligência Artificial; Sustentabilidade; Políticas Públicas; Resultados Organizacionais; Impacto Ambiental; Barreiras*

Abstract

This research explores the perception of Artificial Intelligence as a strategic ally in promoting sustainability within organizations. In an era marked by environmental urgency and digital transformation, understanding how AI is perceived in the context of organizational responsibility becomes essential. Through a cross-sectional exploratory quantitative approach, the study aimed to identify how individuals perceive the relationship between technology, sustainability, and public policy, as well as the factors influencing that perception. The study was based on the application of a questionnaire to a diverse sample, allowing for the collection of varied perspectives on the integration of AI in sustainable practices. The analysis focused on identifying patterns of valuation, relationships between variables, and potential perceptual asymmetries, with particular attention to aspects such as organizational recognition, the role of public policy, and barriers to technological implementation. The findings obtained reveal a broadly positive view of the potential of AI as a tool for promoting sustainability, also highlighting the importance of an ethical, transparent framework supported by appropriate policies, with a set of seven research hypotheses having been validated. The study confirms that the success of this technological integration depends not only on technical solutions but also on the cultivation of an organizational culture that is conscious and well-informed. It is concluded that this work contributes to a deeper and more current understanding of the challenges and opportunities presented by artificial intelligence in strengthening organizations' sustainable commitments, offering valuable insights for future research and professional practice.

Keywords: *Artificial Intelligence; Sustainability; Public Policy; Organizational Results; Environmental Impact; Barriers.*

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema e Questões de Investigação	2
1.2. Objetivos, Geral e Específicos	2
1.3. Estrutura do Relatório	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1. Sustentabilidade Empresarial	5
2.1.1. Definição e Evolução do Conceito.....	5
2.1.2. Indicadores ESG de Sustentabilidade Empresarial	7
2.1.3. Responsabilidade Social Corporativa	7
2.1.4. Sustentabilidade e Stakeholders.....	8
2.1.5. Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis.....	8
2.1.6. Sustentabilidade e Inovação.....	9
2.2. Inteligência Artificial no Contexto Empresarial.....	9
2.2.1. Definição e Evolução do Conceito.....	9
2.2.2. Tipos de Inteligência Artificial	11
2.2.3. Modelos de IA para Análise de Dados Empresariais	12
2.2.4. IA para Decisões Estratégicas.....	13
2.2.5. Inteligência Artificial e a sua Diferenciação para Outras Tecnologias Emergentes	13
2.2.6. Aplicações de IA no Ambiente Empresarial	14
2.3. IA e a Promoção de Práticas Empresariais Sustentáveis	14
2.3.1. Como a IA auxilia na Gestão de Recursos.....	15
2.3.2. Cadeia de Suprimentos Sustentável e a forma como a IA pode a beneficiar	15
2.3.3. Redução da Pegada de Carbono através da IA	16
2.3.4. Análise de Tecnologias de IA e Contribuições para Práticas Sustentáveis.....	16
2.4. Conformidade das empresas com regulamentações ambientais através da IA	17
2.4.1. Monitorização e Relatório de Conformidade	17
2.4.2. Automação do Cumprimento Normativo	18
2.4.3. Casos Práticos e Benefícios	18
2.5. Benefícios Económicos e Ambientais Resultantes da Adoção de Tecnologias de IA	19
2.5.1. Otimização de Recursos e Redução de Custos Operacionais	19
2.5.2. Redução de Emissões de Carbono e Conformidade Regulamentar	19
2.5.3. Inovação Sustentável e Desenvolvimento de Produtos Verdes	20

2.5.4. Impactos Económicos Positivos e Transformação Digital	20
2.6. Desafios e Limitações do Uso de IA para Sustentabilidade	20
2.6.1. Barreiras na Adoção de IA para Sustentabilidade	20
2.6.2. Riscos e Considerações Éticas	21
2.7. Perspetivas Futuras e Lacunas na Literatura	22
2.7.1. Oportunidades de Pesquisa	22
2.7.2. Necessidade de Mais Estudos Qualitativos	22
2.8. Conclusão	23
2.9. Justificação de Hipóteses	25
2.9.1. Modelo Conceptual.....	25
2.9.2. H1: A Perceção da Sustentabilidade influencia positivamente o Desempenho da IA ...	25
2.9.3. H2: A Perceção da Sustentabilidade influencia positivamente a implementação de Políticas Públicas	27
2.9.4. H3: O Desempenho da IA influencia positivamente o Reconhecimento.....	29
2.9.5. H4: O Desempenho da IA é negativamente impactado pelas Barreiras	30
2.9.6. H5: O Desempenho da IA impacta positivamente o Impacto Ambiental	31
2.9.7. H6: O Reconhecimento impacta positivamente os Resultados Organizacionais	33
2.9.8. H7: As Políticas Públicas impactam positivamente os Resultados Organizacionais	34
3. METODOLOGIA	35
3.1. Variáveis do Estudo	35
3.1.1. Variáveis Sociodemográficas.....	35
3.1.2. Conhecimento sobre Sustentabilidade e Inteligência Artificial	36
3.1.3. Perceção sobre Sustentabilidade Empresarial	36
3.1.4. Aplicação da Inteligência Artificial na Sustentabilidade.....	36
3.1.5. Barreiras à adoção da IA para Sustentabilidade	37
3.1.6. Perspetivas futuras sobre IA e Sustentabilidade.....	37
3.1.7. Impactos positivos e negativos da IA na Sustentabilidade	37
3.1.8. Políticas Públicas e Incentivos Governamentais	37
3.2. Instrumento de Recolha de Dados.....	37
3.3. Amostragem.....	38
3.4. Considerações Éticas	38
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	39
4.1. Perfil Sociodemográfico	39

4.2. Análises Estatísticas Descritivas	41
4.3. Análise Alpha Cronbach	43
4.4. Análise Teste da Normalidade	43
4.5. Testes de Correlação Rho de Spearman	46
4.6. Teste Mann-Whitney U.....	52
4.7. Discussão de Resultados	56
4.7.1. Valorização da Sustentabilidade e da IA.....	56
4.7.2. Correlações entre Sustentabilidade, Políticas e Desempenho da IA.....	56
4.7.3. Barreiras à Implementação e Desempenho	57
4.7.4. Diferenciações por Género	57
5. CONCLUSÕES	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
7. ANEXOS	70
Anexo 1 - Modelo de Questionário	70
Anexo 2 – Estatísticas de item-total	74
Anexo 3 - U de Mann-Whitney.....	76
Anexo 4 – Correlação Spearman.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Conceptual.....	25
-----------------------------------	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Definições de Sustentabilidade Empresarial.....	6
Tabela 2 - Definições de IA	10
Tabela 3 - Dados Sociodemográficos.....	39
Tabela 4 - Estatísticas Descritivas.....	41
Tabela 5 - Alpha Cronbach	43
Tabela 6 - Teste da Normalidade.....	43
Tabela 7 - Correlação entre Percepção da Sustentabilidade e Desempenho da IA	47
Tabela 8 - Correlação entre Percepção da Sustentabilidade e Valorização de Políticas Públicas	48
Tabela 9 - Correlação entre Desempenho da IA e Reconhecimento.....	49
Tabela 10 - Correlação entre Desempenho da IA e Barreiras Percebidas à sua Implementação.....	49
Tabela 11 - Correlação entre Desempenho da IA e Transparência sobre Impactos Ambientais	50
Tabela 12 - Correlação entre Reconhecimento e Resultados com IA Sustentável.....	51
Tabela 13 - Correlação entre Políticas Públicas e Resultados Organizacionais com IA	52
Tabela 14 - Resultados do Teste Mann-Whitney U para a Percepção da Sustentabilidade consoante o género	52
Tabela 15 - Resultados do Teste Mann-Whitney U para a Implementação de Políticas Públicas consoante o género.....	53
Tabela 16 - Resultados do Teste Mann-Whitney U para o Reconhecimento Organizacional consoante o género.....	54
Tabela 17 - Resultados do Teste Mann-Whitney U para as Barreiras à IA consoante o género	54
Tabela 18 - Resultados do Teste Mann-Whitney U para o Impacto Ambiental da IA consoante o género	55
Tabela 19 - Resultados do Teste Mann-Whitney U para os Resultados Organizacionais consoante o género	55
Tabela 20 - Resultados do Teste Mann-Whitney U para os Resultados com Políticas Públicas consoante o género.....	56
Tabela 21 - Estatísticas de item-total.....	74
Tabela 22 - U de Mann-Whitney.....	76
Tabela 23 - Correlação Spearman	77

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a sustentabilidade empresarial tem ganho destaque como um tema central nas discussões sobre o futuro das organizações e da economia global. O aumento da consciencialização ambiental, aliado a regulamentações mais rigorosas e à pressão de consumidores e investidores, tem levado as empresas a repensar os seus modelos de negócio e a adotar práticas mais responsáveis (Hansen et al., 2021). Neste contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora para impulsionar estratégias de sustentabilidade, permitindo a otimização de recursos, a redução da pegada de carbono e a melhoria da eficiência operacional (Dwivedi et al., 2021). No entanto, apesar do seu potencial, a aplicação da IA em práticas sustentáveis ainda enfrenta desafios, desde barreiras financeiras e técnicas até preocupações sobre o seu próprio impacto ambiental (Strubell et al., 2020).

A relevância deste estudo reside na necessidade de compreender de que forma a IA pode ser efetivamente utilizada para promover a sustentabilidade empresarial e quais os obstáculos que podem limitar essa adoção. Embora existam investigações anteriores sobre sustentabilidade e sobre o impacto da IA em diferentes setores, ainda há uma lacuna na literatura no que diz respeito à perceção dos stakeholders empresariais sobre essa interseção e ao real impacto que a IA pode ter na transição para modelos de negócios mais sustentáveis (Vinuesa et al., 2020). Assim, este estudo procura não apenas contribuir para a discussão académica, mas também oferecer insights práticos para empresas e formuladores de políticas que pretendam alinhar a tecnologia com objetivos sustentáveis.

O objetivo desta investigação é explorar a perceção das empresas e profissionais sobre a utilização da IA como uma aliada na sustentabilidade, identificando benefícios, desafios e oportunidades. Através de uma abordagem quantitativa, pretende-se compreender o nível de conhecimento dos respondentes sobre o tema, as principais áreas onde a IA pode ser mais útil e os fatores que influenciam a sua adoção. Deste modo, este estudo não só complementa investigações anteriores, mas também fornece uma base empírica que pode auxiliar no desenvolvimento de políticas e estratégias mais eficazes para a integração da IA na promoção da sustentabilidade empresarial.

1.1. Problema e Questões de Investigação

A crescente necessidade de adoção de práticas empresariais sustentáveis tem colocado as organizações perante o desafio de equilibrar crescimento económico e responsabilidade ambiental. Neste contexto, a IA surge como uma ferramenta promissora, capaz de otimizar processos, reduzir desperdícios e auxiliar na conformidade com regulamentações ambientais (Vinuesa et al., 2020). No entanto, apesar do seu potencial, a adoção da IA para fins sustentáveis ainda enfrenta barreiras, como custos elevados, falta de conhecimento técnico e preocupações com o impacto ambiental da própria tecnologia (Strubell et al., 2020).

Dessa forma, a investigação procura responder à seguinte questão de partida central: de que forma a Inteligência Artificial pode contribuir para a promoção de práticas empresariais mais sustentáveis?

A partir desta questão principal, emergem algumas questões secundárias que aprofundam a análise: Que perceção têm os profissionais sobre o papel da IA na sustentabilidade empresarial?; Quais são os principais desafios enfrentados pelas empresas na adoção da IA para práticas sustentáveis?; De que forma a IA pode ser incentivada por políticas públicas para promover a sustentabilidade nas empresas?; A implementação da IA para práticas sustentáveis é vista como um diferencial competitivo no mercado?

Foi adotada a metodologia quantitativa, de natureza exploratória transversal, com recurso a um questionário como instrumento de recolha de dados, permitindo compreender as perceções, desafios e oportunidades associadas à aplicação da IA na sustentabilidade empresarial.

1.2. Objetivos, Geral e Específicos

Para dar resposta à questão de investigação, este estudo define um objetivo geral e um conjunto de quatro objetivos específicos, designadamente:

Objetivo Geral: Analisar o impacto da Inteligência Artificial na promoção de práticas empresariais sustentáveis.

Objetivos Específicos: (1) Identificar a perceção dos profissionais sobre o papel da IA na sustentabilidade empresarial; (2) Explorar os principais desafios e barreiras à adoção da IA para fins sustentáveis; (3) Analisar o papel das políticas públicas no incentivo ao uso da IA

em práticas sustentáveis; e (4) Avaliar a percepção da IA como um diferencial competitivo para as empresas sustentáveis.

1.3. Estrutura do Relatório

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, definindo o problema de investigação, as questões orientadoras, os objetivos e a estrutura do estudo. O Capítulo 2 consiste na revisão de literatura, abordando conceitos fundamentais sobre sustentabilidade empresarial, Inteligência Artificial e o seu impacto na otimização de processos. Além disso, são explorados desafios, limitações e tendências futuras desta aplicação tecnológica. O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada na investigação, justificando a abordagem quantitativa e detalhando os métodos de recolha e análise de dados. O Capítulo 4 apresenta e analisa o estudo, destacando os principais resultados a partir das percepções dos participantes. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as conclusões, discutindo as implicações práticas e teóricas do estudo, as suas limitações e sugestões para futuras pesquisas.

REVISÃO DA LITERATURA¹

Este estudo pretende explorar como a Inteligência Artificial (IA) pode auxiliar empresas a implementar práticas empresariais mais sustentáveis, mitigando os impactos ambientais e maximizando a eficiência operacional.

Este capítulo de revisão tem como principal objetivo construir uma base teórica para a pesquisa, examinando a literatura mais recente sobre os impactos da IA na promoção de práticas sustentáveis no setor empresarial. Em particular, a revisão abordará três temas centrais: o conceito de sustentabilidade empresarial e a sua relevância na atualidade; o papel da IA nas empresas e as suas principais aplicações; e como a IA pode ser direcionada para apoiar práticas empresariais sustentáveis. Com base nesta fundamentação, a revisão explorará desafios, barreiras e perspectivas futuras, traçando uma visão abrangente sobre o uso da IA para sustentabilidade.

Esta revisão de literatura será focada em estudos diretamente relevantes para a questão de pesquisa desta dissertação, abordando o papel da IA em promover práticas empresariais sustentáveis. Dada a ampla gama de abordagens e aplicações da IA, esta revisão irá concentrar-se em pesquisas após a pandemia do SARS-CoV-2. Este recorte temporal permite que o estudo considere desenvolvimentos recentes, e se concentre em tecnologias emergentes e práticas inovadoras que abordem os desafios e as oportunidades atuais.

A revisão de literatura encontra-se dividida em sete seções principais, cada uma abordando um tema central relacionado à pesquisa. A seção inicial discute o conceito de sustentabilidade empresarial, com foco em estudos que definem e operacionalizam essa ideia, especialmente considerando os aspetos ambientais, sociais e económicos. De seguida, a revisão abordará as principais aplicações da IA no contexto empresarial, examinando como ela auxilia na automação, gestão de dados e eficiência de processos. A terceira seção explorará o impacto da IA especificamente na promoção de práticas empresariais sustentáveis, analisando a sua contribuição para a gestão de recursos, cadeia de suprimentos e redução da pegada de carbono. Posteriormente, será discutida a conformidade das

¹ Mateus, J. & Marcão, R. (2025). Artificial Intelligence and Corporate Sustainability: Impacts of AI on Promoting Sustainable Business Practices. In R. Marcão & V. Santos (Eds.), *Evolving Strategies for Organizational Management and Performance Evaluation* (pp. 33-54). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0149-5.ch003> (Scopus Indexed)

empresas com regulamentações ambientais, destacando o papel da IA em monitorizar e assegurar o cumprimento de normas. Na quarta seção, de forma sintetizada a revisão fala acerca dos benefícios económicos e ambientais resultantes da adoção de tecnologias de IA, onde promove benefícios económicos, como redução de custos e aumento de eficiência, enquanto impulsiona práticas sustentáveis, incluindo a redução de emissões de carbono e o uso responsável de recursos naturais. Em seguida, a revisão abordará os desafios e limitações da adoção de IA para a sustentabilidade, identificando barreiras tecnológicas, económicas e éticas. As seções finais discutirão as perspetivas futuras e lacunas na literatura, destacando a necessidade de estudos qualitativos que explorem a eficácia das tecnologias de IA no longo prazo para sustentabilidade empresarial.

2.1. Sustentabilidade Empresarial

2.1.1. Definição e Evolução do Conceito

A sustentabilidade empresarial é um conceito dinâmico que evolui continuamente com a inovação tecnológica, especialmente com o avanço da IA, que oferece novas oportunidades e desafios para a gestão de recursos e a conformidade com regulamentações ambientais (Stock & Seliger, 2021). Esta conceituação, contudo, já teve diferentes significados anteriormente na sua história, evoluindo e adequando-se consoante a evolução da humanidade. Como tal, aqui estão algumas definições de sustentabilidade empresarial ao longo dos anos:

Tabela 1*Definições de Sustentabilidade Empresarial*

Autor	Definição
Daly (1994)	Sustentabilidade implica que as empresas devem operar dentro dos limites dos sistemas ecológicos, respeitando a capacidade de suporte do meio ambiente, enquanto atendem às necessidades das gerações atuais sem comprometer as futuras.
Elkington (1999)	Sustentabilidade empresarial implica que as empresas vão além da responsabilidade económica para incluir preocupações ambientais e sociais.
Porter e Kramer (2006)	As empresas devem encarar as suas atividades como forma de obter um bom desempenho económico a longo prazo, mas evitar comportamentos que no curto prazo possam ser prejudiciais socialmente ou ambientalmente.
Savitz (2013)	Gestão responsável dos recursos da empresa para alcançar lucros enquanto protege o meio ambiente e contribui positivamente para a sociedade.
Ventura (2024)	A sustentabilidade empresarial é uma filosofia de negócios que reconhece a interdependência entre as empresas, a sociedade e o meio ambiente. Esta abordagem procura equilibrar o sucesso económico com a responsabilidade social e ambiental, visando o lucro a curto prazo e a preservação dos recursos naturais e o bem-estar das comunidades.

O conceito de sustentabilidade empresarial refere-se à capacidade das organizações de operar de maneira economicamente viável e, ao mesmo tempo, social e ambientalmente responsável. Essa abordagem pretende atender a necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras, promovendo assim práticas que beneficiem os stakeholders e minimizem impactos negativos no meio ambiente (Stock & Seliger, 2021). Desde a introdução do modelo do "Tripé da Sustentabilidade" por Elkington, que enfatiza os pilares económico, social e ambiental, o entendimento de sustentabilidade empresarial tem evoluído

para incluir novas métricas de avaliação e estratégias orientadas à criação de valor a longo prazo (Lazic et al., 2020).

