



COMPRAS SUSTENTÁVEIS NA ERA 4.0: COMO A TECNOLOGIA PODE APOIAR PRÁTICAS ESG NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Ana Alice Rodrigues Davila, Maria Dayse Souza Araujo, Tuylla de Souza Sampaio, Cleide Carvalho Rabelo, Eric Machado de Araújo, Ivanildo Oliveira da Silva, José Carlos Alves Roberto.



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p600-625>

Artigo recebido em 17 de Junho e publicado em 17 de Julho de 2025

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

A crescente exigência por práticas empresariais sustentáveis tem impulsionado organizações a repensarem suas cadeias de suprimentos com base nos critérios ESG (ambiental, social e governança). Nesse contexto, as compras sustentáveis emergem como um fator estratégico para alinhar responsabilidade socioambiental e competitividade no mercado. Considerando os avanços tecnológicos da Indústria 4.0, torna-se relevante investigar como essas inovações podem contribuir para aprimorar práticas sustentáveis nas organizações. O problema central está na dificuldade de integrar, de forma efetiva, critérios ESG às operações de compras, exigindo uma análise teórica fundamentada. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo bibliográfico com abordagem qualitativa, quanto à natureza é aplicada, quanto aos fins é exploratória e, quanto aos meios, utilizou pesquisa documental e análise de literatura especializada. Os principais resultados esperados indicam que tecnologias como Big Data, IoT, Blockchain e Inteligência Artificial podem otimizar processos de compras, promover rastreabilidade, eficiência operacional e controle de riscos, tornando as organizações mais alinhadas aos princípios ESG. Como proposta interventiva, o artigo sugere o uso estratégico dessas tecnologias como ferramenta de gestão responsável, apoiando a transformação das cadeias de suprimentos em estruturas mais sustentáveis, éticas e inovadoras.

Palavra-chave: Compras, Sustentabilidade, Cadeia de Suprimentos, Indústria 4.0, ESG.



SUSTAINABLE PROCUREMENT IN INDUSTRY 4.0: HOW TECHNOLOGY CAN SUPPORT ESG PRACTICES IN THE SUPPLY CHAIN

ABSTRACT

The growing demand for sustainable business practices has driven organizations to rethink their supply chains based on ESG criteria (Environmental, Social, and Governance). In this context, sustainable procurement emerges as a strategic factor to align socio-environmental responsibility with market competitiveness. Considering the technological advancements of Industry 4.0, it becomes relevant to investigate how these innovations can enhance sustainable practices within organizations. The central issue lies in the difficulty of effectively integrating ESG criteria into procurement operations, requiring a grounded theoretical analysis. The research was conducted through a bibliographic study with a qualitative approach. In terms of nature, it is applied research; in terms of purpose, it is exploratory; and in terms of means, it employed documentary research and specialized literature analysis. The main expected results indicate that technologies such as Big Data, IoT, Blockchain, and Artificial Intelligence can optimize purchasing processes, promote traceability, operational efficiency, and risk control, making organizations more aligned with ESG principles. As an intervention proposal, the article suggests the strategic use of these technologies as a tool for responsible management, supporting the transformation of supply chains into more sustainable, ethical, and innovative structures.

Keywords: Procurement, Sustainability, Supply Chain, Industry 4.0, ESG.

Instituição afiliada – Centro Universitário Fametro

Autor correspondente: *Tuylla de Souza Sampaio* tuyllasampaio70@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





1 INTRODUÇÃO

Este estudo bibliográfico busca aprofundar como essas inovações tecnológicas podem alavancar a sustentabilidade na cadeia de suprimentos, o cenário atual exige que as cadeias de suprimentos atuem com mais responsabilidade e transparência, impulsionando a relevância do ESG e das compras sustentáveis, enquanto a Indústria 4.0 insere tecnologias disruptivas que podem otimizar as operações.

O problema consiste no aumento da necessidade de operações sustentáveis e éticas, em meio à complexidade das cadeias de suprimentos e à rápida evolução tecnológica, antes vista como centro de custo, a área de compras é hoje um transmissor estratégico para a sustentabilidade. Nesse contexto, é importante entender como as ferramentas da Indústria 4.0 podem otimizar esse processo. Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar de que forma as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 podem apoiar a adoção e o aprimoramento das práticas de compras sustentáveis, contribuindo para o desempenho ESG nas cadeias de suprimentos organizacionais.

A questão norteadora, define o foco e direciona a coleta e análise de dados, desta pesquisa é: Como as tecnologias da Indústria 4.0 podem contribuir para a implementação e o fortalecimento das práticas de compras sustentáveis alinhadas aos critérios ESG nas cadeias de suprimentos?