A adoção de práticas sustentáveis não é apenas uma resposta a pressões regulatórias, mas também uma estratégia para fortalecer a marca, aumentar a resiliência em cenários de mercados voláteis e criar valor a longo prazo (Rodriguez et al., 2021). De acordo com Liu et al. (2022), as empresas que integram a sustentabilidade nas suas operações conseguem não apenas atender a regulamentações ambientais, mas também promover práticas empresariais que atraem consumidores e investidores socialmente conscientes. Dessa forma, a sustentabilidade empresarial passou a ser vista como um diferencial competitivo.

2.1.2. Indicadores ESG de Sustentabilidade Empresarial

Para medir a sustentabilidade de maneira objetiva, foram desenvolvidos indicadores que avaliam diferentes aspectos das práticas empresariais. Entre eles, o ESG (Environmental, Social, Governance) ganhou relevância como padrão amplamente aceito para fiscalizar o comprometimento das empresas com a sustentabilidade. Esses indicadores ajudam não apenas a avaliar o desempenho sustentável de uma empresa, mas também a identificar áreas de melhoria e a aumentar a transparência nas práticas corporativas (De Luca et al., 2021).

Além de indicadores como o ESG, novas tecnologias, incluindo a IA, têm sido aplicadas para controlar e melhorar o desempenho sustentável das empresas em tempo real. Estas tecnologias possibilitam uma recolha e análise de dados mais precisa em larga escala, permitindo uma visão mais clara e dinâmica da sustentabilidade empresarial. Segundo Suh e Ahn (2021), o uso de IA e big data tem revolucionado o acompanhamento de indicadores, viabilizando uma gestão de recursos mais eficiente e uma redução proativa do impacto ambiental.

2.1.3. Responsabilidade Social Corporativa

A Responsabilidade Social Corporativa (RSC) é um componente fundamental para a sustentabilidade empresarial, sendo definida como o compromisso das empresas em operar de maneira ética e contribuir para o desenvolvimento económico, enquanto melhora a qualidade de vida dos trabalhadores, das suas famílias e da comunidade em geral (Chandler, 2022). No contexto atual, a RSC vai além de cumprir regulamentações e pretende gerar impacto positivo social e ambiental, integrando práticas sustentáveis diretamente nas operações da empresa (Dahan et al., 2020).

A relação entre a RSC e a sustentabilidade empresarial é cada vez mais evidente em estratégias de longo prazo que procuram alinhar interesses económicos com questões éticas e de sustentabilidade. Segundo o estudo de Kim e Stepchenkova (2020), a RSC é também um diferencial competitivo, uma vez que consumidores e investidores estão cada vez mais atentos ao compromisso social e ambiental das empresas. Assim sendo a integração da RSC permite que as organizações respondam melhor às expectativas dos stakeholders e fortaleçam a sua reputação no mercado.

2.1.4. Sustentabilidade e Stakeholders

Os stakeholders são todos os intervenientes que são afetados pelas atividades da empresa, como clientes, funcionários, fornecedores, investidores e comunidades locais. A abordagem de sustentabilidade baseada nos stakeholders enfatiza a importância de responder às expectativas e necessidades de cada um desses grupos, não apenas visando retorno financeiro, mas promovendo o bem-estar coletivo e o desenvolvimento sustentável (Freeman et al., 2021).

As empresas sustentáveis priorizam a sua relação com os stakeholders para construir confiança e alinhar suas operações com as demandas sociais e ambientais emergentes. Alguns estudos mostram que as empresas que atendem as expectativas dos stakeholders em questões de sustentabilidade apresentam melhor desempenho organizacional e reputacional, conduzindo assim para um impacto positivo nas comunidades onde operam (Harrison & Wicks, 2021). Ao adotar uma visão integrada de sustentabilidade e responsabilidade social, as organizações conseguem captar insights valiosos dos stakeholders, possibilitando decisões mais informadas e estratégias que impulsionam a sustentabilidade de forma colaborativa (Rodriguez et al., 2021).

2.1.5. Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis

O desenvolvimento de produtos sustentáveis é uma prática central para empresas comprometidas com a sustentabilidade, pois assim conseguem minimizar o impacto ambiental dos seus produtos e processos. Os produtos sustentáveis são programados tendo em conta todo o seu ciclo de vida, desde a seleção de materiais até à sua produção, visando assim reduzir a pegada de carbono, o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos (Fowler & Hope, 2021).

As empresas que dão prioridade ao desenvolvimento de produtos sustentáveis também observam um aumento no valor percebido por parte dos consumidores, que têm se mostrado

cada vez mais interessados em produtos com impacto ambiental reduzido, de forma a contribuir para a saúde do planeta. De acordo com Zhu e Sarkis (2021), os consumidores querem produtos que alinhem qualidade e desempenho com responsabilidade ambiental, um fator que se tornou decisivo na escolha de consumo. Para atender a essas expectativas, as empresas estão a investir em tecnologias que permitem processos de produção mais limpos e eficientes e promovendo a economia circular, que se baseia em reciclagem, reutilização e redução de desperdício.

2.1.6. Sustentabilidade e Inovação

A inovação tecnológica é um fator fundamental para o sucesso da sustentabilidade empresarial. O uso de IA para promover práticas sustentáveis representa um exemplo concreto de como as empresas podem alinhar as suas operações a princípios de sustentabilidade sem comprometer a eficiência. Diversos estudos apontam que empresas inovadoras conseguem implementar práticas de economia circular, otimizar a cadeia de produção e reduzir significativamente o desperdício (Wamba et al., 2020). Dessa forma, a IA tem sido fundamental para a transição de empresas para modelos de negócios mais sustentáveis, permitindo, por exemplo, a redução de desperdício de recursos naturais e a diminuição de emissões de gases poluentes (Jia et al., 2020).

Stock e Seliger (2021), mencionam que as empresas que promovem a sustentabilidade empresarial por meio de inovações tecnológicas obtêm vantagens competitivas, especialmente em mercados onde a sustentabilidade é uma prioridade crescente. Essa integração de inovação e sustentabilidade cria uma sinergia que pode promover o crescimento sustentável das empresas, ao mesmo tempo em que responde a demandas sociais e regulamentares.

2.2. Inteligência Artificial no Contexto Empresarial

2.2.1. Definição e Evolução do Conceito

O conceito de Inteligência Artificial evoluiu significativamente desde os primeiros anos de estudo da área até ao contexto moderno, em que a IA é vista como uma ferramenta estratégica, essencial para a transformação digital e a inovação empresarial. Em linhas gerais, a IA refere-se à capacidade de sistemas computacionais realizarem tarefas complexas que normalmente exigiriam inteligência humana, como o reconhecimento de padrões, a tomada de decisões e o aprendizado com dados (Abdollahi et al., 2022).

A IA moderna vai além de algoritmos básicos e abrange tecnologias avançadas como Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL), que permitem às empresas utilizar dados de forma estratégica para alcançar vantagens competitivas, otimizar processos e contribuir para a sustentabilidade (Zhong et al., 2023).

Tabela 2

Definições de IA

Autor	Definição
McCarthy (1956)	Ciência e engenharia de criar máquinas inteligentes, focada na resolução de problemas e replicação de processos cognitivos humanos básicos.
Simon e Newell (1975)	Pensamento racional executado por máquinas, com foco em algoritmos que simulam processos de raciocínio lógico.
Russell e Norvig (2010)	Sistemas que percebem o ambiente e tomam ações para maximizar suas chances de sucesso em alcançar objetivos.
Kaplan et al (2020)	Inteligência Artificial refere-se a sistemas que exibem comportamento inteligente ao analisar o seu ambiente e tomar ações, com algum grau de autonomia, para atingir objetivos específicos.
Floridi (2023)	Sistemas projetados para realizar tarefas ou gerar saídas, como recomendações ou previsões, dentro de objetivos definidos por humanos. Estes não possuem inteligência autônoma, sendo uma extensão das capacidades humanas, cuja responsabilidade recai sobre os seus criadores e operadores.

2.2.2. Tipos de Inteligência Artificial

No âmbito da IA existem diferentes tipologias que variam em complexidade e aplicabilidade, sendo tradicionalmente classificados em Artificial Narrow Intelligence (ANI) e Artificial General Intelligence (AGI). A ANI abrange sistemas projetados para realizar tarefas específicas, como recomendação de produtos, processamento de linguagem natural ou reconhecimento facial. Este é o tipo mais comum de IA no ambiente empresarial, pois é capaz de executar tarefas definidas com alta eficiência, mas sem compreensão ou inteligência genuína (Russell & Norvig, 2021).

A AGI, por outro lado, visa replicar a capacidade humana de raciocínio, adaptabilidade e compreensão, embora essa tecnologia ainda esteja na fase inicial de desenvolvimento. Recentemente, surgiram as Inteligências Artificiais generativas, uma subcategoria da ANI, que têm sido amplamente aplicadas no contexto empresarial para ajudar na criação de conteúdo, na realização de simulações e melhoramento da automação de processos (Pan et al., 2022). Estas classificações conseguem auxiliar as empresas a definir que tipo de IA melhor se adequa às suas necessidades operacionais e objetivos de inovação.

Os tipos de IA podem ainda ser categorizados conforme as suas funcionalidades específicas, entre as quais se destacam o ML e o DL. Essas abordagens diferem entre si em termos de capacidade de processamento, estrutura de dados e aplicação, permitindo que empresas escolham a tecnologia que melhor atende às suas necessidades estratégicas e operacionais (Russell & Norvig, 2021).

O ML é um subcampo da IA que permite aos sistemas aprender a partir de dados e melhorar seu desempenho sem serem explicitamente programados para isso. No ambiente empresarial, o ML é amplamente utilizado em análises preditivas, detecção de padrões e personalização de produtos e serviços, como recomendações de produtos em plataformas de e-commerce (McKinsey, 2022).

O DL, uma subcategoria avançada de ML, utiliza redes neurais artificiais, para processar e analisar grandes quantidades de dados de forma extremamente eficiente. O DL é inspirado no funcionamento do cérebro humano, e é usada em tarefas mais sofisticadas e de grande escala, como processamento de imagem, reconhecimento de voz e análise de sentimentos em redes sociais (Bengio et al., 2021). É uma ferramenta poderosa no contexto empresarial, especialmente em áreas como finanças e marketing, pois permite a análise de dados não estruturados (como imagens e textos) e melhora a precisão de previsões. Algumas empresas

como Google e Amazon usam DL para tarefas como tradução automática e análise de comportamentos de consumidores, o que possibilita que os seus sistemas de IA se adaptem rapidamente às preferências dos clientes e respondam de forma autônoma a mudanças de mercado (Goodfellow et al., 2020). Além disso, a capacidade do DL de lidar com dados de alta dimensão torna-o um recurso indispensável em setores que exigem decisões rápidas e precisas, como saúde e transporte.

2.2.3. Modelos de IA para Análise de Dados Empresariais

A análise de dados empresariais é uma das principais áreas de aplicação da IA no ambiente corporativo, utilizando modelos de ML, DL e técnicas de análise preditiva para extrair insights estratégicos e operacionais de grandes volumes de dados (McAfee et al., 2021). Segundo Matt Crabtree (2024), a análise de dados é uma ferramenta de inspeção, limpeza, transformação e modelagem de dados para descobrir informações úteis, tirar conclusões e apoiar a tomada de decisões. É um processo multifacetado que envolve várias técnicas e metodologias para interpretar dados de várias fontes em diferentes formatos. No fim ao cabo, acaba por capacitar as organizações a tomar decisões informadas, prever tendências e melhorar a sua eficiência operacional.

Atualmente existe uma variedade de modelos de IA que são de forma ampla aplicados na análise de dados empresariais, cada um adaptado a diferentes objetivos e tipos de dados. Os mais comuns que por norma são adotados por empresas são os Modelos de Aprendizado Supervisionado, que são frequentemente utilizados para prever tendências de mercado e comportamentos do cliente; e ainda os Modelos de Aprendizado não Supervisionado que permitem a identificação de padrões ocultos em dados desestruturados, uma característica útil para segmentação de clientes e análise de preferências (Garcia et al., 2020). A grande diferença entre estes tipos de modelos é que um acaba por trabalhar com dados rotulados, enquanto o outro não, necessitando de identificar padrões por conta própria.

Mais recentemente, o Deep Learning, que inclui redes neurais convolucionais e redes neurais recorrentes, tornou-se essencial para a análise de dados em setores complexos, como finanças e marketing. Esses modelos são capazes de processar grandes volumes de dados em tempo real e realizar análises mais precisas, melhorando a tomada de decisões e a previsibilidade de resultados empresariais (Wamba et al., 2021). Essas tecnologias permitem que as empresas interpretem dados com mais rapidez e precisão.

2.2.4. IA para Decisões Estratégicas

A IA tem se tornado uma ferramenta estratégica para a tomada de decisões empresariais, permitindo que os líderes e gestores tomem decisões baseadas em dados precisos. Com o uso de IA, as empresas conseguem antecipar mudanças de mercado, identificar riscos e oportunidades e desenvolver estratégias personalizadas para melhorar a competitividade (Sjödín et al., 2021).

O uso de IA para decisões estratégicas também inclui ferramentas de otimização e simulação que permitem a análise de diferentes cenários, auxiliando gestores a avaliar o impacto das suas decisões antes de implementá-las. As ferramentas de IA aplicadas à análise de sentimentos, permitem por exemplo fornecer às empresas uma melhor percepção dos consumidores e adaptar as suas estratégias de marketing e relacionamento de acordo com as preferências dos clientes (Ransbotham et al., 2020). Além disso, sistemas de IA com capacidades de aprendizagem adaptativa consoante a situação permitem que as decisões estratégicas sejam continuamente aprimoradas, com base em novos dados e resultados anteriores, gerando uma vantagem competitiva sustentável.

2.2.5. Inteligência Artificial e a sua Diferenciação para Outras Tecnologias Emergentes

Em concordância com Haroon Sheikh et al. (2023), a Inteligência Artificial é um software que permite desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas que, tradicionalmente, exigiriam inteligência humana, como reconhecimento de padrões, tomada de decisões e previsão de eventos. No contexto empresarial, a IA envolve técnicas como ML, processamento de linguagem natural e análise preditiva, nas quais capacitam as empresas a automatizar processos, personalizar serviços e otimizar a colocação de recursos (Gibson et al., 2021).

Uma das características distintas da IA em relação a outras novas tecnologias emergentes é sua capacidade de aprender e adaptar-se temporalmente, analisando grandes quantidades de dados e extraindo insights complexos desses mesmos (Verma & Mehta, 2021). Essa capacidade torna a IA especialmente valiosa no contexto empresarial, pois permite que as empresas respondam rapidamente a mudanças de mercado e identifiquem oportunidades de inovação e eficiência operacional (Schatsky et al., 2020).

2.2.6. Aplicações de IA no Ambiente Empresarial

A aplicação de IA em empresas é ampla e multifacetada, abrangendo desde a automação de processos de rotina até ao suporte em estratégias complexas de tomada de decisão. Nos últimos anos, a IA tem sido implementada em diversos setores para melhorar a eficiência e agregar valor de maneira sustentável. Por exemplo, a IA facilita a análise de grandes conjuntos de dados empresariais, permitindo previsões mais precisas sobre tendências de consumo e fornecendo insights estratégicos para a personalização de produtos e serviços (Zhang et al., 2021).

Um exemplo emblemático da aplicação de IA no ambiente empresarial é o uso de algoritmos para análise de dados de clientes, que permite a personalização de campanhas de marketing e o aprimoramento da experiência do cliente (Thomas et al., 2022). Em indústrias como o setor financeiro, a IA é usada para detetar fraudes e otimizar a gestão de riscos, enquanto no setor de saúde, a tecnologia tem sido aplicada para análises diagnósticas avançadas e personalização de tratamentos. Segundo Pucihar et al. (2022), a IA no contexto empresarial não se limita a automação, mas também a aplicações complexas que transformam os modelos de negócios, tornando-os mais responsivos e adaptáveis consoante a situação.

Conforme destacado por Rodriguez et al. (2021), o uso de IA em práticas empresariais traz implicações práticas e teóricas significativas para a sustentabilidade empresarial. A IA permite que as empresas não apenas reduzam custos, mas também melhorem a eficiência e minimizem a pegada de carbono, alavancando o uso de dados e automação para decisões mais sustentáveis. No entanto, ainda existem lacunas consideráveis na literatura sobre a real eficácia e os desafios na implementação da IA para alcançar essas metas sustentáveis (Wamba et al., 2020).

2.3. IA e a Promoção de Práticas Empresariais Sustentáveis

A IA é uma das tecnologias mais úteis no que toca em apoiar práticas empresariais sustentáveis, auxiliando as empresas na otimização do uso de recursos, transparência na cadeia de suprimentos e na mitigação das emissões de carbono. A aplicação de IA em processos empresariais críticos promove não apenas a eficiência e a inovação, mas também contribui para a preservação ambiental e a sustentabilidade corporativa (Liu et al., 2021).

2.3.1. Como a IA auxilia na Gestão de Recursos

A IA tem se mostrado essencial para a gestão eficiente de recursos naturais, como água, energia e matéria-prima. Empresas de diferentes setores têm adotado algoritmos de IA para monitorizar, prever e ajustar o consumo de recursos, visando reduzir desperdícios e aumentar a eficiência. Como exemplo temos os data centers da Google que utilizam IA para otimizar o uso de energia, implementando algoritmos que ajustam automaticamente as operações para reduzir o consumo em até 40%, enquanto mantêm a performance (Evans et al., 2022). Esse processo de “IA autónoma” permite que as operações de resfriamento e processamento se ajustem em tempo real, reduzindo tanto os custos como o impacto ambiental.

Outros estudos também destacam que a IA contribui para uma gestão mais inteligente dos recursos ao combinar dados de sensores de Internet of Things (IoT) com ML para prever e otimizar o consumo de energia e água em setores industriais e agrícolas (Khan et al., 2023). Temos como exemplo, em sistemas de irrigação agrícola, sensores de IoT têm em conta em tempo real a umidade do solo, as condições climáticas e o nível de água disponível. Estes dados são processados por modelos de ML que aprendem padrões de consumo e condições ambientais ideais para cada tipo de cultura. A partir disso, o sistema ajusta automaticamente a irrigação, garantindo que apenas a quantidade necessária de água seja utilizada, reduzindo desperdícios e otimizando o consumo (Liu et al., 2022). Assim concluímos que, as empresas que adotem IA para os seus sistemas de gestão de recursos conseguem um consumo eficiente, gerando não só benefícios económicos como ambientais.