Esta pesquisa é qualitativa, exploratória e descritiva, buscando maior familiaridade e caracterização do problema. Quanto aos meios, é uma pesquisa bibliográfica, baseada na análise de publicações científicas para construir um conhecimento robusto sobre o tema.

Observa-se que os objetivos específicos, abordou a evolução do ESG, o papel das compras sustentáveis e o potencial das tecnologias 4.0, evidenciando como Big Data Analytics, Inteligência Artificial, Blockchain e Internet das Coisas são ferramentas transformadoras, otimizando a seleção de fornecedores ESG, garantindo rastreabilidade e monitoramento em tempo real.

Este estudo bibliográfico, visa fornecer uma estrutura que demonstre a capacidade das tecnologias da Indústria 4.0 em apoiar e aprimorar as compras sustentáveis alinhadas aos critérios ESG. A expectativa é que ele esclareça estratégias conceituais para mitigar riscos, aumentar a transparência e otimizar a performance de



sustentabilidade em cadeias de suprimentos, servindo de base para futuras pesquisas e decisões gerenciais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 - A Sustentabilidade e o Conceito ESG:

2.1.1 - Definição e evolução do conceito de sustentabilidade.

Segundo Elkington (1997), o conceito de sustentabilidade evoluiu da preocupação estritamente ambiental para uma abordagem mais ampla, que integra os aspectos econômico, social e ambiental, consolidando-se por meio da proposta do Triple Bottom Line.

De acordo com Silva e Pereira (2022), o conceito de ESG, que engloba práticas ambientais, sociais e de governança, tem se tornado cada vez mais relevante nas organizações, refletindo a necessidade de integrar responsabilidade socioambiental e ética corporativa à estratégia dos negócios.

Para Oliveira e Martins (2021), a sustentabilidade está ligada à busca por equilíbrio entre desenvolvimento econômico, responsabilidade ambiental e justiça social. Nesse contexto, o conceito ESG - que envolve critérios ambientais, sociais e de governança - tem ganhado destaque como ferramenta estratégica para empresas que buscam alinhar seus objetivos de negócio com práticas responsáveis.

Em um mundo cada vez mais preocupado com a responsabilidade ambiental, as organizações buscam amenizar os impactos negativos ao meio ambiente e atrelar práticas que condizem com o cuidado e preservação dos nossos recursos naturais em nosso planeta.

2.1.2 - Os pilares ESG: Ambiental, Social e Governança – detalhamento e importância.

Segundo Serafeim (2020), avanço da responsabilidade corporativa, a abordagem ESG surgiu como um modelo prático para medir o compromisso das empresas com a sustentabilidade, considerando aspectos ambientais, sociais e de governança.

Para Oliveira e Martins (2021), os pilares ESG - Ambiental, Social e Governança - constituem uma estrutura essencial para a atuação responsável das organizações. O



aspecto ambiental está relacionado à gestão dos impactos ecológicos, como emissões e uso de recursos naturais; o pilar social abrange condições de trabalho, diversidade e relação com a comunidade; enquanto a governança diz respeito à ética, transparência e boas práticas de gestão corporativa.

De acordo com Assaf Neto (2022), a abordagem ESG propõe que empresas integrem critérios ambientais, sociais e de governança em suas decisões estratégicas. O pilar ambiental trata da gestão dos impactos ecológicos; o social envolve relações com colaboradores, comunidades e direitos humanos; e o de governança foca em transparência, conduta ética e estruturas de controle.

Com a crescente preocupação com a sustentabilidade, o ESG é de grande importância para as organizações, uma vez que as mesmas buscam seu diferencial competitivo, adotando uma boa conduta e reputação no mercado atual.

2.1.3 - A relevância da performance ESG para as organizações modernas.

Segundo Eccles e Klimenko (2019), o desempenho ESG deixou de ser uma exigência apenas regulatória para se tornar um fator estratégico. Empresas com boas práticas ESG tendem a ser mais resilientes e atraentes para investidores.

De acordo com Mattos e Fonseca (2021), a performance ESG tem se mostrado essencial para as organizações modernas, pois contribui para a sustentabilidade do negócio, melhora a reputação institucional, atrai investimentos e fortalece a relação com stakeholders. Empresas que adotam práticas ambientais, sociais e de governança sólidas tendem a apresentar maior resiliência e desempenho no longo prazo.

Para Assaf Neto (2022), a incorporação de critérios ESG tornou-se um fator determinante para a competitividade das empresas no cenário atual, contribuindo para a gestão de riscos, atração de capital e fortalecimento da confiança do mercado. A performance ESG está diretamente ligada à criação de valor sustentável e à perenidade dos negócios.

No cenário atual, com crises climáticas, sociais e institucionais cada vez mais evidentes, torna-se clara a urgência de transformar o discurso sustentável em prática real. No entanto, apesar do crescente interesse por ESG, muitas empresas ainda tratam o tema de forma superficial, como uma ferramenta de marketing. O desafio contemporâneo está em aprofundar essa abordagem e garantir que o ESG seja aplicado



com integridade, impacto mensurável e conexão genuína com o propósito corporativo.

2.2 - Cadeia de Suprimentos e Compras Sustentáveis:

2.2.1 - Conceituação de cadeia de suprimentos e suas transformações.

Para Christopher (2016), a cadeia de suprimentos moderna está passando por uma profunda transformação, impulsionada por pressões regulatórias, sociais e ambientais. A logística e o gerenciamento da cadeia de suprimentos evoluíram de modelos tradicionais focados em custos para abordagens mais integradas e sustentáveis, capazes de gerar valor compartilhado entre empresas, fornecedores, clientes e a sociedade. Nesse contexto, as compras sustentáveis ganham destaque como estratégia essencial para promover a sustentabilidade nas organizações.

Segundo Carter e Rogers (2008), compras sustentáveis consistem na seleção de fornecedores e insumos com base não apenas em critérios econômicos, mas também sociais e ambientais, visando reduzir impactos negativos e estimular práticas responsáveis em toda a cadeia. Apesar de seus benefícios - como redução de riscos, melhoria da imagem institucional e contribuição para os objetivos ESG - a implementação de compras sustentáveis enfrenta desafios significativos.

Para Tachizawa & Wong (2015), a adoção de práticas de compras sustentáveis tem se mostrado diretamente relacionada ao desempenho ESG da organização. Empresas que integram seus processos de aquisição com critérios ESG demonstram maior alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), além de obterem vantagens competitivas por meio da mitigação de riscos e fortalecimento de sua cadeia de valor

Com a adoção de boas práticas de compras sustentáveis as organizações se mostram bem mais competitivas, uma vez existe um diferencial de imagem e reputação, atraindo investidores com sua consolidação no mercado.

2.2.2 - Compras sustentáveis: Definição, princípios e benefícios.

Segundo Carter e Rogers (2008), as compras sustentáveis são práticas de aquisição que consideram não apenas critérios de custo e qualidade, mas também os impactos sociais e ambientais dos fornecedores. A abordagem promove a adoção de



práticas mais responsáveis ao longo da cadeia de suprimentos, resultando em benefícios como redução de riscos, inovação e alinhamento com os princípios ESG.

Para Silva (2020), compras sustentáveis são processos de aquisição que incorporam critérios ambientais, sociais e econômicos, buscando minimizar impactos negativos e promover práticas responsáveis ao longo da cadeia de suprimentos. Seus princípios incluem transparência, ética, e responsabilidade social, gerando benefícios como redução de riscos, inovação e fortalecimento da reputação corporativa.

De acordo com Garcia (2019), as compras sustentáveis envolvem a seleção consciente de fornecedores, considerando impactos ambientais e sociais, alinhando a cadeia de suprimentos com práticas responsáveis que promovem eficiência, inovação e vantagem competitiva.

Compras sustentáveis, não são apenas ter critérios e boas práticas ambientais, é ter responsabilidade e consciência que a longo prazo os impactos ao meio ambiente podem reduzir, é fazer parte deste movimento.

2.2.3 - Desafios e oportunidades na implementação de compras sustentáveis.

Para Seuring e Müller (2008), implementar práticas de compras sustentáveis ainda é um desafio para muitas organizações, devido à falta de métricas claras, resistência cultural e pressões por redução de custos. Esses desafios também criam oportunidades de inovação e diferenciação competitiva, especialmente quando há alinhamento entre sustentabilidade e estratégia de negócios.

De acordo com Illiano (2025), embora a implementação de práticas sustentáveis possa exigir um investimento inicial, devido à adoção de tecnologias mais eficientes ou à reestruturação de processos, os benefícios financeiros em longo prazo são consideráveis. Empresas que apostam na sustentabilidade geralmente observam redução de custos operacionais, eficiência no uso de recursos e maior valorização da marca no mercado.

Segundo Terhorst (2023), é preciso mensurar o ROI, pois avalia o impacto financeiro e operacional das iniciativas sustentáveis. Quanto você tem economizado em energia, água, matérias-primas? Quais oportunidades de eficiência e economia de recursos foram identificadas? Ao quantificar esses benefícios, é possível estimar o ROI das ações sustentáveis e tomar decisões embasadas em dados concretos. É preciso fazer



as contas e ver como as ações sustentáveis podem trazer um retorno concreto para o seu negócio.

Toda mudança e implementação de novas rotinas podem ocasionar custos e resistência, por isso, é necessário uma boa estratégia e planejamento par adequação, pois a inovação requer sair do básico.

2.2.4 - A relação entre compras sustentáveis e o desempenho ESG na cadeia de suprimentos.