2.3.2. Cadeia de Suprimentos Sustentável e a forma como a IA pode a beneficiar

A cadeia de suprimentos sustentável é outro campo em que a IA tem desempenhado um papel fundamental. A IA auxilia as empresas a rastrear produtos desde a origem até ao destino final, garantindo transparência, eficiência e conformidade com padrões ambientais.

Wang et al. (2020) destacam que a aplicação de IA para monitoramento em tempo real e análise de grandes volumes de dados possibilita uma melhor previsão de demanda, redução de stocks e otimização de rotas logísticas, o que minimiza o consumo de combustíveis e as emissões de gases poluentes.

Além disso, a IA permite que empresas identifiquem fornecedores e parceiros comprometidos com práticas sustentáveis, o que contribui para uma cadeia de suprimentos mais responsável e alinhada aos objetivos de sustentabilidade. Por meio de técnicas de DL e algoritmos de previsão, as empresas conseguem rastrear a pegada ambiental dos seus

produtos, promovendo um controle mais rigoroso sobre os impactos da cadeia de produção e distribuição (Zhao & Zhang, 2022).

2.3.3. Redução da Pegada de Carbono através da IA

A redução da pegada de carbono é uma prioridade para muitas empresas, e a IA oferece ferramentas valiosas para medir e reduzir as emissões de CO₂ em setores industriais, de transportes e de produção. Existem ferramentas de IA que podem modelar, monitorizar e prever emissões, o que possibilita com que as empresas ajustem os seus processos para minimizar o impacto ambiental. Em setores industriais, algoritmos de IA são utilizados para simular cenários de produção com diferentes níveis de emissão, ajudando empresas a identificar processos que geram menos carbono e melhorá-los (Rodriguez et al., 2023).

Técnicas de ML e DL como já mencionadas anteriormente, permitem que empresas desenvolvam modelos preditivos para acompanhar em tempo real as emissões e os níveis de poluição. Esta observação constante ajuda as organizações a tomarem decisões rápidas para evitar impactos ambientais adversos e manter as suas operações alinhadas às regulamentações ambientais (Chen & Li, 2023). As aplicações em questão ajudam as empresas a cumprir metas de sustentabilidade e, ao mesmo tempo, contribuem para a conscientização sobre o impacto ambiental.

2.3.4. Análise de Tecnologias de IA e Contribuições para Práticas Sustentáveis

Inúmeras tecnologias de IA destacam-se pela eficácia na promoção de práticas empresariais sustentáveis. A análise de dados e o ML são especialmente eficazes para otimização de recursos e monitoramento de resíduos. Além disso, técnicas de visão computacional, que analisam grandes volumes de dados visuais, são úteis para verificar e identificar oportunidades de economia em processos industriais e logísticos (Zhou et al., 2021).

Para empresas que desejam reduzir o desperdício nas suas operações, os algoritmos de IA são ferramentas fundamentais, pois ajudam a analisar grandes volumes de dados com alta precisão. A IA permite que as empresas examinem de perto cada etapa dos processos de produção e identifiquem pontos problemáticos nos mesmos. Esses problemas podem ser desde etapas onde o tempo, a energia ou os materiais estão a ser utilizados de forma ineficiente. Ao identificar esses pontos, a IA indica exatamente onde a empresa pode fazer ajustes para economizar recursos.

Além de ajudar a reduzir o desperdício, o uso da IA também incentiva a inovação, pois leva as empresas a encontrar maneiras mais modernas e eficientes de fazer os seus produtos e serviços. Isto pode tornar a empresa mais competitiva no mercado, uma vez que ela conseguirá oferecer produtos com menos impacto ambiental, atendendo a uma demanda crescente por responsabilidade ambiental.

Essa prática está diretamente alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, especialmente com os objetivos que promovem a gestão sustentável dos recursos e o combate às mudanças climáticas. Também responde às crescentes exigências de responsabilidade ambiental empresarial, que pressionam as empresas a reduzir a sua pegada ecológica e contribuir para um futuro mais sustentável (Masanpally al., 2025).

2.4. Conformidade das empresas com regulamentações ambientais através da IA

O crescente aumento das regulamentações ambientais em diversos setores exige das empresas a adoção de práticas operacionais que estejam em conformidade com padrões de sustentabilidade. A IA torna-se uma ferramenta crucial para apoiar as empresas nesse objetivo, oferecendo métodos avançados para monitorização, previsão e criação de relatórios que atendem a essas regulamentações. A IA facilita o cumprimento de normas ambientais, garantindo que as empresas minimizem riscos e alinhem as suas práticas com exigências legais.

2.4.1. Monitorização e Relatório de Conformidade

Uma das aplicações mais importantes da IA é a monitorização em tempo real das operações empresariais, garantindo que as práticas estejam em conformidade com as regulamentações ambientais em vigor. Os sensores de IoT integrados com IA coletam dados sobre emissões de carbono, consumo de energia e gestão de resíduos. Estes dados são processados em tempo real por algoritmos de ML, que identificam desvios e padrões que possam indicar estar ou não estar em conformidade.

Por exemplo, empresas do setor industrial utilizam IA para monitorizar as emissões de gases do efeito estufa. Algoritmos preditivos analisam padrões históricos e emitem alertas antecipados para possíveis violações. Ahmed et al. (2021) demonstraram que a IA aplicada em grandes indústrias reduziu em até 40% as penalidades por não conformidade ambiental devido à sua capacidade de prever problemas antes que estes aconteçam.

Além disso, ferramentas baseadas em IA automatizam a geração de relatórios de conformidade para diferentes órgãos regulatórios, adaptando os dados às exigências específicas de cada região. Isso reduz significativamente o tempo e o custo operacional envolvidos nestes processos.

2.4.2. Automação do Cumprimento Normativo

Com as regulamentações ambientais em constante evolução, a IA torna-se fundamental para que as empresas se mantenham atualizadas e em conformidade com as normas vigentes. Ferramentas de Processamento de Linguagem Natural (NLP) analisam textos regulatórios complexos, identificando novos requisitos e formando recomendações específicas para os processos empresariais.

As empresas no setor de energia utilizam IA para rever automaticamente regulamentações locais e globais, garantindo que suas operações estejam em conformidade. Um estudo demonstrou que essas soluções reduziram o tempo de adaptação a novas regras ambientais em até 35%, mitigando riscos associados ao descumprimento normativo imposto (Li et al., 2022).

A automação também se estende à aplicação de correções operacionais. Sistemas inteligentes ajustam parâmetros em linhas de produção ou logística em resposta às alterações nos padrões regulatórios.

2.4.3. Casos Práticos e Benefícios

Algumas empresas que adotaram a IA para garantir conformidade ambiental relatam vantagens significativas, tanto na redução de custos quanto no fortalecimento das suas práticas sustentáveis.

A Siemens, por exemplo, implementou sistemas baseados em IA para fiscalizar e otimizar o uso de energia nas suas operações industriais. Ao utilizar sensores inteligentes e algoritmos avançados, a empresa conseguiu reduzir significativamente as suas emissões de carbono, além de garantir conformidade com regulamentos de eficiência energética em diversos mercados globais. Um estudo interno relatou que, em fábricas específicas, a Siemens reduziu o consumo de energia em até 30% por meio da automação e do ajuste em tempo real dos processos produtivos, garantindo o cumprimento das diretrizes ambientais europeias e internacionais (Siemens Sustainability Report, 2022).

Além disso, a Siemens utiliza IA para rastreamento de materiais e gestão de resíduos, otimizando a cadeia de suprimentos e reduzindo o desperdício. Este tipo de processo aumentou a transparência e alinhou a empresa às exigências de relatórios ambientais detalhados, promovendo maior confiança dos stakeholders e fortalecendo a reputação corporativa. Assim se destaca como a aplicação da IA em conformidade ambiental vai além do cumprimento regulatório, promovendo inovação, eficiência operacional e sustentabilidade corporativa.

2.5. Benefícios Económicos e Ambientais Resultantes da Adoção de Tecnologias de IA

A implementação de inteligência artificial nas operações empresariais tem promovido benefícios interligados nos âmbitos económico e ambiental, integrando inovação tecnológica com práticas sustentáveis. Tanto pequenas como grandes empresas têm beneficiado economicamente da redução de desperdícios e da melhoria na eficiência operacional, enquanto contribuem para um menor impacto ambiental causado pelas mesmas. Além disso, o uso estratégico de IA posiciona as empresas como líderes em responsabilidade ambiental, respondendo às crescentes demandas dos consumidores e investidores por práticas corporativas sustentáveis.

2.5.1. Otimização de Recursos e Redução de Custos Operacionais

A IA possibilita o uso mais eficiente de recursos naturais, como energia, água e matérias-primas, por meio de análises preditivas e automação de processos. Os sistemas baseados em ML e sensores IoT podem identificar padrões de consumo e minimizar desperdícios em tempo real. Huang et al. (2021) destacam que essa otimização pode reduzir custos energéticos industriais em até 20%, promovendo ganhos financeiros e redução de impactos ambientais. Adicionalmente, Liu et al. (2023) destacam que a implementação de plataformas digitais guiadas por IA em cadeias produtivas pode acelerar a identificação de ineficiências, resultando em economias significativas.

2.5.2. Redução de Emissões de Carbono e Conformidade Regulamentar

As tecnologias de IA têm um papel crucial na modelagem, monitorização e mitigação de emissões de carbono. Ferramentas baseadas em DL ajudam as empresas a prever emissões e a adotar estratégias direcionadas à neutralidade de carbono. Zhang et al. (2021) observam que, no setor de transportes, a IA aplicada à otimização de rotas e ao uso de combustíveis sustentáveis pode reduzir emissões em 15%. Além disso, sistemas preditivos auxiliam

empresas na identificação de práticas com altos níveis de emissões antes que estas comprometam a conformidade regulatória. Wang et al. (2022) enfatizam que a conformidade proativa, viabilizada pela IA, evita penalidades financeiras e aprimora a reputação corporativa.

2.5.3. Inovação Sustentável e Desenvolvimento de Produtos Verdes

A IA tem facilitado a criação de produtos e serviços sustentáveis, contribuindo para o desenvolvimento de novos mercados. A inovação guiada por IA permite às empresas adotarem modelos de economia circular e soluções ecológicas. Liang et al. (2022) salientam que iniciativas como o uso de algoritmos para otimizar materiais biodegradáveis ou processos de reciclagem têm elevado a aceitação do mercado e aprimorado a sustentabilidade. Além disso, tecnologias como o NLP têm sido aplicadas na análise de percepções dos consumidores sobre sustentabilidade, ajudando empresas a adaptar os seus produtos para atender à demanda por práticas mais ecológicas (Xu et al., 2023).

2.5.4. Impactos Económicos Positivos e Transformação Digital

Embora a automação impulsionada pela IA substitua tarefas repetitivas, ela também gera novos empregos especializados em análise de dados e manutenção de sistemas. Essa transformação digital fomenta o crescimento económico e a inclusão tecnológica. A IA não apenas cria oportunidades de trabalho, mas também fortalece a competitividade empresarial, especialmente em setores tecnológicos. Liu et al. (2023) acrescentam que a IA permite às empresas não apenas serem mais eficientes, mas também responderem rapidamente às mudanças nas exigências regulatórias e de mercado, promovendo um crescimento resiliente.

2.6. Desafios e Limitações do Uso de IA para Sustentabilidade

Embora a IA ofereça possibilidades significativas para promover a sustentabilidade empresarial, a sua implementação e uso enfrentam desafios importantes. Esses obstáculos estão relacionados com barreiras tecnológicas, económicas e culturais, além de riscos éticos que afetam a força de trabalho, a privacidade e administração de dados.

2.6.1. Barreiras na Adoção de IA para Sustentabilidade

Um dos principais desafios na adoção de IA para sustentabilidade são as barreiras tecnológicas. Empresas, especialmente de tamanho pequeno e médio, muitas vezes carecem de uma infraestrutura avançada e das capacidades técnicas necessárias para integrar soluções de IA nas suas operações. Sistemas complexos, como redes neurais ou algoritmos de ML,

exigem recursos computacionais de alto desempenho e equipamentos especializados, o que pode ser proibitivo em termos de custo e viabilidade operacional (Huang et al., 2021).

Além disso, existem barreiras económicas relacionadas aos custos elevados de implementação e manutenção de soluções baseadas em IA. As organizações muitas vezes hesitam em investir em IA devido à percepção de risco, considerando os gastos iniciais altos e os retornos incertos, especialmente em indústrias mais tradicionais (Zhang et al., 2022).

Culturalmente, a resistência à mudança também é um fator relevante. Muitas empresas enfrentam dificuldades para promover uma cultura de inovação e digitalização, com equipas não familiarizadas ou relutantes em adotar ferramentas de IA. A falta de treinamento e capacitação gera desconfiança e pode dificultar a integração desses sistemas em processos já estabelecidos (Liang et al., 2022).

2.6.2. Riscos e Considerações Éticas

O uso de IA para sustentabilidade também levanta questões éticas importantes. Um dos riscos mais apontados é o impacto no mercado de trabalho. A substituição de tarefas humanas por automação impulsionada por IA pode resultar em desemprego, especialmente em setores como logística, manufatura e serviços operacionais. Embora a IA também crie novas oportunidades de trabalho em áreas técnicas e de análise de dados, esse impacto desigual pode gerar tensões sociais (Liu et al., 2023).

Outra preocupação é a privacidade e segurança dos dados. As tecnologias de IA frequentemente dependem da recolha e análise de grandes volumes de dados, o que pode levantar dúvidas sobre o uso ético dessas informações. Xu et al. (2023) destacam que a falta de regulamentação clara sobre a governança dos dados aumenta o risco de uso indevido ou exposição não autorizada de informações sensíveis.

A transparência dos algoritmos de IA também é uma questão central. Muitos sistemas de IA apresentam um funcionamento complexo, o que dificulta a interpretação dos processos e a compreensão dos resultados obtidos. Isso pode levar a preconceitos algorítmicos, decisões imprecisas e falta de confiança por parte dos usuários e reguladores (Wang et al., 2022). Adicionalmente, há o risco de que soluções de IA priorizem eficiência económica em detrimento de objetivos ambientais ou sociais, criando um desequilíbrio nos benefícios pretendidos.

Diante destes desafios, é essencial que as empresas e governos desenvolvam estratégias para mitigar os riscos e superar as barreiras à adoção de IA. A qualificação de equipas, o desenvolvimento de regulamentações éticas claras e o investimento em infraestrutura tecnológica que inclua mão humana, são passos cruciais para maximizar os benefícios da IA enquanto se enfrentam seus desafios.

2.7. Perspetivas Futuras e Lacunas na Literatura

A integração da inteligência artificial com práticas de sustentabilidade empresarial representa um campo em constante evolução. No entanto, a literatura existente revela áreas ainda inexploradas e oportunidades para novos estudos que podem aprimorar tanto a eficácia quanto a adoção dessas tecnologias.

2.7.1. Oportunidades de Pesquisa

Embora muitos estudos demonstrem o potencial da IA para promover a sustentabilidade, a medição sistemática da sua eficácia no longo prazo permanece limitada. Por exemplo, ainda não há consenso sobre como quantificar o impacto ambiental das tecnologias de IA em setores industriais, como a manufatura e o transporte. Segundo Sharma et al. (2022) argumentam que é essencial desenvolver métricas padronizadas para avaliar os ganhos ambientais e económicos associados à adoção de IA, especialmente em cadeias de suprimentos globais. Este avanço seria significativo para ainda mais empresas aderirem à IA, pois este seria o elemento-chave para permanecer em conformidade com os padrões da sustentabilidade

Posto isto, as interações entre IA e práticas de economia circular são um tema com escassa investigação. Liang et al. (2022) sugerem que estudos futuros poderiam explorar como algoritmos avançados podem melhorar o reaproveitamento de materiais e reduzir resíduos em indústrias específicas. Apesar dos avanços no uso de IA para prever emissões de carbono, a eficácia dessas soluções em cenários do mundo real continua insuficientemente documentada, representando uma lacuna crítica na literatura atual.

2.7.2. Necessidade de Mais Estudos Qualitativos

Embora os estudos quantitativos sejam fundamentais para medir os impactos da IA, há uma carência significativa de investigações qualitativas que analisem a experiência prática das empresas ao adotar essas tecnologias. Estudos qualitativos poderiam oferecer insights

profundos sobre os desafios culturais, organizacionais e éticos que as empresas enfrentam na implementação de IA sustentável (Wang et al., 2021).

O estudo de Liu et al. (2023) enfatiza que a adoção bem-sucedida de IA está intrinsecamente ligada à aceitação organizacional e à adaptação cultural. Essas dinâmicas internas são frequentemente negligenciadas na literatura. Além disso, existe uma necessidade de pesquisas que examinem como pequenas e médias empresas estão a abordar a implementação de IA para sustentabilidade, já que a maioria das investigações se concentram em grandes companhias.

Finalmente, considerando a relevância do tema para políticas públicas e estratégias empresariais, investigações qualitativas poderiam também abordar as percepções de diferentes consumidores sobre o uso de IA na promoção da sustentabilidade. Isso não apenas enriqueceria a literatura existente, mas também justificaria a importância de abordar o tema sob múltiplas perspectivas.

2.8. Conclusão

A revisão de literatura apresentada integra os conceitos fundamentais de sustentabilidade empresarial e inteligência artificial, destacando as interações entre esses domínios no contexto atual das práticas organizacionais. A evolução do conceito de sustentabilidade, desde o tripé proposto por Elkington até as abordagens contemporâneas que enfatizam indicadores específicos, fornece uma base teórica sólida para entender as necessidades ambientais, sociais e económicas das empresas na atualidade. Paralelamente, a compreensão da inteligência artificial como uma tecnologia disruptiva, com capacidades que abrangem desde o Machine Learning até ao Deep Learning, estabelece o potencial da ferramenta para transformar as práticas empresariais em modelos mais sustentáveis.

Os tópicos abordados, desde a gestão de recursos até a conformidade regulatória e a inovação sustentável, evidenciam que a IA já demonstra impactos significativos na promoção de práticas que alinham eficiência operacional com responsabilidade ambiental. Alguns exemplos como a redução de emissões de carbono, otimização de cadeias de suprimentos e desenvolvimento de produtos verdes mostram como a IA contribui para atingir metas empresariais e globais; como os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU. Contudo, desafios como barreiras culturais, tecnológicas e éticas ainda dificultam a implementação eficaz e requerem maior atenção por parte das empresas.

Esta revisão também expõe lacunas na literatura que justificam a relevância teórica e prática desta pesquisa. A literatura carece de análises qualitativas que capturem as experiências práticas das empresas na adoção de IA para sustentabilidade, fornecendo insights valiosos sobre como superar barreiras organizacionais e culturais. Além disso, obter diferentes percepções de consumidores sobre o uso de IA na promoção da sustentabilidade seria de extrema relevância para o tema em si. É através das opiniões dos consumidores que conseguimos entendê-los e como consequente sensibilizá-los para perceberem mais acerca de um assunto que é extremamente importante para a nossa sociedade e mundo.