Para Tachizawa e Wong (2015), a integração entre compras sustentáveis e indicadores ESG fortalece a coerência das ações da empresa com seus valores e compromissos públicos. Demonstram que fornecedores alinhados a critérios ESG contribuem para o desempenho sustentável de toda a cadeia, promovendo práticas éticas, eficiência no uso de recursos e valorização social.

De acordo com Sanches (2021), as compras sustentáveis exercem papel estratégico no fortalecimento do desempenho ESG, ao promover práticas responsáveis entre fornecedores e garantir maior transparência, ética e compromisso socioambiental em toda a cadeia de suprimentos.

Segundo Brandão e Corrêa (2020), a incorporação de critérios de sustentabilidade nas decisões de compras tem impacto direto sobre o desempenho ESG, especialmente quando aplicada de forma estratégica à cadeia de suprimentos. Essa integração permite maior alinhamento entre os elos da cadeia, contribui para a mitigação de riscos e reforça a reputação corporativa.

A relação entre compras sustentáveis e o desempenho ESG é direta e estratégica. Ao adotar ações ambientais, sociais e de governança nos processos de aquisição na cadeia de suprimentos, promovendo transparência, reduzindo riscos e gerando valor de forma responsável.

2.3 - A Era 4.0 e suas Tecnologias Habilitadoras:

2.3.1 - Conceito de Indústria 4.0/Era 4.0 e suas características.

Para Hermann, Pentek e Otto (2016), o termo Indústria 4.0 surgiu em 2011, na Alemanha, durante a Feira de Hannover, como parte de uma estratégia para modernizar



a indústria por meio da digitalização. Essa revolução é marcada pela convergência entre tecnologias emergentes e processos produtivos, promovendo uma cadeia de valor mais eficiente, automatizada e personalizada.

Segundo Kagermann *et al.* (2013), a Indústria 4.0 visa integrar digitalmente todas as etapas da produção, permitindo que máquinas, sistemas e produtos se comuniquem de forma autônoma.

Para Lasi *et al.* (2014), trata-se de um novo paradigma industrial, baseado na interconexão de sistemas ciberfísicos.

A Era 4.0 ou Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, reflete uma transformação nos sistemas produtivos globais por meio de imersão em novas tecnologias digitais, físicas e biológicas. O que nos leva a um paradigma de um fenômeno que está guiando as transformações nos processos de produção e que vem sendo analisada antecipadamente, visando a criação de indústrias inteligentes e ambientes produtivos mais automatizados e interconectados utilizando de tecnologias auxiliaadoras para transformar os processos mais ágeis e dinâmicos

2.3.2 – Principais tecnologias da Era 4.0 e seu potencial de aplicação:

Big Data

Segundo SAP (2020), o Big Data é definido como conjuntos de dados extremamente grandes ou complexos, que não podem ser tratados por métodos tradicionais.

Para Rautenberg e Do Carmo (2019), o Big Data e a ciência de dados são ferramentas complementares essenciais para a tomada de decisão estratégica.

Santos, Manhães e Lima (2018), afirmam que, na Indústria 4.0, essas tecnologias tornam a produção mais inteligente e conectada, permitindo decisões baseadas em evidências.

Big Data refere-se à análise de grandes volumes de dados gerados por sensores, dispositivos e processos.

Inteligência Artificial (IA) e Machine Learning (ML)

Segundo Mendes, Siemon e Campos (2017), essas tecnologias promovem autonomia e eficiência em linhas de produção automatizadas.



Segundo Coelho (2016), aponta que a IA está diretamente relacionada ao aumento da produtividade, pois automatiza decisões que anteriormente exigiam intervenção humana.

Santos, Manhães e Lima (2018), reforçam que a IA é um dos pilares fundamentais da Indústria 4.0, contribuindo para operações mais ágeis e personalizadas.

A Inteligência Artificial (IA) permite que sistemas simulem o raciocínio humano, enquanto o Machine Learning (ML) utiliza algoritmos para aprender com dados.

Blockchain

Mendes, Siemon e Campos (2017), destacam que sua aplicação na indústria permite maior transparência nas cadeias de suprimentos.

Coelho (2016), complementa que o Blockchain garante confiança nas transações digitais, mesmo sem intermediários.

Santos, Manhães e Lima (2018), afirmam que a segurança proporcionada por essa tecnologia é crucial para ambientes industriais digitalizados.

O Blockchain é uma tecnologia de registro descentralizado, segura e imutável, muito utilizada na rastreabilidade de processos e contratos inteligentes.

Internet das Coisas (IoT)

Para Colombo e De Lucca Filho (2018), explicam que a IoT possibilita a criação de fábricas inteligentes, onde sensores coletam dados em tempo real para ajustes automáticos.