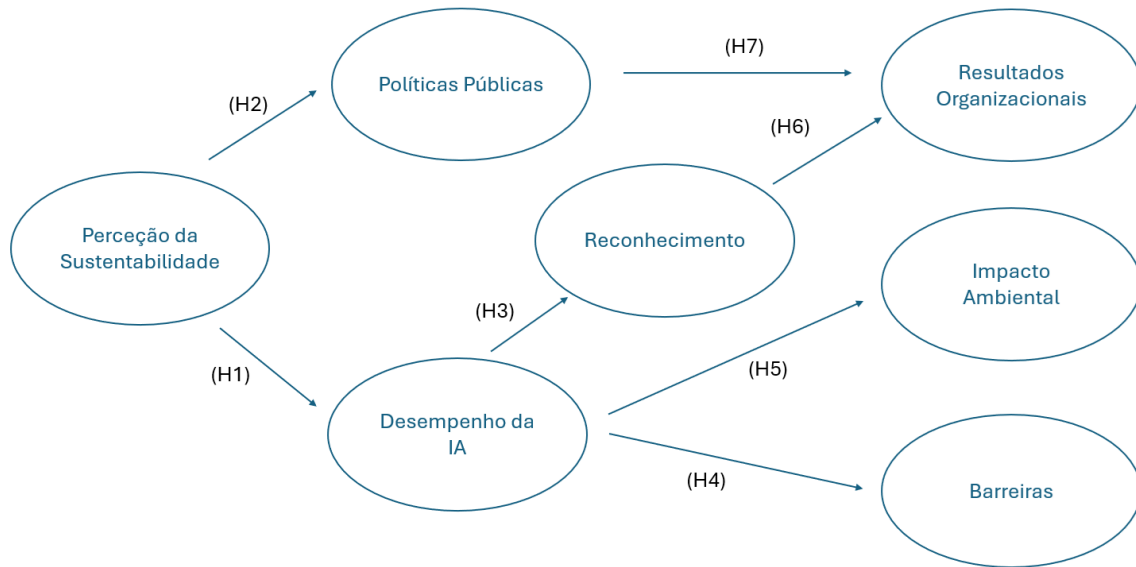
Posto isto, a pesquisa proposta tem como objetivo preencher as lacunas ao investigar a eficácia das tecnologias de IA na promoção de práticas empresariais sustentáveis. Ao avançar na análise dos desafios e oportunidades apresentados, espera-se oferecer contribuições tanto teóricas quanto práticas. Do ponto de vista teórico, esta pesquisa amplia o entendimento das interações entre IA e sustentabilidade, fornecendo uma base mais robusta para estudos futuros. Em termos práticos, os resultados podem guiar empresas na implementação de soluções de IA de forma mais eficiente, sustentável e alinhada às demandas regulatórias e do mercado.

2.9. Justificação de Hipóteses

2.9.1. Modelo Conceptual

Figura 1

Modelo Conceptual



Fonte: José Mateus (2025)

2.9.2. H1: A Perceção da Sustentabilidade influencia positivamente o Desempenho da IA

A pressão social em torno da sustentabilidade, evidenciada pelos consumidores e stakeholders às práticas ambientais das empresas, contribui para que as organizações adotem a IA como ferramenta estratégica (Dias et al., 2022). Quando as empresas percebem que ações sustentáveis aumentam a sua reputação, estas investem mais em tecnologias de IA para melhorar seu desempenho ambiental, criando assim um ciclo virtuoso entre percepção social e ação empresarial (Kulkov et al., 2024). Este fenómeno é particularmente evidente em setores onde a percepção de sustentabilidade impulsiona inovações tecnológicas, como é o caso da otimização de cadeias de suprimentos. A crescente procura pela transparência ambiental reforça a adoção da IA, para monitorizar e reportar métricas de sustentabilidade, com vista a maximizar a eficiência operacional e a confiança dos stakeholders (Kunkel & Matthes, 2020). De acordo com Humble e Mozellius (2024), esta dinâmica é amplificada pela capacidade da IA de otimizar redes energéticas e desenvolver métodos inovadores. A ferramenta surge como um aliado crítico na redução de desperdícios industriais, com algoritmos generativos que permitem simulações. A integração de métricas de carbono em

decisões de investimento, já adotada por mais de metade das empresas, reflete a maturidade desta relação (Lakshmanan, 2025). Plataformas baseadas em IA permitem rastrear e reportar dados ambientais com precisão, facilitando o cumprimento de regulamentações e a obtenção de certificações. Esta precisão é crucial para empresas que pretendem alinhar operações com metas de neutralidade ambiental, especialmente em setores como o energético, nos quais a IA analisa padrões de consumo para reduzir desperdícios (Kulkov et al., 2024). De salientar que estudos empíricos reforçam esta correlação, desde uma análise abrangente em 67 países revela que o desenvolvimento de IA acelera a redução de pegadas ecológicas (Wang et al., 2024). Além disso, a percepção de sustentabilidade estimula a inovação em algoritmos de IA que priorizam a eficiência energética, como os usados em redes elétricas inteligentes, que ajustam o consumo em tempo real com base em dados climáticos (Sovacool et al., 2020). Segundo Russo (2020), a IA possibilita planeamento estratégico para uso eficiente de recursos, aumentando rentabilidade enquanto minimiza impactos ambientais. A mesma pesquisa identificou que a IA contribui para a sustentabilidade agrícola a três níveis: ambiental (gestão eficiente de recursos), económico (aumento de produtividade) e de dados (transformação de dados brutos em informação acionável). Contudo, desafios persistem, como a capacidade financeira limitada de pequenos produtores e a complexidade na gestão de grandes volumes de dados. Complementarmente, a percepção de sustentabilidade também estimula o desenvolvimento de IA ética, com algoritmos projetados para priorizar impactos sociais e ambientais (Ali et al., 2025). Esta tendência é reforçada por estudos que apontam para o papel da IA na criação de modelos preditivos que antecipam impactos ambientais, permitindo decisões mais informadas e alinhadas com valores sustentáveis (Vinuesa et al., 2020). No âmbito organizacional, Kulkov et al. (2024) identificaram que a internalização de padrões ESG acelera a adoção de sistemas de IA para uma gestão sustentável. Esta sinergia é particularmente visível em tecnologias onde algoritmos otimizam processos industriais, e na manutenção preditiva, que prolonga a vida útil de equipamentos. Apesar das críticas de Humble & Mozellius (2024), quanto ao consumo energético de supercomputadores, o potencial da IA para promover eficiência operacional mantém-se inquestionável, como comprovam casos práticos em empresas na China, onde o uso de IA correlaciona-se positivamente com indicadores de desenvolvimento sustentável (Xiao, Y. & Xiao, L., 2025). Adicionalmente, a percepção de sustentabilidade fomenta a colaboração entre setores público e privado, com iniciativas globais incentivando o uso de IA para atingir metas de descarbonização, o que reforça o desempenho tecnológico (Bocken & Geradts, 2020). Tal é

ainda mais evidente em setores intensivos em dados, onde a IA processa grandes dados e utiliza IA para identificar oportunidades de redução de emissões, como na logística e transporte, onde algoritmos otimizam rotas e diminuem o consumo de combustível (Tsolakis et al., 2023). A percepção da sustentabilidade também impulsiona o desempenho da IA, ao fomentar a confiança dos consumidores em tecnologias verdes. Estudos recentes mostram que empresas que comunicam eficazmente os seus esforços sustentáveis, apoiados por IA, conseguem maior fidelização de clientes, o que incentiva novos investimentos em soluções tecnológicas (Nishant et al., 2020). Este ciclo de reforço positivo é sustentado por avanços em machine learning, que permitem personalizar estratégias de sustentabilidade com base em dados demográficos e preferências dos consumidores, ampliando o impacto da IA no desempenho organizacional (Dwivedi et al., 2021). Como tal, entende-se que a percepção de sustentabilidade não só acelera a adoção de IA, mas também eleva a sua eficácia como ferramenta de transformação ambiental e económica.

2.9.3. H2: A Percepção da Sustentabilidade influencia positivamente a implementação de Políticas Públicas

A procura por práticas sustentáveis não afeta apenas empresas, mas também governos. Quando a sociedade valoriza cada vez mais práticas responsáveis, os decisores políticos respondem através da criação de mecanismos de apoio como subsídios e programas de capacitação (Johnson & Wang, 2023). A percepção pública de sustentabilidade também impulsiona a criação de regulamentações que promovem tecnologias verdes, como incentivos para veículos elétricos e sistemas de energia renovável, alinhando políticas com as expectativas sociais (Sovacool et al., 2020). Esta dinâmica reflete a crescente influência da sociedade civil na formulação de políticas públicas, com a população a exigir ações concretas para enfrentar desafios ambientais, como as alterações climáticas, o que leva governos a priorizarem legislações que promovam a sustentabilidade (Cheng & Wang, 2021). A pressão social por sustentabilidade traduz-se em políticas públicas mais robustas. A avaliação de Medeiros (2020), sobre Portugal, demonstra a importância de políticas de desenvolvimento territorial sustentável. A análise destaca que iniciativas como programas de gestão de resíduos ou incentivos fiscais para energias renováveis surgem como resposta direta à procura por práticas sustentáveis, embora persistam desafios na operacionalização devido à descoordenação institucional (Medeiros, 2020). Este cenário demonstra também como a percepção social influencia a adoção de políticas de economia circular, com governos

implementando regulamentações para reduzir resíduos plásticos em resposta à pressão pública (Jaeger & Upadhyay, 2020). A influência da percepção social é particularmente visível em políticas de governança participativa. Henrik Saetra (2021) defende que a sustentabilidade deve ser um "eixo central" nas políticas públicas, com ênfase na transversalidade entre setores e na justiça intergeracional. Esta visão é alinhada com iniciativas globais que condicionam financiamentos a desempenho ambiental e apoiam tecnologias sustentáveis, respondendo a demandas sociais por transições justas (Bumpus & Comello, 2024). Além disso, a percepção de sustentabilidade estimula políticas de educação ambiental, promovendo a capacitação da sociedade para práticas sustentáveis (Reid & Ardoin, 2024). Estas iniciativas são reforçadas por programas que integram a sociedade civil na cocriação de políticas, como consultas públicas e plataformas de participação digital, que amplificam a influência da percepção pública na formulação de regulamentações ambientais (Bibri et al., 2023). A relação entre percepção e ação política é ainda fortalecida por mecanismos de transparência e inovação. Estudos destacam que políticas públicas eficazes requerem combinações de instrumentos: incentivos fiscais para energias renováveis, programas de educação ambiental e contratualização de metas de reciclagem (Bumpus & Comello, 2024). Adicionalmente, a pressão social por transparência levou à criação de plataformas digitais baseadas em IA para monitorização de metas ambientais, permitindo que governos reportem progressos de forma acessível, o que reforça a confiança pública nas políticas implementadas (Chen et al., 2023). Este avanço é particularmente evidente em políticas que promovem a descarbonização, onde a percepção pública impulsiona a adoção de regulamentações que obrigam empresas a reportar emissões de carbono, alinhando-se com metas globais de neutralidade climática (Sarker, 2021). Além disso, a percepção de sustentabilidade incentiva a colaboração intergovernamental, com acordos internacionais que respondem às expectativas sociais por ações coordenadas, como o financiamento de projetos de adaptação climática (Bibri et al., 2023). A percepção da sustentabilidade também fortalece a implementação de políticas públicas, ao estimular a criação de incentivos económicos que alinhem interesses públicos e privados (Nishant et al., 2020). Estas políticas são frequentemente acompanhadas por campanhas de conscientização que amplificam a percepção pública de sustentabilidade, criando um ciclo de reforço onde a demanda social impulsiona a ação política, e as políticas bem-sucedidas elevam ainda mais a conscientização cidadã (Al-Smadi & Qawasmeh, 2023). Assim, conclui-se que a percepção da sustentabilidade atua como um catalisador para políticas públicas mais ambiciosas e

eficazes, alinhadas com as expectativas de uma sociedade cada vez mais envolvida e comprometida.

2.9.4. H3: O Desempenho da IA influencia positivamente o Reconhecimento

Quando as empresas implementam soluções de IA que geram resultados tangíveis em sustentabilidade, como redução de desperdícios ou eficiência energética, aumentam os níveis de visibilidade e credibilidade (Goralski & Tan, 2020). Este desempenho concreto contribui para um maior reconhecimento por parte de stakeholders, criando uma reputação positiva que se retroalimenta, isto é, quanto melhor o desempenho em IA sustentável, maior o reconhecimento obtido (Goralski & Tan, 2020). Este ciclo é amplificado por rankings globais que destacam empresas que utilizam IA para práticas sustentáveis, aumentando a sua visibilidade, notoriedade e posicionamento no mercado (Nishant et al., 2020). A capacidade da IA de entregar resultados mensuráveis fortalece a percepção da liderança em sustentabilidade, incentivando empresas a investir ainda mais em tecnologias inovadoras que reforçam a sua imagem pública (Kunkel & Matthess, 2020). A redução de emissões através de IA, como anteriormente demonstrado no estudo global de 67 países, mostra que empresas que aplicam algoritmos para otimizar energia renovável ou prever padrões climáticos são percebidas como líderes em inovação verde. Este impacto é amplificado quando os resultados são quantificáveis, o que atrai investidores e melhora a reputação corporativa (Wang et al., 2024). Por exemplo, empresas que utilizam IA para otimizar cadeias de suprimentos recebem reconhecimento por reduzir emissões logísticas, fortalecendo a sua posição em índices de sustentabilidade (Tsolakis et al., 2023). Além disso, o uso de IA em modelagem preditiva para antecipar riscos ambientais, como desastres climáticos, posiciona empresas como referências em responsabilidade ambiental, atraindo parcerias estratégicas e maior confiança dos consumidores (Ahmad et al., 2021). O reconhecimento institucional também é impulsionado por práticas transparentes. De acordo com Yupin Xiao & Li Xiao (2025), empresas que usam IA para reportar métricas ambientais com precisão (como a pegada de carbono ou o consumo hídrico) têm maior probabilidade de obter certificações e parcerias estratégicas. Por exemplo, o uso de IA para prever o ciclo de vida de produtos e orientar clientes para escolhas sustentáveis reforça a imagem de marcas responsáveis (Goralski & Tan, 2020). O desempenho da IA em relatórios ESG detalhados permite que empresas obtenham certificações, aumentando seu reconhecimento em mercados internacionais (Diaz-Moriana et al., 2022). Esta transparência é ainda mais valorizada em

setores regulados, onde a IA facilita o cumprimento de normas ambientais rigorosas, elevando a credibilidade junto a autoridades e investidores (Chen et al., 2023). A gestão de reputação digital é outro fator crítico. Segundo Aleryani (2024), ferramentas de IA que monitorizam a presença online de empresas, criando análises desde críticas em redes sociais a relatórios de sustentabilidade, permitem respostas rápidas a preocupações ambientais, consolidando uma reputação de transparência. Plataformas de logística não só reduzem desperdícios, mas também geram narrativas positivas que atraem consumidores conscientes (Goralski & Tan, 2020). Este reconhecimento é ainda reforçado por prêmios que destacam o desempenho de IA em projetos sustentáveis, elevando a credibilidade global das organizações (Bansal, 2024). Adicionalmente, o uso de IA para personalizar campanhas de comunicação sobre sustentabilidade, com base em dados demográficos e preferências do público, amplifica o impacto das iniciativas das empresas, criando mais interações e reconhecimento nas redes sociais (Nishant et al., 2020). O desempenho da IA também contribui para o reconhecimento ao permitir que empresas se destaquem em ecossistemas de inovação. Deste modo, organizações que utilizam algoritmos para desenvolver novos materiais sustentáveis ou otimizar processos industriais são frequentemente convidadas para colaborações em projetos de pesquisa globais, aumentando a sua visibilidade e reputação (Vinuesa et al., 2020). Este reconhecimento é ainda mais significativo em setores competitivos, onde a capacidade de demonstrar resultados concretos através da IA diferencia empresas no mercado, atraindo talentos e investimentos (Tsoulakis et al., 2023). Portanto, o desempenho da IA não apenas consolida a reputação sustentável das empresas, como também as posiciona como líderes num cenário global cada vez mais orientado para a sustentabilidade.

2.9.5. H4: O Desempenho da IA é negativamente impactado pelas Barreiras

Apesar do potencial transformador da inteligência artificial para a sustentabilidade, a sua adoção enfrenta barreiras complexas, que afetam diretamente o desempenho das soluções implementadas. Entre os principais obstáculos destacam-se os custos elevados de implementação, a escassez de profissionais qualificados e a resistência cultural à mudança, frequentemente motivada por desconhecimento ou receio de perda de postos de trabalho (Kookutla et al., 2024). Além disso, a integração de IA em operações empresariais esbarra em desafios como a baixa qualidade e disponibilidade de dados; e a falta de literacia digital nas organizações e preocupações éticas relacionadas com privacidade e equidade (Dwivedi

et al., 2021). Estes fatores limitam a capacidade das empresas de maximizar o desempenho da IA, especialmente em projetos voltados para a sustentabilidade, onde a precisão e a confiabilidade dos dados são cruciais (Kunkel & Matthess, 2020). Em mercados emergentes, fatores como o déficit de infraestrutura digital, limitações financeiras e quadros regulatórios insuficientes agravam ainda mais estas barreiras, tornando a adoção de IA para sustentabilidade um processo desigual e, muitas vezes, restrito a grandes corporações (Dwivedi et al., 2021). A relutância organizacional em alterar processos estabelecidos e a dificuldade de integração em sistemas continuam a limitar a velocidade e amplitude da adoção de IA, mesmo quando os benefícios ambientais e económicos estão comprovados (Dwivedi et al., 2021). Por fim, barreiras regulatórias, como a ausência de padrões globais para IA sustentável, criam incertezas que dificultam investimentos em larga escala (Hengst et al., 2020). A complexidade de gerenciar diversos dados também compromete o desempenho da IA, especialmente em regiões com baixa digitalização (Ali et al., 2025). Estas barreiras exigem soluções coordenadas, como políticas públicas que promovam capacitação e incentivos financeiros para democratizar o acesso à IA (Chen et al., 2023). A necessidade de integrar sistemas de IA com tecnologias ultrapassadas também representa um desafio técnico significativo, muitas vezes resultando em atrasos e custos adicionais que reduzem a eficiência das soluções implementadas (Dwivedi et al., 2021). Outro fator crítico é o consumo energético elevado de sistemas de IA, especialmente em aplicações que requerem supercomputadores ou grandes modelos de ML, o que pode contradizer os objetivos de sustentabilidade e limitar o desempenho (Vinuesa et al., 2020). Este problema é agravado pela falta de diretrizes claras para otimizar a eficiência energética da IA, o que dificulta a sua adoção em setores com metas rigorosas de redução de emissões (Tsolakis et al., 2023). Para superar essas barreiras, é essencial investir em programas de capacitação que abordem a literacia digital e promovam a confiança na IA, além de desenvolver frameworks regulatórios que harmonizem padrões éticos e técnicos em escala global (Bibri et al., 2023). Com base no exposto, as barreiras identificadas não apenas restringem o desempenho atual da IA, mas também sinalizam a necessidade de esforços conjuntos para desbloquear seu pleno potencial em prol da sustentabilidade.

2.9.6. H5: O Desempenho da IA impacta positivamente o Impacto Ambiental

A relação entre desempenho da IA e impacto ambiental é multifacetada. Estudos recentes demonstram que a IA, quando bem aplicada, contribui de forma significativa para a redução

da pegada ecológica, otimização do consumo energético e transição para fontes renováveis (Wang et al., 2024). Modelos avançados de IA permitem prever padrões de consumo, ajustar operações em tempo real e identificar oportunidades de eficiência, promovendo reduções mensuráveis nas emissões de carbono e no desperdício de recursos (Goralski & Tan, 2020). No entanto, o funcionamento da própria IA, especialmente em modelos de grande escala e centros de dados, implica um consumo energético elevado, que pode neutralizar parte dos ganhos ambientais se não for gerido de forma sustentável (Strubell et al., 2020). Para maximizar o impacto positivo, organizações líderes têm investido em data centers eficientes, hardware otimizado e uso de energias renováveis, demonstrando que é possível alinhar inovação tecnológica com responsabilidade ambiental (Zhang et al., 2022). Por exemplo, a utilização de IA para otimizar o consumo energético de data centers reduz significativamente a pegada de carbono (Patterson et al., 2021). Avanços recentes em algoritmos de baixo consumo energético, como modelos de ML mais simples, também contribuem para mitigar o impacto ambiental da IA, permitindo que o desempenho seja mantido sem comprometer a sustentabilidade (Al-Smadi & Qawasmeh, 2023). O equilíbrio entre benefício e custo ambiental depende, assim, de uma gestão criteriosa e de políticas públicas que incentivem práticas de IA sustentável, em que as iniciativas promovem o desenvolvimento de IA com menor impacto ambiental, incentivando algoritmos energeticamente eficientes (Dhar, 2020). Além disso, a aplicação de IA em vários setores, onde otimiza o uso de recursos hídricos e reduz emissões logísticas, demonstra o seu potencial para impactos ambientais positivos em escala global (Ali et al., 2025). A capacidade da IA de processar grandes volumes de dados ambientais também amplifica o seu impacto positivo, pois soluções baseadas em IA que controlam a qualidade do ar, preveem desastres climáticos ou controlam resíduos urbanos têm se mostrado eficazes na redução de danos ambientais (Chen et al., 2023). Essas aplicações não apenas melhoram a gestão ambiental, mas também promovem a conscientização pública sobre questões de sustentabilidade, criando um ciclo de reforço positivo (Bibri et al., 2023). Contudo, para que o desempenho da IA maximize os seus benefícios ambientais, é crucial superar barreiras como a falta de padronização em métricas de impacto ambiental e a necessidade de maior colaboração entre setores público e privado para financiar inovações verdes (Al-Smadi & Qawasmeh, 2023). Assim, pode assumir-se que o desempenho da IA, quando orientado por práticas sustentáveis, posiciona-se como um catalisador essencial para a mitigação de impactos ambientais em escala global.

2.9.7. H6: O Reconhecimento impacta positivamente os Resultados Organizacionais

O reconhecimento público e institucional dos esforços em IA sustentável tem um efeito catalisador sobre os resultados organizacionais, dado que as empresas que recebem prêmios, certificações ou menções em rankings de sustentabilidade veem a sua reputação reforçada, atraem mais investimento e estabelecem parcerias estratégicas de maior valor (Bansal, 2024). Este reconhecimento não só valida as práticas implementadas, mas também motiva a melhoria contínua e inspira outras organizações a adotar abordagens semelhantes, criando um ciclo de inovação e responsabilidade (Lee & Jeong, 2022). Além disso, a visibilidade formada pelo reconhecimento fortalece a confiança dos consumidores, aumentando a fidelização e a preferência por marcas líderes em sustentabilidade (Kunkel & Matthess, 2020). Estudos muito recentes destacam que o reconhecimento externo, seja por via de prêmios, incentivos fiscais ou visibilidade mediática, está associado a melhores resultados financeiros, maior retenção de talento e impacto positivo em escala setorial e nacional (Yupin Xiao & Li Xiao 2025). Assim, empresas reconhecidas pelas suas práticas de IA sustentável atraem investidores institucionais, o que amplia os seus recursos para projetos ambientais (Diaz-Moriana et al., 2022). Este influxo de capital permite a expansão de iniciativas de IA, como o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono ou a otimização de processos industriais, que criam benefícios ambientais e económicos mensuráveis (Ahmad et al., 2021). Adicionalmente, o reconhecimento contribui para a atração de talentos altamente qualificados, que procuram trabalhar em organizações alinhadas com valores de sustentabilidade, melhorando assim a capacidade inovadora das empresas (Tsolakis et al., 2023). Além disso, o reconhecimento fortalece a capacidade das organizações de influenciar políticas públicas e padrões setoriais, pois as empresas que são premiadas frequentemente participam de fóruns globais, onde compartilham boas práticas, modificam regulamentações e inspiram inovações em larga escala (Gupta et al., 2025). Como tal, o reconhecimento funciona como um multiplicador dos efeitos positivos da IA sustentável, promovendo a disseminação de boas práticas e o alinhamento entre objetivos empresariais e sociais. As organizações reconhecidas pelas suas soluções de IA em logística sustentável, lideram frequentemente iniciativas setoriais para padronizar métricas de emissões, influenciando concorrentes e reguladores a adotarem práticas mais verdes (Chen et al., 2023). Este impacto é amplificado em mercados competitivos, onde o reconhecimento diferencia empresas, oferecendo-lhes uma vantagem estratégica (Nishant et al., 2020). O reconhecimento também desempenha um papel crucial na amplificação dos resultados por meio da comunicação

eficaz, pelo facto de que as empresas que capitalizam prémios e certificações nas suas estratégias de marketing fortalecem a perceção pública da sua responsabilidade ambiental, o que se traduz numa maior comunicação com stakeholders e melhores resultados comerciais (Vinuesa et al., 2020). Este efeito é particularmente evidente em campanhas digitais, onde a narrativa de sustentabilidade apoiada por IA é compartilhada em redes sociais, obtendo maior alcance e impacto (Al-Smadi & Qawasmeh, 2023). Assim, pode inferir-se que o reconhecimento não apenas eleva os resultados organizacionais, mas também atua como um catalisador para transformações sistémicas em prol da sustentabilidade.

2.9.8. H7: As Políticas Públicas impactam positivamente os Resultados Organizacionais

Segundo Bakhsh et al. (2024), as políticas públicas que fortalecem a digitalização e a inclusão financeira geram impactos ambientais positivos, especialmente quando implementadas de forma coordenada. Omonijo e Zhang (2025) referem que as inovações tecnológicas associadas a práticas ESG, nos casos em que são combinadas com uma inovação operacional, resultam em ganhos significativos de desempenho sustentável. Qing e Jin (2023) comprovaram que as empresas que adotam transformações digitais baseadas em IA e alinhadas com políticas ESG apresentam desempenhos superiores em termos de sustentabilidade corporativa. As políticas públicas são evidentes nas PME, na medida em que promovem a inclusão financeira digital facilitam a adoção de tecnologias limpas e sustentáveis nas PME, aumentando a sua competitividade, produtividade e lucratividade (Yao & Ma, 2025). Quando aplicadas de forma adequada, as políticas públicas contribuem positivamente a visibilidade das empresas comprometidas com práticas sustentáveis, quer seja na fidelização de clientes quer seja ainda na melhoria da reputação institucional por parte de investidores e consumidores (Bakhsh et al., 2024). O impacto das políticas públicas vai além do plano económico promove práticas empresariais relacionados com a retenção de talentos, atração de investimentos éticos e mitigação de riscos operacionais (Omonijo & Zhang, 2025). Por outro lado, Soomro et al. (2025) atestam que as políticas públicas de IA nas PME contribuem diretamente para o seu desempenho sustentável das organizações.

METODOLOGIA

Este estudo de natureza exploratória, adota uma abordagem quantitativa e transversal, o qual visa compreender a percepção dos profissionais sobre a utilização da IA na promoção da sustentabilidade empresarial. A pesquisa quantitativa permite a mensuração de variáveis e a análise estatística dos dados, possibilitando a identificação de padrões e relações entre os fatores investigados (Saunders et al., 2020). O caráter exploratório é adequado quando o tema apresenta lacunas na literatura e procura-se gerar novos insights sobre um fenómeno ainda em desenvolvimento (Bell et al., 2022).

3.1. Variáveis do Estudo

A construção deste estudo baseia-se em variáveis que permitem analisar a percepção e impacto da IA na sustentabilidade empresarial. A seguir, apresentam-se as variáveis do estudo, definidas e suportadas por autores.

3.1.1. Variáveis Sociodemográficas

- Idade: refere-se ao intervalo de tempo, em anos, desde o nascimento do participante até a data da pesquisa. A categorização por faixas etárias permite identificar padrões de adoção e percepção de IA e sustentabilidade conforme diferentes grupos etários (Sousa, 2022). Estudos indicam que indivíduos mais jovens tendem a ter uma maior predisposição para aceitar novas tecnologias, enquanto os mais velhos podem demonstrar maior resistência à mudança (Neves, 2023).
- Género: considera a identificação do participante como masculino, feminino, outro ou prefere não declarar. A diversidade de género influencia percepções sobre sustentabilidade e adoção de novas tecnologias, visto que algumas pesquisas indicam que mulheres podem demonstrar maior preocupação ambiental em relação aos homens (Neves, 2023).
- Nível de Escolaridade: diz respeito ao grau máximo de educação formal alcançado pelo participante, variando do ensino primário ao ensino superior. Um nível educacional mais alto está associado a uma maior compreensão e aceitação da sustentabilidade e das tecnologias emergentes (Soares, 2024).

- **Profissão:** refere-se ao setor de atuação do participante, como comércio, saúde, educação, economia, agricultura ou outros. O setor de atuação pode influenciar a percepção e a familiaridade com a aplicação da IA na sustentabilidade, uma vez que algumas áreas, como a indústria e a tecnologia, já adotam IA para eficiência ambiental (Sousa, 2022).
- **Dimensão da Empresa:** classifica as empresas conforme seu porte, podendo ser micro, pequena, média ou grande. Estudos mostram que empresas de maior porte tendem a adotar IA com mais frequência, enquanto as pequenas empresas enfrentam barreiras financeiras e técnicas para sua implementação (Neves, 2023).

3.1.2. Conhecimento sobre Sustentabilidade e Inteligência Artificial

- **Conhecimento Prévio:** avalia se o participante já possui conhecimento em sustentabilidade e/ou IA. A literatura sugere que o nível de conhecimento prévio pode influenciar as respostas e a aceitação de novas práticas empresariais sustentáveis suportadas por IA (Soares, 2024).

3.1.3. Percepção sobre Sustentabilidade Empresarial

- **Importância da Sustentabilidade:** mede o grau de relevância atribuído à adoção de práticas sustentáveis pelas empresas. Pesquisas indicam que consumidores e funcionários que consideram a sustentabilidade um fator essencial tendem a apoiar mais organizações que adotam práticas ecológicas (Sousa, 2022).
- **Papel da IA na Sustentabilidade:** avalia o nível de concordância do participante sobre a importância da IA na promoção de sustentabilidade. A IA tem sido amplamente reconhecida pela sua capacidade de otimizar recursos e reduzir impactos ambientais (Soares, 2024).

3.1.4. Aplicação da Inteligência Artificial na Sustentabilidade

- **Setores de Aplicação:** refere-se às áreas em que os participantes acreditam que a IA pode contribuir para a sustentabilidade, como a redução de desperdício, otimização de processos industriais, promoção de energias renováveis e redução de emissões de carbono. A revisão de literatura confirma que a IA tem potencial para transformar esses setores ao aumentar a eficiência e minimizar impactos ambientais.

3.1.5. Barreiras à adoção da IA para Sustentabilidade

- Principais Desafios: identifica os obstáculos percebidos na adoção da IA para práticas sustentáveis, como o alto custo de implementação, falta de conhecimento, resistência à mudança e possíveis riscos ambientais. A falta de conhecimento técnico e os custos elevados ainda representam desafios significativos para muitas empresas (Thiele, 2024).

3.1.6. Perspetivas futuras sobre IA e Sustentabilidade

- Essencialidade da IA para o Futuro Sustentável: avalia a crença dos participantes sobre o papel futuro da IA na sustentabilidade. A literatura reforça que a IA está cada vez mais integrada em estratégias corporativas para alcançar metas ambientais e otimizar processos produtivos (Neves, 2023).

3.1.7. Impactos positivos e negativos da IA na Sustentabilidade

- Benefícios Sociais da IA: mede a percepção dos participantes sobre o impacto positivo da IA na sociedade, especialmente no contexto sustentável. Através da revisão de literatura concluímos que a IA pode contribuir para a redução do consumo de recursos naturais e melhorar a eficiência energética nas empresas.
- Impactos Ambientais da IA: avalia a preocupação dos participantes com possíveis consequências negativas do uso da IA, como o consumo elevado de energia dos data centers. Algumas pesquisas sugerem que, apesar dos benefícios, é necessário mitigar o impacto ambiental da IA (Wu et al., 2022).

3.1.8. Políticas Públicas e Incentivos Governamentais

- Regulação e Apoio do Governo: mede a percepção sobre a necessidade de políticas públicas para incentivar o uso da IA em práticas empresariais sustentáveis. Regulamentações ambientais e incentivos fiscais podem estimular a adoção da IA para reduzir a pegada de carbono (Wu et al., 2022).

3.2. Instrumento de Recolha de Dados

Os dados foram recolhidos através de um questionário estruturado, composto por 19 perguntas, distribuídas em diferentes seções para abranger os principais temas da investigação. O questionário incluiu perguntas fechadas e itens avaliados numa escala do tipo Likert de cinco pontos, variando de *Discordo totalmente* a *Concordo totalmente*. A

escala de Likert é amplamente utilizada em pesquisas quantitativas para medir atitudes e percepções devido à sua confiabilidade e facilidade de interpretação (Likert, 1932).

A estrutura do questionário foi organizada da seguinte forma: Seção 1: Dados Sociodemográficos (6 perguntas); Seção 2: Percepção Geral sobre a Sustentabilidade (2 perguntas); Seção 3: Inteligência Artificial no Contexto de Sustentabilidade (3 perguntas); Seção 4: Barreiras e Perspetivas sobre a IA e Sustentabilidade (2 perguntas); Seção 5: Percepções sobre IA e Sustentabilidade (6 perguntas).

A pesquisa foi realizada através de um levantamento online, permitindo alcançar profissionais de diferentes setores empresariais. Esta abordagem facilitou a recolha de um número significativo de respostas e garantiu diversidade nas percepções analisadas.

3.3. Amostragem

A amostragem adotada foi não probabilística por conveniência, considerando a acessibilidade e disponibilidade dos participantes (Hair et al., 2021).

A amostra é composta por profissionais de diferentes setores empresariais, abrangendo diversas áreas de atuação e níveis hierárquicos.

Os participantes têm idades compreendidas entre 18 e mais de 50 anos, garantindo uma diversidade etária na percepção sobre a utilização da IA para sustentabilidade empresarial. A pesquisa foi realizada a nível nacional, incluindo respondentes de várias regiões, o que permite uma visão mais abrangente do contexto empresarial do país.

Além disso, a amostra contempla diferentes géneros, assegurando uma representação equitativa na análise dos dados. A diversidade de perfis dos participantes contribui para uma compreensão mais ampla dos benefícios, desafios e oportunidades associados à adoção da IA na promoção da sustentabilidade empresarial.

3.4. Considerações Éticas

A pesquisa seguiu rigorosamente os princípios éticos, garantindo o consentimento informado dos participantes, o anonimato das respostas e a utilização dos dados exclusivamente para fins académicos. Todos os procedimentos foram conduzidos em conformidade com as diretrizes internacionais para pesquisas com seres humanos (European Commission, 2021).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Perfil Sociodemográfico

Tabela 3

Dados Sociodemográficos

1.1 Idade?	N	%
18-25 anos	265	64
26-35 anos	106	25,6
36-50 anos	31	7,5
Mais de 50 anos	11	2,7
Menos de 18 anos	1	0,2
Total	414	100
1.2 Género?	N	%
Feminino	131	31,6
Masculino	283	68,4
Total	414	100
1.3 Nível de escolaridade?	N	%
Ensino Básico	7	1,7
Ensino Primário	2	0,5
Ensino Secundário	116	28
Ensino Superior	289	69,8
Total	414	100
1.4 Área Profissional?	N	%
Artes / Comunicação	42	10.1
Ciências / Biologia	64	15.5
Gestão / Economia	215	51.9
Marketing / Comércio	12	2.9

Setor Público / Educação	11	2.7
Tecnologia / Informática	61	14.7
Outros / Diversos	9	2.2
Total	414	100
1.6 Conhecimento na área de Sustentabilidade ou IA?	N	%
Apenas Inteligência Artificial	56	13,5
Apenas sustentabilidade	66	15,9
Não, nenhum	9	2,2
Sim, ambos (Sustentabilidade e Inteligência Artificial)	283	68,4
Total	414	100

Fonte: José Mateus (2025)

A amostra é composta por 414 participantes, predominantemente jovens, com 64% entre os 18 e 25 anos, seguidos por 25,6% entre os 26 e 35 anos. Este perfil etário revela uma população em início ou desenvolvimento de carreira, o que pode influenciar a percepção sobre inovação e sustentabilidade.

Quanto ao gênero, há uma expressiva maioria de homens (68,4%), em contraste com 31,6% de mulheres, o que pode refletir a predominância masculina em determinadas áreas profissionais.

Relativamente à escolaridade, observa-se um elevado nível de qualificação, com 69,8% dos respondentes a possuírem ensino superior, o que contribui para uma compreensão mais crítica e informada sobre os temas abordados.

No que se refere à área profissional, a maioria dos participantes atua em Gestão/Economia (51,9%), seguida por áreas como Ciências/Biologia (15,5%) e Tecnologia/Informática (14,7%). Estas áreas estão fortemente relacionadas com inovação, análise estratégica e uso de tecnologias emergentes.