Segundo Coelho (2016), também ressalta que a IoT permite integração entre sistemas e equipamentos, otimizando o desempenho produtivo.

De acordo com Mendes, Siemon e Campos (2017), a IoT transforma processos industriais tradicionais em redes interativas e autônomas.

A Internet das Coisas (IoT) conecta objetos físicos à internet, permitindo o monitoramento e o controle remoto de máquinas e processos.

Computação em Nuvem (Cloud Computing)

De acordo com Coelho (2016), destaca que essa tecnologia proporciona flexibilidade operacional e redução de custos, ao permitir acesso rápido a dados e



aplicações.

Segundo Colombo e De Lucca Filho (2018), a nuvem é essencial para o gerenciamento das grandes quantidades de dados produzidas na Indústria 4.0.

Para Santos, Manhães e Lima (2018), apontam que o uso da nuvem viabiliza uma infraestrutura digital mais dinâmica e segura.

A computação em nuvem disponibiliza serviços de armazenamento e processamento de dados de forma remota e escalável.

Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV)

Mendes, Siemon e Campos (2017), apontam que essas tecnologias são amplamente usadas em treinamentos industriais e simulações de processos, reduzindo erros operacionais.

Colombo e De Lucca Filho (2018), observam que a RA tem sido empregada em atividades de manutenção e montagem, proporcionando instruções visuais em tempo real.

Coelho (2016), também destaca o papel da realidade virtual na criação de ambientes industriais simulados para planejamento e testes.

RA e RV são tecnologias imersivas que ampliam a interação humano-máquina.

Robótica e Automação de Processos (RPA)

Segundo Mendes, Siemon e Campos (2017), evidenciam que os robôs colaborativos (cobots) ampliam a segurança no ambiente de trabalho e otimizam tarefas repetitivas.

Para Coelho (2016), afirma que a robótica é um dos elementos centrais da Indústria 4.0, pois permite a automação inteligente e adaptável.

Segundo Santos, Manhães e Lima (2018), a robótica integrada à IA e à IoT potencializa a produção com mais precisão e menor desperdício.

A robótica industrial tem evoluído para sistemas mais flexíveis e colaborativos.

2.4 - Integração da Tecnologia 4.0 em Compras Sustentáveis e ESG:

Para Vasconcelos (2022), o setor de compras foi uma das áreas que se



beneficiaram dos avanços tecnológicos que surgiram neste contexto, caracterizado pelos termos “Procurement 4.0” ou apenas “Compras 4.0” que constitui as inovações referentes ao setor e suas atividades, impulsionado principalmente pela digitalização e automatização da função compras, tanto dentro quanto fora da organização.

Segundo Bueno *et al.* (2021), o conceito de procurement 4.0 surge como referência a essa digitalização completa de aquisição tanto dentro da organização quanto na relação com os fornecedores, sendo uma das principais tendências globais.

Para Eccles *et al.* (2014) e Friede *et al.* (2015), estudos demonstram que empresas com práticas sólidas de ESG apresentam melhor desempenho financeiro e menor risco regulatório.

De acordo com Clark *et al.* (2015), A integração das métricas ESG nos processos empresariais é essencial para a sustentabilidade e a criação de valor a longo prazo.

Figura 1 – Modelos de Frameworks

Critério	GRI (Global Reporting Initiative)	SASB (Sustainability Accounting Standards Board)	TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures)
Ano de criação	1997	2011	2015
Foco principal	Impactos econômicos, sociais e ambientais causados pela organização	Materialidade financeira das questões ESG para cada setor	Riscos e oportunidades climáticas com impacto financeiro
Escopo	Abrangente – cobre todos os temas ESG	Específico – 77 setores da economia com indicadores próprios	Exclusivo sobre mudanças climáticas
Importância	Mais utilizado no mundo; base para relatórios de sustentabilidade amplos	Focado no investidor; dados objetivos e comparáveis	Alinha relatórios financeiros aos riscos climáticos; adotado por reguladores
Benefícios	– Abrangência temática – Flexibilidade modular – Reconhecimento global – Engaja stakeholders	– Relevância para investidores – Comparabilidade setorial – Relatórios objetivos	– Foco climático claro – Análise de cenários climáticos – Alinhamento com expectativas regulatórias
Desafios	– Volume excessivo de dados – Pouca ênfase nos impactos financeiros	– Limitado para outros públicos além de investidores – Menos difundido	– Alta complexidade técnica – Foco restrito em clima
Quando usar	Para empresas que buscam um relatório ESG amplo e acessível a vários públicos	Para empresas que buscam comunicar desempenho ESG ao mercado financeiro	Para empresas expostas a riscos climáticos ou que buscam transparência e resiliência
Exemplos de aplicação	Vale, Petrobras, Natura	Google, General Motors, Unilever	Banco do Brasil, Santander, Raízen

Fonte: Adaptado de Saraiva. Sustentabilidade Agora, 2025.

A Figura 1 apresenta um quadro comparativo entre os três principais frameworks utilizados para orientar práticas e relatórios ESG nas organizações. Essa análise comparativa é essencial para destacar que a escolha do framework mais adequado depende da estratégia organizacional, do público-alvo e do nível de exposição da empresa a riscos ESG específicos.

Para Bastos (2024), as empresas precisam promover programas de educação e treinamento para todos os níveis da organização sobre a importância de ESG e como cada indivíduo pode contribuir para alcançar os objetivos estabelecidos.



2.4.1 – Como o Big Data Analytics e a IA podem otimizar a seleção e avaliação de fornecedores ESG.

Por meio da aplicação do Big Data Analytics, Richey, Morgan e Hall-Lindsey (2016), entendem que é possível identificar os dados, mesmo que de forma desestruturada, que ajudarão nos pontos mais difíceis de analisar. Em Supply Chain Management (SCM) ou gestão da Cadeia de Suprimentos, existe uma alta dinâmica e mudanças de processos constantes nos quais, com a ajuda do Big Data Analytics, é possível firmar análises qualitativas, além da possibilidade de entender melhor a cadeia de suprimentos e os principais pontos operacionais como volume, velocidade, variedade e veracidade.

De acordo com Hassani, Huang e Silva (2018), essa tecnologia atraiu a atenção de empresas ao longo dos anos para direcionar a tomada de decisão e ampliar as vantagens competitivas. Para as empresas que já 15 adotaram essa tecnologia, categorizaram sua utilização como uma divisão crucial para inovação, competição e produtividade.

Para Mozumder *et al.* (2022), com o avanço da tecnologia e o aprimoramento das aplicações de Blockchain, é possível que novos casos de uso e inovações surjam, transformando, ainda mais a maneira como a Indústria 4.0 opera e interage com o mundo digital. Portanto, o futuro promete uma integração ainda mais profunda do Blockchain na cadeia de suprimentos e na infraestrutura industrial, abrindo portas para uma era de eficiência, transparência e segurança aprimoradas.

Big Data Analytics e a IA são tecnologia complementares, que beneficiam diversas áreas contribuindo em suas tomadas de decisões, além de aperfeiçoar processos. As tecnologias permitem coletar, analisar e monitorar dados ESG, tornando mais fácil a identificação de fornecedores alinhados com os critérios de sustentabilidade e a gestão de riscos na cadeia de suprimentos.

2.4.2 - O papel do Blockchain na rastreabilidade e transparência da cadeia de suprimentos sustentável.

Para Saberi *et al.* (2019), o blockchain tem potencial disruptivo ao aumentar a confiança entre os atores da cadeia e reduzir fraudes e erros.



De acordo Kamble *et al.* (2019), sua aplicação na gestão da cadeia de suprimentos tem o potencial de aprimorar significativamente todos os processos, reduzindo a necessidade de intermediários, garantindo a segurança nas transações e, principalmente, elevando os níveis de rastreabilidade.

Segundo Paiva *et al.* (2022), as implicações do Blockchain vão além das transações financeiras. A tecnologia promete transformar a maneira como lidamos com dados, confiança e autenticidade em uma variedade de setores. À medida que mais pesquisas e desenvolvimentos ocorrem, é crucial continuar acompanhando o progresso do Blockchain e suas implicações para a sociedade.

O Blockchain registra cada etapa do processo, permitindo que as partes interessadas tenham acesso às informações precisas e confiáveis, além de oferecer soluções importantes, contribuindo para um futuro mais justo e sustentável, além disso, a transparência pode ajudar a combater fraudes e práticas ilícitas na cadeia de suprimentos.

2.4.3 - Utilização da IoT para monitoramento ambiental e social em tempo real.

Segundo Madakam *et al.* (2015), IoT é uma rede aberta que reúne objetos inteligentes e possui a capacidade de se auto-organizar e de compartilhar dados, informações e recursos, e com isso agir e reagir às mudanças do ambiente.

De acordo com Braga *et al.* (2017), que traz a definição do status do ambiente, realizando a verificação de condições de grandezas ambientais (temperatura e umidade) e do gerador de energia elétrica. Braga *et al.* (2017) ainda explica que os sensores captam os dados da temperatura e umidade do ambiente, além do nível de tensão da rede elétrica. Com esses dados pretende atingir dois principais objetivos: diminuir o consumo energético e manter a confiabilidade das medições.

Para Mckinsey Global Institute (2015), com dados de monitoramento baseados em IoT, há mais oportunidades de feedback e reforço de prestadores de cuidados de saúde, de outros pacientes e familiares.