No que toca ao conhecimento na área de Sustentabilidade e Inteligência Artificial, destaca-se que 68,4% dos inquiridos afirmam ter conhecimento em ambas as temáticas, reforçando a adequação da amostra ao objeto de estudo.

4.2. Análises Estatísticas Descritivas

Tabela 4

Estatísticas Descritivas

	Média	Desvio padrão	Q1	Q2	Q3
2.1. Indique o grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações?	4,66	,535	4,00	5,00	5,00
2.2. Indique o grau de importância quanto ao desempenho significativo da tecnologia na promoção da sustentabilidade nas organizações?	4,64	,551	4,00	5,00	5,00
3.1. Indique o grau de importância em relação à utilização da Inteligência Artificial na promoção de práticas sustentáveis nas organizações?	4,03	,658	4,00	4,00	4,00
4.1. Indique o grau de importância em relação à forma como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivadas/reconhecimento no ecossistema?	4,63	,535	4,00	5,00	5,00
5.2. Indique o grau de importância em relação ao futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade a nível organizacional?	4,63	,559	4,00	5,00	5,00
6.1. Indique o grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA?	4,64	,539	4,00	5,00	5,00
6.2. Indique o grau de importância quanto à transparência das organizações	4,63	,539	4,00	5,00	5,00

em relação aos impactos ambientais das suas tecnologias/ferramentas de IA?					
7.1. Indique o grau de importância das políticas o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	4,65	,525	4,00	5,00	5,00
7.2. Indique o grau de importância das políticas governamentais na promoção do incentivo do uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	4,62	,594	4,00	5,00	5,00
8.1. Indique o grau de importância das soluções de IA ao nível da sua implementação por parte das organizações em práticas sustentáveis?	4,39	,955	4,00	5,00	5,00
8.2. Indique o grau de importância das soluções de IA em relação à implementação de práticas sustentáveis por parte das organizações?	1,78	1,142	1,00	1,00	3,00

Fonte: José Mateus (2025)

A análise descritiva revela que os participantes atribuíram elevada importância às questões relacionadas com sustentabilidade e a utilização de IA nas organizações. As médias variam, maioritariamente, entre 4,62 e 4,66, num máximo de 5, com baixa dispersão (desvio padrão entre 0,525 e 0,594), evidenciando uma perceção fortemente positiva e homogênea.

Alguns destaques incluem:

- Q2.1 – Práticas sustentáveis: média de 4,66
- Q5.2 – Futuro da IA como ferramenta de sustentabilidade: média de 4,63
- Q6.1 – Iniciativas sustentáveis com IA: média de 4,64

Contudo, a variável Q8.2 (relativa à eficácia da implementação de soluções de IA em práticas sustentáveis) apresenta uma média muito inferior (1,78) e uma alta variabilidade (desvio padrão de 1,142), refletindo perceções mais críticas ou incertas quanto à eficácia destas soluções na prática.

4.3. Análise Alpha Cronbach

Tabela 5

Alpha Cronbach

Estatísticas de confiabilidade	
Alpha de Cronbach	N de itens
0,790	11

Fonte: José Mateus (2025)

A análise da consistência interna das variáveis foi realizada através do Alpha de Cronbach, obtendo-se um valor de 0,790 para um total de 11 itens. Este resultado é considerado bom, indicando que os itens do questionário possuem coerência interna adequada e que os dados recolhidos são fiáveis para efeitos de análise estatística.

4.4. Análise Teste da Normalidade

Tabela 6

Teste da Normalidade

		Estatística	Erro Padrão	Estatística do Teste Kolmogorov-Smirnov	P - Value
2.1. Indique o grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações?	Skewness	-1,779	0,120		
	Kurtosis	5,630	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,421	
	Sig				< 0,001
2.2. Indique o grau de importância quanto ao	Skewness	-1,663	0,120		
	Kurtosis	4,816	0,239		

desempenho significativo da tecnologia na promoção da sustentabilidade nas organizações?	Kolmogorov-Smirnov			0,410	
	Sig				< 0,001
3.1. Indique o grau de importância em relação à utilização da Inteligência Artificial na promoção de práticas sustentáveis nas organizações?	Skewness	-0,854	0,120		
	Kurtosis	2,634	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,343	
	Sig				< 0,001
4.1. Indique o grau de importância em relação à forma como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivadas/reconhecimento no ecossistema?	Skewness	-1,451	0,120		
	Kurtosis	4,08	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,406	
	Sig				< 0,001
5.2. Indique o grau de importância em relação ao futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade a nível organizacional?	Skewness	-1,679	0,12		
	Kurtosis	5,092	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,401	
	Sig				< 0,001
6.1. Indique o grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA?	Skewness	-1,581	0,12		
	Kurtosis	4,891	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,405	
	Sig				< 0,001
6.2. Indique o grau de importância quanto à	Skewness	-1,567	0,12		
	Kurtosis	4,832	0,239		

transparência das organizações em relação aos impactos ambientais das suas tecnologias/ferramentas de IA?	Kolmogorov-Smirnov			0,404	
	Sig				< 0,001
7.1. Indique o grau de importância das políticas o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	Skewness	-1,641	0,12		
	Kurtosis	5,481	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,413	
	Sig				< 0,001
7.2. Indique o grau de importância das políticas governamentais na promoção do incentivo do uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	Skewness	-1,846	0,12		
	Kurtosis	5,32	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,398	
	Sig				< 0,001
8.1. Indique o grau de importância das soluções de IA ao nível da sua implementação por parte das organizações em práticas sustentáveis?	Skewness	-1,606	0,12		
	Kurtosis	1,623	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,361	
	Sig				< 0,001
8.2. Indique o grau de importância das soluções de IA em relação à implementação de práticas sustentáveis por parte das organizações?	Skewness	1,14	0,12		
	Kurtosis	-0,139	0,239		
	Kolmogorov-Smirnov			0,374	
	Sig				< 0,001

Fonte: José Mateus (2025)

A verificação da normalidade foi conduzida utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, tendo todas as variáveis analisadas apresentado valores de significância inferiores a 0,001. Estes resultados indicam que os dados não seguem uma distribuição normal.

Complementarmente, os valores de assimetria (Skewness) revelam na maioria distribuições negativamente assimétricas (valores negativos acentuados), e os valores de curtose (Kurtosis) superiores a 3 em várias variáveis apontam para distribuições leptocúrticas, ou seja, mais concentradas ao redor da média.

Com base nesta evidência, justifica-se a utilização de testes não paramétricos nas análises inferenciais seguintes, como o teste de correlação de Spearman e o teste U de Mann-Whitney.

4.5. Testes de Correlação Rho de Spearman

H1: A Percepção da Sustentabilidade influencia positivamente o Desempenho da IA

Hipótese (H1)

Existe uma correlação positiva entre a percepção da sustentabilidade e o desempenho da IA.

Teste de correlação Rho de Spearman

A análise revelou uma correlação positiva forte e estatisticamente significativa entre a percepção da sustentabilidade (Q2.1 – “grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações”) e o desempenho da IA (Q5.2 – “grau de importância do futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade”), com um coeficiente de Spearman $\rho_s = 0,883$, $p < 0,001$

Este resultado confirma a hipótese de que uma maior valorização da sustentabilidade está associada a uma maior percepção da importância da IA como ferramenta para o desempenho sustentável nas organizações.

Tabela 7*Correlação entre Percepção da Sustentabilidade e Desempenho da IA*

	Desempenho da IA (Q5.2)
Percepção da Sustentabilidade (Q2.1)	$\rho_s = 0,883^{**}$
p-value	$< 0,001$
N	414

Nota: A correlação é significativa ao nível de 0,01

Fonte: José Mateus (2025)

H2: A Percepção da Sustentabilidade influencia positivamente a implementação de Políticas Públicas

Hipótese (H2)

Existe uma correlação positiva entre a percepção da sustentabilidade e a percepção da importância de políticas públicas para a sustentabilidade com IA.

Teste de correlação Rho de Spearman

A análise revelou uma correlação positiva forte e estatisticamente significativa entre a percepção da sustentabilidade (Q2.1 – “grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações”) e a implementação de políticas públicas (Q7.1 – “grau de importância das políticas que o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis”), com um coeficiente de Spearman $\rho_s = 0,897$, $p < 0,001$. Este resultado confirma a hipótese de que uma maior valorização da sustentabilidade está associada a uma maior valorização da implementação de políticas públicas favoráveis à IA sustentável.

Tabela 8*Correlação entre Percepção da Sustentabilidade e Valorização de Políticas Públicas*

	Políticas Públicas (Q7.1)
Percepção da Sustentabilidade (Q2.1)	$\rho_s = 0,897^{**}$
p-value	< 0,001
N	414

Nota: A correlação é significativa ao nível de 0,01

Fonte: José Mateus (2025)

H3: O Desempenho da IA influencia positivamente o Reconhecimento**Hipótese (H3)**

Existe uma correlação positiva entre o desempenho da IA e o reconhecimento organizacional.

Teste de correlação Rho de Spearman

A análise evidenciou uma correlação positiva muito forte e estatisticamente significativa entre o desempenho da IA (Q5.2 – “grau de importância do futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade”) e o reconhecimento organizacional (Q4.1 – “grau de importância em relação à forma como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivo/reconhecimento no ecossistema”), com $\rho_s = 0,946$, $p < 0,001$.

Este resultado valida a hipótese de que melhores desempenhos da IA estão associados a maior reconhecimento por parte do ecossistema organizacional.

Tabela 9*Correlação entre Desempenho da IA e Reconhecimento*

	Reconhecimento (Q4.1)
Desempenho IA (Q5.2)	$\rho_s = 0,946^{**}$
p-value	< 0,001
N	414

Nota: A correlação é significativa ao nível de 0,01

Fonte: José Mateus (2025)

H4: O Desempenho da IA é negativamente impactado pelas Barreiras**Hipótese (H4)**

Existe uma correlação negativa entre o desempenho da IA e as barreiras à sua implementação.

Teste de correlação Rho de Spearman

Foi identificada uma correlação negativa forte e estatisticamente significativa entre o desempenho da IA (Q5.2 – “grau de importância do futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade”) e as barreiras percebidas (Q8.2 – “grau de importância das soluções de IA em relação à implementação de práticas sustentáveis por parte das organizações”), com $\rho_s = -0,867$, $p < 0,001$. Este resultado corrobora a hipótese de que quanto maiores forem as barreiras percebidas, menor será o desempenho da IA em iniciativas sustentáveis.

Tabela 10*Correlação entre Desempenho da IA e Barreiras Percebidas à sua Implementação*

	Barreiras (Q8.2)
Desempenho da IA (Q5.2)	$\rho_s = -0,867^{**}$
p-value	< 0,001
N	414

Nota: A correlação é significativa ao nível de 0,01

Fonte: José Mateus (2025)

H5: O Desempenho da IA impacta positivamente o Impacto Ambiental

Hipótese (H5)

Existe uma correlação positiva entre o desempenho da IA e a transparência sobre os seus impactos ambientais.

Teste de correlação Rho de Spearman

Verificou-se uma correlação positiva forte e significativa entre o desempenho da IA (Q5.2 – “grau de importância do futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade”) e a transparência sobre os impactos ambientais das suas tecnologias (Q6.2 – “grau de importância quanto à transparência das organizações em relação aos impactos ambientais das suas tecnologias/ferramentas de IA”), com $\rho_s = 0,945$, $p < 0,001$. Este achado reforça a hipótese de que um melhor desempenho da IA está associado a uma maior transparência e preocupação com os seus impactos ambientais.

Tabela 11

Correlação entre Desempenho da IA e Transparência sobre Impactos Ambientais

	Impactos Ambientais da IA (Q6.2)
Desempenho da IA (Q5.2)	$\rho_s = 0,945^{**}$
p-value	$< 0,001$
N	414

Nota: A correlação é significativa ao nível de 0,01

Fonte: José Mateus (2025)

H6: O Reconhecimento impacta positivamente os Resultados

Hipótese (H6)

Existe uma correlação positiva entre o reconhecimento organizacional e os resultados obtidos através da IA.

Teste de correlação Rho de Spearman

A análise revelou uma correlação positiva muito forte e estatisticamente significativa entre o reconhecimento organizacional (Q4.1 – “grau de importância em relação à forma

como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivo/reconhecimento no ecossistema”) e os resultados organizacionais (Q6.1 – “grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA”), com $\rho_s = 0,970$, $p < 0,001$.

Estes dados confirmam a hipótese de que o reconhecimento das práticas de IA sustentável influencia positivamente os resultados das organizações.

Tabela 12

Correlação entre Reconhecimento e Resultados com IA Sustentável

	Resultados Organizacionais (Q6.1)
Reconhecimento (Q4.1)	$\rho_s = 0,970^{**}$
p-value	$< 0,001$
N	414

Nota: A correlação é significativa ao nível de 0,01

Fonte: José Mateus (2025)

H7: As Políticas Públicas Impactam Positivamente os Resultados

Hipótese (H7)

Existe uma correlação positiva entre a perceção das políticas públicas e os resultados organizacionais com IA.

Teste de correlação Rho de Spearman

Foi identificada uma correlação positiva forte e estatisticamente significativa entre as políticas públicas (Q7.1 – “grau de importância das políticas que o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis”) e os resultados organizacionais (Q6.1 – “grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA”), com $\rho_s = 0,921$, $p < 0,001$. Este resultado valida a hipótese de que políticas públicas eficazes promovem melhores resultados organizacionais no contexto da sustentabilidade com IA.

Tabela 13*Correlação entre Políticas Públicas e Resultados Organizacionais com IA*

	Resultados Organizacionais (Q6.1)
Políticas Públicas (Q7.1)	$\rho_s = 0,921^{**}$
p-value	< 0,001
N	414

Nota: A correlação é significativa ao nível de 0,01

Fonte: José Mateus (2025)

4.6. Teste Mann-Whitney U**H1: A Perceção da Sustentabilidade influencia positivamente o Desempenho da IA**

O teste de U de Mann-Whitney revelou uma diferença estatisticamente significativa entre o género ($U = 2669,000$; $Z = -17,085$), com o grupo masculino a apresentar um posto médio superior 263,57 em relação ao grupo feminino, que obteve um posto médio de 86,37, na questão sobre a importância da tecnologia na promoção da sustentabilidade. Estes resultados indicam que os indivíduos com perceção mais elevada da sustentabilidade atribuem maior importância ao desempenho da IA, confirmando a relação positiva entre perceção sustentável e valorização tecnológica.

Tabela 14*Resultados do Teste Mann-Whitney U para a Perceção da Sustentabilidade consoante o género*

Género	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value
Feminino	131	86,37	2669,000	-17,085	< 0,001
Masculino	283	263,57			
Total	414				

Fonte: José Mateus (2025)

H2: A Percepção da Sustentabilidade influencia positivamente a implementação de Políticas Públicas

O teste de U de Mann-Whitney evidenciou uma diferença estatisticamente significativa ($U = 3177,000$; $Z = -16,393$), com o grupo masculino a apresentar um posto médio mais elevado 261,77 do que o grupo feminino 90,25 na questão referente ao papel das políticas públicas no incentivo à IA sustentável. Este resultado sugere que quem valoriza mais a sustentabilidade tende a reconhecer maior relevância nas políticas públicas voltadas para a promoção da IA, validando a hipótese.

Tabela 15

Resultados do Teste Mann-Whitney U para a Implementação de Políticas Públicas consoante o género

Género	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value
Feminino	131	90,25	3177,000	-16,393	< 0,001
Masculino	283	261,77			
Total	414				

Fonte: José Mateus (2025)

H3: O Desempenho da IA influencia positivamente o Reconhecimento

O teste de U de Mann-Whitney revelou diferenças significativas ($U = 3070,000$; $Z = -16,497$), com os participantes do grupo masculino a registarem um posto médio de 262,15, superior ao grupo feminino 89,44. Isto demonstra que indivíduos que percecionam um bom desempenho da IA também reconhecem maior visibilidade e reconhecimento das empresas envolvidas, reforçando a hipótese de correlação positiva entre desempenho da IA e reconhecimento.

Tabela 16*Resultados do Teste Mann-Whitney U para o Reconhecimento Organizacional consoante o género*

Género	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value
Feminino	131	89,44	3070,000	-16,497	< 0,001
Masculino	283	262,15			
Total	414				

Fonte: José Mateus (2025)

H4: O Desempenho da IA é negativamente impactado pelas Barreiras

O teste de U de Mann-Whitney demonstrou uma diferença significativa ($U = 14969,000$; $Z = -3,772$), onde o grupo feminino apresentou um posto médio mais elevado 234,73 em comparação ao grupo masculino 194,89, relativamente à importância da IA na promoção da sustentabilidade. Este padrão inverso sugere que aqueles que identificam maiores barreiras têm perceções mais críticas ou reservas quanto ao real desempenho da IA, reforçando a ideia de que obstáculos percecionados comprometem a sua eficácia.

Tabela 17*Resultados do Teste Mann-Whitney U para as Barreiras à IA consoante o género*

Género	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value
Feminino	131	234,73	14969,000	-3,772	< 0,001
Masculino	283	194,89			
Total	414				

Fonte: José Mateus (2025)

H5: O Desempenho da IA impacta positivamente o Impacto Ambiental

Os resultados do teste de U de Mann-Whitney demonstrou resultados estatisticamente significativos ($U = 2813,000$; $Z = -16,809$). O posto médio foi novamente mais alto no grupo masculino 263,06, do que no grupo feminino 87,47. Estes dados indicam que aqueles que percebem melhor desempenho da IA, também reconhecem impactos ambientais mais

positivos, validando a hipótese de contribuição direta da IA para a sustentabilidade ambiental.

Tabela 18

Resultados do Teste Mann-Whitney U para o Impacto Ambiental da IA consoante o género

Género	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value
Feminino	131	87,47	2813,000	-16,809	< 0,001
Masculino	283	263,06			
Total	414				

Fonte: José Mateus (2025)

H6: O Reconhecimento impacta positivamente os Resultados

O teste de U de Mann-Whitney mostrou uma diferença significativa ($U = 2042,000$; $Z = -16,903$). O grupo masculino registou um posto médio de 265,78, claramente superior ao grupo feminino 81,59, refletindo que o reconhecimento das práticas sustentáveis com IA está associado a melhores resultados percebidos. Assim, o reconhecimento institucional fortalece os efeitos positivos da IA ao nível dos resultados organizacionais.

Tabela 19

Resultados do Teste Mann-Whitney U para os Resultados Organizacionais consoante o género

Género	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value
Feminino	131	81,59	2042,000	-16,903	< 0,001
Masculino	283	265,78			
Total	414				

Fonte: José Mateus (2025)

H7: As Políticas Públicas Impactam Positivamente os Resultados

O teste de U de Mann-Whitney mostrou uma diferença significativa ($U = 2642,000$; $Z = -17,162$). Os postos médios do grupo masculino 263,66, foram elevados em contraste com o grupo feminino 86,17, evidenciando que quanto mais valorizadas são as políticas públicas,

maiores são os resultados organizacionais esperados. A relação é clara entre suporte político e impacto nos resultados.

Tabela 20

Resultados do Teste Mann-Whitney U para os Resultados com Políticas Públicas consoante o género

Género	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	Z	p-value
Feminino	131	86,17	2642,000	-17,162	< 0,001
Masculino	283	263,66			
Total	414				

Fonte: José Mateus (2025)

A presente secção visa discutir, de forma crítica e comparativa, os resultados obtidos neste estudo sobre a perceção da IA como ferramenta de promoção da sustentabilidade organizacional. A análise foi orientada pelas hipóteses formuladas com base na literatura mais recente e validada por testes estatísticos robustos.

4.7. Discussão de Resultados

4.7.1. Valorização da Sustentabilidade e da IA

Os resultados revelam uma perceção altamente positiva sobre a relevância da sustentabilidade e da IA na esfera organizacional, com médias superiores a 4,6 em quase todas as questões. Este cenário reflete a crescente integração entre tecnologia e responsabilidade ambiental nas práticas empresariais, tal como defendido por Vinuesa et al. (2020), que demonstram o potencial da IA para acelerar o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Além disso, os dados obtidos confirmam a visão de Sousa (2022), que destaca como a transformação digital, assente na IA, tem vindo a ser reconhecida como uma aliada da eficiência ecológica, especialmente em contextos organizacionais cada vez mais orientados para a sustentabilidade.

4.7.2. Correlações entre Sustentabilidade, Políticas e Desempenho da IA

As correlações identificadas entre a perceção da sustentabilidade, o desempenho da IA e a valorização de políticas públicas (H1 e H2) estão em consonância com os argumentos de

Floridi (2023), que sublinha que a governação da IA deve estar ancorada em estruturas éticas e políticas que incentivem o seu uso responsável. A interdependência entre enquadramento institucional e eficácia tecnológica surge também nas observações de Zhou et al. (2021), que argumentam que o impacto sustentável da IA depende da sua articulação com políticas organizacionais bem definidas.

No mesmo sentido, os resultados relacionados com o reconhecimento organizacional e os impactos obtidos (H6) apoiam as ideias de Dwivedi et al. (2021), que enfatizam que o sucesso na adoção da IA passa por um ecossistema organizacional favorável, no qual os líderes reconheçam o valor estratégico da tecnologia.

4.7.3. Barreiras à Implementação e Desempenho

No que diz respeito à hipótese H4, a correlação negativa entre as barreiras percebidas e o desempenho da IA reforça os alertas de Saetra (2021), que chama a atenção para os riscos sociais e éticos da implementação indiscriminada da tecnologia. A fraca média observada na questão 8.2 demonstra que, embora haja uma perceção geral positiva, subsiste ceticismo quanto à eficácia prática da IA em contextos específicos. Essa tensão entre o potencial teórico e os desafios práticos também é abordada por Sousa (2022), que identifica lacunas de competências, resistência à mudança e falta de planeamento como entraves frequentes à digitalização sustentável.

4.7.4. Diferenciações por Género

Os testes de Mann-Whitney revelaram diferenças significativas por género, com os homens a atribuírem maior importância à IA e à sustentabilidade. Este resultado pode estar relacionado com desigualdades ainda existentes no acesso a competências digitais, conforme analisado por Dwivedi et al. (2021), que destacam a importância de promover inclusão e diversidade nos processos de transformação tecnológica.

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo compreender de que forma a Inteligência Artificial pode contribuir para a promoção de práticas empresariais mais sustentáveis. Através da análise de uma amostra diversificada de profissionais, majoritariamente jovens, qualificados e inseridos em áreas como a gestão, tecnologia e ciências, foi possível observar uma percepção globalmente positiva quanto ao papel da IA na sustentabilidade organizacional.

Verificou-se que os participantes atribuem uma importância muito elevada à adoção de práticas sustentáveis nas organizações e reconhecem a Inteligência Artificial como uma ferramenta estratégica com forte potencial para fomentar essa transição. A sua aplicação é vista como essencial para o futuro das empresas, tanto ao nível do desempenho sustentável como da transparência e reconhecimento no ecossistema empresarial. Igualmente, foi destacada a relevância de políticas públicas que incentivem o uso da IA em práticas empresariais alinhadas com os objetivos ambientais.

No que diz respeito às questões de investigação, os dados recolhidos permitiram concluir que os profissionais inquiridos têm uma percepção majoritariamente favorável do papel da IA na sustentabilidade empresarial, identificando-a como uma vantagem competitiva. Foram também reconhecidas várias barreiras à sua implementação, nomeadamente custos, falta de formação e de infraestruturas adequadas. Além disso, consideram que o apoio de políticas públicas é crucial para facilitar a integração da IA em práticas sustentáveis.

Contudo, os resultados revelaram também uma consideração relevante, isto é, as barreiras à implementação prática da IA nas organizações; tais como os custos, a falta de infraestruturas ou de formação adequada, foram percecionadas de forma crítica. Esta discrepância entre o potencial reconhecido e os desafios concretos na sua aplicação demonstra que, apesar da aceitação conceptual, a realidade da adoção da IA em práticas sustentáveis ainda enfrenta entraves significativos.

Apesar dos resultados relevantes, este estudo apresenta algumas limitações. Por ser baseado num inquérito feito num único momento, não é possível afirmar relações de causa e efeito. Além disso, a maioria dos participantes são jovens com ensino superior, o

que pode influenciar os resultados, tornando-os mais favoráveis à adoção da inteligência artificial e a comportamentos sustentáveis. Também é importante notar que os dados foram recolhidos através de respostas dadas pelas próprias pessoas, o que pode gerar alguns enviesamentos, como o desejo de responder de forma socialmente aceitável.

Entre os aspetos positivos da investigação destaca-se a relevância atual do tema, a clareza dos resultados e a consistência estatística das relações analisadas. Por outro lado, como aspetos menos positivos, salienta-se a limitação de uma abordagem exclusivamente quantitativa, que, apesar de eficaz para captar tendências e padrões, não permite aprofundar as experiências ou motivações subjetivas dos profissionais inquiridos. Além disso, a concentração da amostra em determinados setores poderá limitar a generalização dos resultados a outras realidades empresariais.

Neste sentido, recomenda-se que futuros trabalhos aprofundem esta temática através de estudos longitudinais, que permitam avaliar o impacto real e sustentabilidade da IA nas práticas empresariais ao longo do tempo. Seria também pertinente a realização de estudos qualitativos, como entrevistas e grupos focais, para explorar em profundidade os obstáculos culturais, éticos e operacionais associados à integração da IA. Outra linha de investigação relevante seria a análise da articulação entre a IA e modelos de economia circular, bem como estudos comparativos entre diferentes países ou setores de atividade.

Em suma, esta investigação reforça a ideia de que a Inteligência Artificial tem um papel determinante a desempenhar na construção de um futuro empresarial mais sustentável. No entanto, para que esse potencial se concretize de forma efetiva, será fundamental superar os obstáculos identificados através de um esforço articulado entre as empresas, os decisores políticos e a sociedade em geral. A continuidade deste trabalho poderá assim contribuir para a consolidação de estratégias empresariais que combinem inovação tecnológica com responsabilidade ambiental, promovendo organizações mais resilientes, conscientes e preparadas para os desafios do século XXI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi, H., Zarei, M., & Keshavarz, N. (2022). Artificial intelligence for business innovation and sustainability: Current applications and future directions. *Journal of Business Research*, 143, 68-81.
- Abidi, M. H., Mohammed, M. K., & Alkhalefah, H. (2022). Predictive maintenance planning for Industry 4.0 using machine learning for sustainable manufacturing. *Sustainability*, 14(6), 3387.
- Ahmad, T., Zhang, D., Huang, C., Zhang, H., Dai, N., Song, Y., & Chen, H. (2021). Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status quo, challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125834.
- Ahmed, S., Zhao, Y., & Liu, Q. (2021). AI-driven environmental compliance in industrial sectors: Real-time monitoring and reporting. *Environmental Management and Policy*, 67(4), 1123-1145.
- Aleryani, A.Y. (2024). Leveraging AI for sustainable digital reputation. *International Journal of Research in Engineering and Science*, 11(5).
- Ali, Z., Muhammad, A., Lee, N., Waqar, M., & Lee, S. W. (2025). Artificial Intelligence for sustainable agriculture: a comprehensive review of AI-driven technologies in crop production. *Sustainability*, 17(5), 2281.
- Al-Smadi, M., & Qawasmeh, R. (2023). The role of artificial intelligence in enhancing environmental sustainability: A systematic review. *Sustainability*, 15(4), 3276.
- Bakhsh, Satar & Zhang, Wei & Ali, Kishwar & Anas, Muhammad. (2024). Transition towards environmental sustainability through financial inclusion, and digitalization in China: Evidence from novel quantile-on-quantile regression and wavelet coherence approach, *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, vol. 198(C).
- Bansal, R. (2024). *Harnessing the Power of AI to Achieve Sustainable Development Goals*. Corporate Investment Times.
- Bell, E., Bryman, A., & Harley, B. (2022). *180 Day Rental Business Research Methods*. Oxford university press.

- Bengio, Y., Lecun, Y., & Hinton, G. (2021). Deep learning for AI. *Communications of the ACM*, 64(7), 58-65.
- Bibri, S. E., Krogstie, J., Kaboli, A., & Alahi, A. (2023). Smarter eco-cities and their leading-edge artificial intelligence of things solutions for environmental sustainability: A comprehensive systematic review. *Environmental Science and Ecotechnology*, 19, 100330.
- Bocken, N. M., & Geradts, T. H. (2020). Barriers and drivers to sustainable business model innovation: Organization design and dynamic capabilities. *Long range planning*, 53(4), 101950.
- Bumpus, A., & Comello, S. (2024). Emerging clean energy technology investment trends. *Nature Climate Change*, 7(6), 382-385.
- Chandler, D. (2022). *Strategic corporate social responsibility: Sustainable value creation*. Sage Publications.
- Chen, Y., & Li, W. (2023). Artificial intelligence for carbon footprint reduction in industrial production. *Journal of Environmental Management*, 297, 113486.
- Chen, Y., Zhang, T., & Wang, J. (2021). AI-driven solutions for sustainable energy management. *Journal of Environmental Technology*, 15(3), 45–62.
- Cheng, Y.-T., & Wang, C.-M. (2021). Public perception of artificial intelligence and its connections to the sustainable development goals. *Sustainability*, 13(16), 9165.
- Chenglin Qing & Shanyue Jin, (2023). Does ESG and Digital Transformation affects Corporate Sustainability? *The Moderating role of Green Innovation*.
- Dahan, N. M., Doh, J. P., Oetzel, J., & Yaziji, M. (2020). Corporate-NGO collaboration: Co-creating positive social change. *Journal of Business Ethics*, 160(4), 937-954.
- Daly, H. E. (1994). *For the common good: Redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future* (No. 73). Beacon Press.
- De Luca, F., Cagnetti, P., & Greco, A. (2021). Artificial intelligence and corporate sustainability: a systematic literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(3), 1319-1341.
- Dhar, P. (2020). *The Carbon Impact of Artificial Intelligence*. *Nature Machine Intelligence*, 2, 423-425.

- Dias, R., Costa, M., & Oliveira, P. (2022). *Corporate sustainability practices: Challenges and opportunities in the 21st century*. *Business and Society Review*, 29(2), 123–138.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... & Williams, M. D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 101994.
- Elkington, J., & Rowlands, I. H. (1999). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. *Alternatives Journal*, 25(4), 42.
- European Commission. (2021). *Ethics in Research and Innovation*. Publications Office of the European Union.
- Evans, S., Tomkins, J., & Kelly, J. (2022). Real-time AI applications in energy-efficient data center management. *Energy & AI*, 5, 100141.
- Floridi, L. (2023). AI as agency without intelligence: On ChatGPT, large language models, and other generative models. *Philosophy & technology*, 36(1), 15.
- Fowler, S., & Hope, C. (2021). *Sustainable Product Development and Design*. Routledge.
- Freeman, R. E., Phillips, R., & Sisodia, R. (2021). Tensions in stakeholder theory. *Business & Society*, 60(2), 253-280.
- Garcia, J., Martins, J., & Silva, E. (2020). Big Data Analytics in business and its applications for sustainability. *Journal of Business Research*, 120, 54-65.
- Gibson, B., Ho, C., & To, M. (2021). Artificial Intelligence and Business Decision-Making: Recent Trends and Challenges. *Decision Sciences Journal*, 52(1), 101-119.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2020). *Deep Learning*. MIT Press.
- Goralski, M. A., & Tan, T. K. (2020). Artificial intelligence and sustainable development. *The International Journal of Management Education*, 18(1), 100330.
- Gupta, R., Jain, A., & Singh, K. (2025). *AI-Driven Sustainable Business in CSR Reporting Regime: A Systematic Literature Review*. In E. Shaikh (Ed.), *Corporate Social Responsibility Approaches to Ethical AI in Business* (pp. 277-292). IGI Global.
- Gustavo Thiele (2024). *A IA como Motor da Sustentabilidade e da Responsabilidade Empresarial*.

- Hair, J. F., Page, M., & Brunsveld, N. (2021). *Essentials of Business Research Methods* (5th ed.). Routledge.
- Hansen, M., et al. (2021). "Corporate Sustainability in the Digital Age: The Role of AI." *Journal of Sustainable Business*, 15(3), 45-60.
- Haroon Sheikh, Corien Prins, Erik Schrijvers (2023). *Mission AI: The New System Technology*. (p. 410). Springer Nature.
- Harrison, J. S., & Wicks, A. C. (2021). A stakeholder approach to managing social issues in business. *Journal of Business Ethics*, 174(1), 1-9.
- Hengst, I.-A., et al. (2020). Toward a Process Theory of Making Sustainability Strategies Legitimate in Action. *ResearchGate*
- Huang, Z., et al. (2021). "AI-driven Resource Optimization in Industrial Applications." *Journal of Environmental Management*, 293, 112874.
- Humble, N., & Mozelius, P. (2024). Generative Artificial Intelligence and the Impact on Sustainability. In *Proceedings of the International Conference on AI Research*. Academic Conferences and publishing limited.
- Jaeger, B., & Upadhyay, A. (2020). Understanding barriers to circular economy: cases from the manufacturing industry. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(4), 729-745.
- Jia, M., Chen, S., & Li, Z. (2020). The roles of Artificial Intelligence in Corporate Social Responsibility: Corporate benefits beyond cost reduction. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120802.
- Johnson, E., & Wang, R. (2023). *Artificial intelligence as a driver for sustainable business practices*. *International Journal of Sustainable Development*, 12(1), 89–105.
- Julia Binder & Michael R. Wade (2025). *AI x Sustainability: The New Innovation Engine*.
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2020). Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. *Business Horizons*, 63(1), 37-50.
- Khan, A., Niazi, A., & Ahmed, M. (2023). Smart resource management with AI: Case studies from energy and agriculture sectors. *Sustainable Energy Journal*, 29(2), 267-279.

- Kim, J., & Stepchenkova, S. (2020). The influence of corporate social responsibility and internal marketing on employee satisfaction and turnover intention. *Journal of Business Research*, 120, 260-267.
- Kookutla, A., Kumari, D. Y. S., Parla, S., Naveen, S., Galavilli, S., & Raj, D. A. (2024). The Social Impact of Emerging Technologies: A Comparative Study of AI Adoption Across Cultures. *ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts*, 5(4), 731–745.
- Kulkov, I., Kulkova, J., Rohrbeck, R., Menvielle, L., Kaartemo, V., & Makkonen, H. (2024). Artificial intelligence-driven sustainable development: Examining organizational, technical, and processing approaches to achieving global goals. *Sustainable Development*, 32(3), 2253-2267.
- Kunkel, S., & Matthes, M. (2020). Digital transformation and environmental sustainability in industry: Putting expectations in perspective. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 37, 138-149.
- Lakshmanan, S. (2025). How AI is shaping the future of sustainability. *ESG Dive*
- Lazic, M., Berber, N., & Slavic, A. (2020). Role of the Triple Bottom Line Concept in Sustainable Development of Business Activities. *Sustainability*, 12(13), 5444.
- Lee, S., & Jeong, Y. (2022). The compatibility and authenticity of social responsibility activities affect a firm's brand trust, thereby improving corporate sustainability management. *Frontiers in Psychology*, 13, 893193.
- Li, F., Sun, W., & Zhang, H. (2022). Automating regulatory compliance with AI in the energy sector. *Energy Policy Journal*, 80(2), 345-360.
- Liang, H., et al. (2022). "Ethical Implications of AI in the Workplace." *Journal of Business Ethics*, 177(1), 45–62.
- Liang, J., Li, H., & Zhang, Y. (2022). AI-driven sustainability: Integrating artificial intelligence with circular economy principles. *Journal of Cleaner Production*, 370, 133021.
- Liao, C., Nolte, K., Brown, D. G., Lay, J., & Agrawal, A. (2023). The carbon cost of agricultural production in the global land rush. *Global Environmental Change*, 80, 102679.
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1-55.

- Liu, C., et al. (2023). "Digital Transformation and Sustainability through Artificial Intelligence." *Sustainability*, 15(3), 1456.
- Liu, F., Ye, J., & Wu, S. (2021). Artificial intelligence applications in sustainable business practices: A review and outlook. *Sustainability*, 13(14), 7810.
- Liu, H., Wang, S., & Li, Q. (2022). Integrating IoT and AI for sustainable resource management in agriculture. *Agricultural Systems*, 195, 103301.
- Liu, Y., Wang, J., & Sun, L. (2023). Organizational challenges in implementing AI for sustainability: A qualitative analysis. *Sustainability*, 15(3), 765–779.
- Ma, X., Chen, L., & Wang, R. (2022). Sustainable operations with artificial intelligence: An approach for reducing waste and increasing resource efficiency. *Journal of Cleaner Production*, 340, 130707.
- Margarida Soares (2024). O Papel da Inteligência Artificial na Sustentabilidade Empresarial. *Nextbitt*.
- Masanpally, M., Bhattacharjee, T., & Butt, T. E. (2025). Sustainable development goals and the implications of business responsibility. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, e14517.
- Matt Crabtree (2024). O que é análise de dados? *DataCamp*
- McAfee, A., Brynjolfsson, E., & Davenport, T. H. (2021). Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future. *Technology and Business Journal*, 48(2), 115-122.
- McCarthy, J. (1956). Proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, 27(4), 12-14.
- McKinsey & Company. (2022). The state of AI in business: Machine learning and data-driven decision making. *McKinsey Quarterly*.
- Medeiros, E. (2020). Portugal 2020: An effective policy platform to promote sustainable territorial development? *Sustainability*, 12(3), 1126.
- Neves, I. (2023). *O Papel da Inteligência Artificial na Promoção da Sustentabilidade Empresarial*.