A Internet das Coisas (IOT) disponibiliza ferramentas para monitoramento ambiental e social em tempo real, importante para as práticas ESG, no qual possibilita a coleta e análise de dado através de sensores, otimizando recursos, controle de riscos, contribuindo para que as empresas cumpram as normas ambientais e sociais.



2.4.4 - Estratégias para alavancar a tecnologia na mitigação de riscos ESG e na conformidade regulatória.

Para Silva (2021), a abordagem ESG na gestão de riscos vai além do simples cumprimento regulatório, pois ela é fundamental para a construção de uma governança corporativa forte, capaz de antecipar e mitigar riscos sociais, ambientais e de governança que podem comprometer a longevidade da organização.

De acordo com Feldmann (2022), o gerenciamento de riscos socioambientais é crucial para as empresas que buscam se manter competitivas em um ambiente onde consumidores e investidores exigem mais transparência e responsabilidade social. Organizações que incorporam práticas sustentáveis não apenas mitigam riscos, mas também geram benefícios tanto para a sociedade quanto para o próprio negócio, criando valor de maneira sustentável e alinhada com as expectativas dos diversos stakeholders.

Segundo Haddad (2022), as empresas que reconhecem o valor de mapear seus stakeholders não só evitam possíveis crises, mas também abrem portas para parcerias e colaborações que fortalecem sua atuação, garantindo que suas ações estejam alinhadas com as demandas sociais e ambientais. Esse alinhamento é essencial para assegurar a sustentabilidade e o sucesso a longo prazo de seus negócios.

Visando como estratégias o sistema de monitoramento, análise de dados e a automação de processo, as empresas devem também capacitar pessoas para utilizar as ferramentas disponíveis para gerenciar as plataformas integradas, aumentando a eficiência do processo, sendo assim, a tecnologia pode contribuir para redução de riscos ESG, garantindo a conformidade regulatória e irá permitir uma gestão mais transparente e conseqüentemente mais sustentável.

2.4.5 - Aplicação de tecnologias 4.0 em compras sustentáveis.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2020), o uso de tecnologias digitais na logística tem potencial para revolucionar os processos, tornando-os mais precisos, ágeis e responsivos às necessidades do mercado.

Para Deloitte (2020), a adoção de tecnologias emergentes como big data, inteligência artificial e plataformas integradas está transformando a maneira como as



empresas gerenciam métricas ESG, oferecendo maior transparência e eficiência.

Segundo Abed *et al.* (2021), a combinação da Blockchain com a IoT oferece benefícios notáveis em termos de segurança, privacidade, rastreabilidade e confiabilidade.

As tecnologias como a inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Big data, análise de dados e robótica, permite otimizar processos, monitorar emissões, rastrear a cadeia de suprimentos, promover a transparência e reduzir desperdícios. Ao adotar essas tecnologias, as empresas podem expandir sua capacidade de inovação, otimizar processos e, reduzir o impacto ambiental, promover a responsabilidade social e se fortalecer no mercado.

3 METODOLOGIA

3.1 Quanto a natureza

Leão *et al.* (2024), afirmam que toda pesquisa é orientada por um objetivo, o que define o método a ser utilizado, que pode ser qualitativo ou quantitativo, de acordo com a natureza do estudo.

De acordo com Gonzaga *et al.* (2024), a utilização da abordagem mista possibilita uma análise mais ampla e detalhada do tema, ao integrar a profundidade interpretativa da pesquisa qualitativa com a precisão e a capacidade de generalização proporcionadas pela pesquisa quantitativa.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois busca a compreensão aprofundada de conceitos, práticas e relações complexas, como os critérios ESG, a sustentabilidade corporativa e a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos.

3.2 Quanto aos fins

De acordo com Menezes (2020), a pesquisa exploratória tem o propósito de proporcionar maior familiaridade com o problema estudado, permitindo a formulação de hipóteses e aprofundamento teórico.



Para Severino (2017), afirma que a pesquisa descritiva busca caracterizar determinado fenômeno, detalhando suas características e comportamentos de forma sistemática.

Quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, pois visa gerar conhecimentos voltados à solução de problemas práticos enfrentados pelas organizações, contribuindo para melhorar desempenho, promover sustentabilidade e integrar práticas ESG (Ambiental, Social e Governança) à cadeia de suprimentos e às compras. O objetivo é resolver problemas concretos e práticos, e não apenas gerar conhecimento teórico.

3.3 Quanto aos meios

Leão *et al.* (2024, p. 13), explana que "quanto aos meios refere-se às formas e aos procedimentos utilizados para determinados fins".

Para Gil (2021), a pesquisa bibliográfica envolve a análise de materiais publicados, enquanto a pesquisa de campo envolve a coleta de dados diretamente da realidade em estudo.