- Nishant, R., Kennedy, M., & Corbett, J. (2020). *Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda*. *Journal of Business Research*, 122, 343–356.
- Omonijo, O.N., Zhang, Y., 2025. Examining the relationship between technological innovation, environmental social governance and corporate sustainability: the moderating role of green operational innovation. *Humanit Soc Sci Commun* 12, 107.
- Pan, Y., Lee, J., & Chang, K. (2022). Artificial intelligence in practice: A focus on generative models for business. *Journal of AI Research*, 75, 23-45.
- Park, K. R. (2022). Science, technology, and innovation in sustainable development cooperation: theories and practices in South Korea. *International development cooperation of Japan and South Korea: New strategies for an uncertain world*, 179-208.
- Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguia, L. M., Rothchild, D., ... & Dean, J. (2021). Carbon emissions and large neural network training. *Cornell University*
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2006). "The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility". *Harvard Business Review*, 84(12), 78-92.
- Pucihar, A., & Kljajić Borštnar, M. (2022). Management of digital maturity of enterprises. *IDIMT-2022*.
- Ransbotham, S., Kiron, D., & Prentice, P. K. (2020). The Integration of AI in Business Strategy: Enhancing Decision Making with Data. *MIT Sloan Management Review*, 62(1), 72-78.
- Reid, A., & Ardoin, N. M. (2024). *Environmental education*. Oxford University Press.
- Rodriguez, M., Palmer, D., & Chen, L. (2023). AI-driven approaches to carbon emission reduction in industrial sectors. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132503.
- Rodriguez, P., Gento, F., & Gento, J. (2021). Sustainable Artificial Intelligence and its impacts on business strategies. *Technology in Society*, 67, 101702.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach 4th Edition*.
- Russo, I. (2020). *O Impacte da Inteligência Artificial na Sustentabilidade Ambiental: Uma Agricultura Sustentável*. Repositório ULisboa.
- Saetra, H. S. (2021). *A Framework for Evaluating and Disclosing the ESG Related Impacts of AI with the SDGs*. *Sustainability*, 13(4), 1-15.

- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN Computer Science*, 2(3), 160.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2020). *Research Methods for Business Students* (8th ed.). Pearson.
- Savitz, A. (2013). *The triple bottom line: how today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success-and how you can too*. John Wiley & Sons.
- Schatsky, D., Muraskin, C., & Gurumurthy, R. (2020). Intelligent Enterprise Unleashed: Unlocking the Value of Artificial Intelligence. *Deloitte Insights*.
- Sharma, R., Gupta, P., & Patel, V. (2022). Metrics for assessing the environmental impact of AI technologies in manufacturing. *AI and the Environment*, 12(2), 189–202.
- Siemens AG. (2022). *Sustainability Report 2022*.
- Simon, H. A., & Newell, A. (1975). Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. *Communications of the ACM*, 19(3), 113-126.
- Sjödin, D., Parida, V., & Kohtamäki, M. (2021). AI-enabled strategic decision-making: A case study in a global technology firm. *Strategic Management Journal*, 42(3), 577-589.
- Soomro, R.B., Al-Rahmi, W.M., Dahri, N.A. *et al.*, 2025. A SEM–ANN analysis to examine impact of artificial intelligence technologies on sustainable performance of SMEs. *Sci Rep* 15, 5438.
- Sousa, A. R. C. D. (2022). *O papel dos influenciadores digitais sustentáveis na consciencialização ambiental dos seus seguidores* (Doctoral dissertation).
- Sovacool, B. K., Del Rio D. F., & Griffiths, S. (2020). Policy mixes for more sustainable smart grids: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133, 110271.
- Stock, T., & Seliger, G. (2021). Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 21, 503-510.
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2020, April). Energy and policy considerations for modern deep learning research. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence* (Vol. 34, No. 09, pp. 13693-13696).
- Suh, D., & Ahn, J. (2021). Implementing AI-Based Technologies in Sustainable Business Practices. *Sustainability*, 13(10), 5441.

- Thomas, S., Reddy, C., & Joshi, R. (2022). Artificial Intelligence and Customer Experience Management: Empirical Insights and Future Directions. *Journal of Consumer Marketing*, 39(2), 181-197.
- Tsolakis, N., Schumacher, R., Dora, M., & Kumar, M. (2023). Artificial intelligence and blockchain implementation in supply chains: A pathway to sustainability and data monetisation? *Annals of Operations Research*, 331(1), 345–375.
- V. Diaz - Moriana et al. (2022). Untangling Goal Tensions in Family Firms: A Sensemaking Approach. *Journal of Management Studies*.
- Ventura, N (2024). “Sustentabilidade empresarial: como implementar?”. *Factorial*
- Verma, S., & Mehta, M. (2021). Understanding the AI Ecosystem and its Impact on Business Transformation. *Journal of Strategic Information Systems*, 30(2), 101685.
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... & Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature communications*, 11(1), 233.
- Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2020). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234-246.
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., & Akter, S. (2021). Emerging Artificial Intelligence techniques in business analytics: A review. *Decision Support Systems*, 145, 113523.
- Wang, H., Chen, X., & Zhao, Q. (2021). Barriers and enablers in the adoption of AI for corporate sustainability. *Sustainable Development*, 29(6), 1256–1269.
- Wang, M., Zhu, P., Liu, S., Chen, Y., Liang, D., zhang, Y., ... & Wu, C. (2023). Application of nanozymes in environmental monitoring, management, and protection. *Biosensors*, 13(3), 314.
- Wang, Q., Li, Y., & Li, R. (2024). Ecological footprints, carbon emissions, and energy transitions: the impact of artificial intelligence (AI). *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1-18.
- Wang, Q., Liang, H., & Zhou, L. (2020). Artificial intelligence for sustainable supply chain management: A literature review and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 229, 107766.

- Wang, T., et al. (2022). "AI and Environmental Regulatory Compliance: A Comprehensive Review." *Journal of Cleaner Production*, 341, 130785.
- Wu, C. J., Raghavendra, R., Gupta, U., Acun, B., Ardalani, N., Maeng, K., ... & Hazelwood, K. (2022). Sustainable ai: Environmental implications, challenges and opportunities. *Proceedings of Machine Learning and Systems*, 4, 795-813.
- Xiao, Y., Xiao, L. (2025). *The impact of artificial intelligence-driven ESG performance*. Scientific Reports, 15(1).
- Xu, P., et al. (2023). "Consumer Insights for Sustainable Products Using AI." *Journal of Marketing Analytics*, 11(2), 89–105.
- Yao, Y., & Ma, Z. (2025). Will Digital Inclusive Finance Improve the Quality and Quantity of SMEs' Green Innovation?. *Sustainability*, 17(6), 2446.
- Zhang, F., Chan, A. P., Darko, A., Chen, Z., & Li, D. (2022). Integrated applications of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM industry. *Automation in Construction*, 139, 104289.
- Zhang, Q., Huang, R., & Li, Y. (2021). Business intelligence and data analytics in the retail industry: A critical review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57, 102267.
- Zhang, Y., et al. (2021). AI for Carbon Emission Reduction: Advances and Challenges. *Energy Policy*, 156, 112397.
- Zhao, P., & Zhang, Y. (2022). Enhancing supply chain transparency with AI: Implications for sustainable practices. *Journal of Supply Chain Management*, 58(3), 253-265.
- Zhong, R., Wang, Y., & Li, Z. (2023). Integrating artificial intelligence for sustainability in business: Emerging trends and perspectives. *Sustainability Journal*, 15(3), 1015-1028.
- Zhou, H., Li, M., & Yuan, S. (2021). Applications of artificial intelligence in sustainable resource management. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101655.
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2021). Extending green supply chain management with industrial symbiosis: A circular economy framework. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1455-1475.

ANEXOS

Anexo 1 - Modelo de Questionário

1. Dados Sociodemográficos

1.1. Idade?

- ☐ Menos de 18 anos
- ☐ 18-25 anos
- ☐ 26-35 anos
- ☐ 36-50 anos
- ☐ Mais de 50 anos

1.2. Género?

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Outro
- ☐ Prefiro não dizer

1.3. Qual é o seu nível de escolaridade?

- ☐ Ensino Primário
- ☐ Ensino Básico
- ☐ Ensino Secundário
- ☐ Ensino Superior

1.4. Qual é a sua profissão?

- ☐ Comércio
- ☐ Saúde
- ☐ Educação
- ☐ Economia
- ☐ Agricultura
- ☐ Outro: _____

1.5 Qual a dimensão da empresa que trabalha/colabora?

- ☐ Microempresa (até 10 funcionários)
- ☐ Pequena empresa (11 a 50 funcionários)
- ☐ Média empresa (51 a 250 funcionários)
- ☐ Grande empresa (mais de 250 funcionários)
- ☐ Não se aplica

1.6. Possui algum conhecimento na área de Sustentabilidade ou Inteligência Artificial?

- ☐ Sim, ambos (Sustentabilidade e Inteligência Artificial)
- ☐ Apenas sustentabilidade
- ☐ Apenas Inteligência Artificial
- ☐ Não, nenhum

2. Percepção Geral sobre Sustentabilidade

2.1. Indique o grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

2.2. Indique o grau de importância quanto ao desempenho significativo da tecnologia na promoção da sustentabilidade nas organizações.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

3. Inteligência Artificial no Contexto da Sustentabilidade

3.1. Indique o grau de importância em relação à utilização da Inteligência Artificial na promoção de práticas sustentáveis nas organizações.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

3.2. Qual(ais) a(s) área(s) que acredita que a IA pode contribuir para sustentabilidade empresarial?
(Escolha até 2 opções)

- ☐ Redução de desperdício de recursos
- ☐ Otimização de processos industriais
- ☐ Promoção de energias renováveis
- ☐ Criação de produtos ecológicos
- ☐ Redução de emissões de carbono
- ☐ Outra: _____

4. Reconhecimento Organizacional e Eossistémico

4.1. Indique o grau de importância em relação à forma como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivadas/reconhecimento no ecossistema.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

5. Barreiras e Perspetivas sobre IA e Sustentabilidade

5.1. Na sua opinião, indique os principais obstáculos das empresas na adoção de IA em práticas sustentáveis? (Selecionar entre 1 a 3 opções)

- ☐ Alto custo de implementação
- ☐ Falta de conhecimento sobre IA
- ☐ Resistência à mudança
- ☐ Riscos ambientais das tecnologias
- ☐ Outro: _____

5.2. Indique o grau de importância em relação ao futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade a nível organizacional

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

6. Impacto Ambiental

6.1. Indique o grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

6.2. Indique o grau de importância quanto à transparência das organizações em relação aos impactos ambientais das suas tecnologias/ferramentas de IA.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

7. Políticas Públicas para IA Sustentável

7.1. Indique o grau de importância das políticas que o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

7.2. Indique o grau de importância das políticas governamentais na promoção do incentivo do uso de IA em práticas empresariais sustentáveis.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

8. Soluções e Desempenho da IA

8.1. Indique o grau de importância das soluções de IA ao nível da sua implementação por parte das organizações em práticas sustentáveis?

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

8.2. Indique o grau de importância das soluções de IA em relação à implementação de práticas sustentáveis por parte das organizações.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

Anexo 2 – Estatísticas de item-total**Tabela 21***Estatísticas de item-total*

	Média de escala se o item for excluído	Variância de escala se o item for excluído	Correlação de item total corrigida	Alpha de Cronbach se o item for excluído
2.1. Indique o grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações?	42,64	14,187	0,850	0,738
2.2. Indique o grau de importância quanto ao desempenho significativo da tecnologia na promoção da sustentabilidade nas organizações?	42,66	13,909	0,898	0,732
3.1. Indique o grau de importância em relação à utilização da Inteligência Artificial na promoção de práticas sustentáveis nas organizações?	43,27	17,201	0,049	0,813
4.1. Indique o grau de importância em relação à forma como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivadas/reconhecimento no ecossistema?	42,67	13,979	0,909	0,733
5.2. Indique o grau de importância em relação ao futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade a nível organizacional?	42,68	13,855	0,898	0,731

6.1. Indique o grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA?	42,67	13,941	0,912	0,732
6.2. Indique o grau de importância quanto à transparência das organizações em relação aos impactos ambientais das suas tecnologias/ferramentas de IA?	42,67	13,989	0,898	0,733
7.1. Indique o grau de importância das políticas o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	42,65	14,242	0,854	0,739
7.2. Indique o grau de importância das políticas governamentais na promoção do incentivo do uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	42,69	13,866	0,832	0,735
8.1. Indique o grau de importância das soluções de IA ao nível da sua implementação por parte das organizações em práticas sustentáveis?	42,91	11,910	0,771	0,725
8.2. Indique o grau de importância das soluções de IA em relação à implementação de práticas sustentáveis por parte das organizações?	45,52	25,088	-0,742	0,945

Fonte: José Mateus (2025)

Anexo 3 - U de Mann-Whitney**Tabela 22***U de Mann-Whitney*

Variável	U de Mann-Whitney	Z
2.1. Práticas sustentáveis pelas organizações	2925,000	-17,097
2.2. Tecnologia na promoção da sustentabilidade	2669,000	-17,085
3.1. IA na promoção da sustentabilidade	14969,000	-3,772
4.1. Utilização da IA com reconhecimento	3070,000	-16,497
5.2. Futuro da IA como ferramenta sustentável	2387,000	-17,215
6.1. Iniciativas sustentáveis com IA	2813,000	-16,809
6.2. Transparência sobre impactos ambientais da IA	2539,500	-17,073
7.1. Políticas do governo para uso de IA sustentável	2642,000	-17,162
7.2. Incentivo governamental ao uso de IA sustentável	3177,000	-16,393
8.1. Implementação de IA em práticas sustentáveis	2042,000	-16,903
8.2. Implementação de IA em sustentabilidade (problema)	2528,000	-16,268

Fonte: José Mateus (2025)

Anexo 4 – Correlação Spearman

Tabela 23

Correlação Spearman

Correlações												
		2.1. Indique o grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações?	2.2. Indique o grau de importância quanto ao desempenho significativo da tecnologia na promoção da sustentabilidade nas organizações?	3.1. Indique o grau de importância em relação à utilização da Inteligência Artificial na promoção de práticas sustentáveis nas organizações?	4.1. Indique o grau de importância em relação à forma como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivos/reconhecimento no ecossistema?	5.2. Indique o grau de importância em relação ao futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade a nível organizacional?	6.1. Indique o grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA?	6.2. Indique o grau de importância quanto à transparência das organizações em relação aos impactos ambientais das suas tecnologias/ferramentas de IA?	7.1. Indique o grau de importância das políticas o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	7.2. Indique o grau de importância das políticas governamentais na promoção do incentivo do uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	8.1. Indique o grau de importância das soluções de IA ao nível da sua implementação por parte das organizações em práticas sustentáveis?	8.2. Indique o grau de importância das soluções de IA em relação à implementação de práticas sustentáveis por parte das organizações?
2.1. Indique o grau de importância da adoção de práticas sustentáveis pelas organizações?	Coefficiente de Correlação	1,000	,928**	-,134**	,887**	,883**	,890**	,885**	,897**	,870**	,835**	-,795**
	Sig. (2 extremidades)	.	<,001	,006	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
2.2. Indique o grau de importância quanto ao desempenho significativo da tecnologia na promoção da sustentabilidade nas organizações?	Coefficiente de Correlação	,928**	1,000	-,110*	,920**	,936**	,930**	,934**	,879**	,890**	,898**	-,847**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	.	,025	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
3.1. Indique o grau de importância em relação à utilização da Inteligência Artificial na promoção de práticas sustentáveis nas organizações?	Coefficiente de Correlação	-,134**	-,110*	1,000	-,105*	-,117*	-,122*	-,099*	-,105*	-,092	-,129**	,140**
	Sig. (2 extremidades)	,006	,025	.	,033	,018	,013	,043	,033	,061	,008	,004
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
4.1. Indique o grau de importância em relação à forma como as empresas utilizam a IA para a sustentabilidade a nível de incentivos/reconhecimento no ecossistema?	Coefficiente de Correlação	,887**	,920**	-,105*	1,000	,946**	,970**	,940**	,921**	,961**	,912**	-,886**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,033	.	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
5.2. Indique o grau de importância em relação ao futuro da IA como ferramenta essencial para alcançar metas de sustentabilidade a nível organizacional?	Coefficiente de Correlação	,883**	,936**	-,117*	,946**	1,000	,971**	,945**	,902**	,921**	,920**	-,867**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,018	<,001	.	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
6.1. Indique o grau de importância das iniciativas sustentáveis a nível organizacional com utilização de IA?	Coefficiente de Correlação	,890**	,930**	-,122*	,970**	,971**	1,000	,951**	,921**	,950**	,920**	-,878**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,013	<,001	<,001	.	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
6.2. Indique o grau de importância quanto à transparência das organizações em relação aos impactos ambientais das suas tecnologias/ferramentas de IA?	Coefficiente de Correlação	,885**	,934**	-,099*	,940**	,945**	,951**	1,000	,906**	,930**	,915**	-,885**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,043	<,001	<,001	<,001	.	<,001	<,001	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
7.1. Indique o grau de importância das políticas o governo deve promover para incentivar o uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	Coefficiente de Correlação	,897**	,879**	-,105*	,921**	,902**	,921**	,906**	1,000	,935**	,871**	-,837**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,033	<,001	<,001	<,001	<,001	.	<,001	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
7.2. Indique o grau de importância das políticas governamentais na promoção do incentivo do uso de IA em práticas empresariais sustentáveis?	Coefficiente de Correlação	,870**	,890**	-,092	,961**	,921**	,950**	,930**	,935**	1,000	,903**	-,869**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,061	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	.	<,001	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
8.1. Indique o grau de importância das soluções de IA ao nível da sua implementação por parte das organizações em práticas sustentáveis?	Coefficiente de Correlação	,835**	,898**	-,129**	,912**	,920**	,920**	,915**	,871**	,903**	1,000	-,889**
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,008	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	.	<,001
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414
8.2. Indique o grau de importância das soluções de IA em relação à implementação de práticas sustentáveis por parte das organizações?	Coefficiente de Correlação	-,795**	-,847**	,140**	-,886**	-,867**	-,878**	-,885**	-,837**	-,869**	-,889**	1,000
	Sig. (2 extremidades)	<,001	<,001	,004	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	.
	N	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414	414

* significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

** significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Fonte: José Mateus (2025)