Quanto aos meios, a pesquisa classifica-se como bibliográfica, uma vez que se fundamenta na análise de publicações acadêmicas e científicas já consolidadas, e também exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o tema, ampliando o entendimento e servindo de base para estudos futuros e possíveis aplicações práticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa demonstra que as tecnologias da Indústria 4.0 são ferramentas essenciais para aprimorar as compras sustentáveis, impulsionando o desempenho ESG e a sustentabilidade das cadeias de suprimentos para as organizações modernas, tornando-se um fator estratégico que influencia diretamente a gestão de riscos, fortalece a reputação e potencializa a atração de investimentos.

As compras sustentáveis se consolidam como uma prática fundamental, visando não apenas a redução de impactos negativos, mas também a geração de valor e a promoção da responsabilidade em toda a cadeia.



As tecnologias habilitadoras, como Big Data Analytics, Inteligência Artificial (IA), Blockchain, Internet das Coisas (IoT) e Computação em Nuvem, possuem um potencial transformador para otimizar e inovar processos em diversos setores

Ainda que existem desafios diante as mudanças das tecnologias, o estudo mostra grandes oportunidades, como o aumento da eficiência operacional, a melhoria da resiliência da cadeia de suprimentos, a valorização no mercado e a captação de recursos financeiros, aspectos que justificam o investimento na integração dessas práticas.

Para demonstrar como os objetivos específicos foram alcançados pela fundamentação teórica, relaciona-se abaixo uma síntese dos principais autores e suas contribuições para a integração das tecnologias da Indústria 4.0 com as compras sustentáveis e práticas ESG na cadeia de suprimentos. Essa articulação permite entender como cada conceito contribui para os achados do estudo.

Tabela 1 – Contribuições teóricas e relação com os objetivos específicos

Autor(es) / Organização	Contribuições Teóricas Principais	Relação com os Objetivos Específicos
Silva e Pereira (2022)	Apontaram a crescente relevância do ESG e sua integração à estratégia de negócios.	Essencial para definição e importância do ESG.
Oliveira e Martins (2021)	Destacaram o ESG como ferramenta estratégica para empresas.	Reforçam o caráter estratégico do ESG.
Serafeim (2020)	Descreveu o ESG como modelo prático para medir sustentabilidade.	Base prática para medição de sustentabilidade.
Assaf Neto (2022)	Enfateizou ESG na gestão de riscos e atração de capital.	Aplicação estratégica do ESG e riscos.
Santos, Manhães e Lima (2018)	IA, Big Data e nuvem como pilares da I. 4.0 para decisão.	Relevância de tecnologias I.4.0.
Mendes, Siemon e Campos (2017)	IA, ML, Blockchain, IoT promovem eficiência e transparência.	Potencial de tecnologias I.4.0.
Vasconcelos (2022)	Introduziu o conceito de "Procurement 4.0".	Integra I.4.0 com setor de compras.
Saberi <i>et al.</i> (2019)	Blockchain aumenta confiança e reduz fraudes na cadeia.	Impacto do Blockchain na rastreabilidade.
Silva, C. A. (2021)	Abordagem ESG na gestão de riscos para governança forte.	Base para gestão de riscos ESG com tecnologia.
Abed <i>et al.</i> (2021)	Combinação Blockchain/IoT beneficia segurança e rastreabilidade.	Sinergia de tecnologias I.4.0 em compras.

Fonte: Adaptado de Silva (2022), Oliveira (2021), Serafeim (2020), e outros.



Em síntese, este estudo bibliográfico demonstra que a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 não é apenas uma tendência, mas uma necessidade estratégica e um caminho robusto para que as organizações não só atinjam, mas superem seus objetivos de compras sustentáveis e desempenho ESG, garantindo um futuro mais resiliente e responsável para suas cadeias de suprimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir da crescente demanda por práticas empresariais mais sustentáveis, éticas e transparentes, diante dos desafios ambientais, sociais e de governança enfrentados pelas organizações no cenário atual. Nesse contexto, destacou-se a importância de alinhar as atividades da cadeia de suprimentos - especialmente o setor de compras - aos critérios ESG (Environmental, Social and Governance), como estratégia para promover desenvolvimento sustentável e responsabilidade corporativa. A partir da revisão bibliográfica, buscou-se compreender como as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, como Big Data, Inteligência Artificial, Blockchain e Internet das Coisas, podem ser integradas ao processo de compras para apoiar a implementação de práticas sustentáveis e inovadoras. A pesquisa se insere, portanto, em um contexto de transformação digital e necessidade de adaptação das empresas às novas exigências do mercado e da sociedade.

A pesquisa alcançou plenamente o objetivo geral proposto, que foi analisar de que forma as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 podem apoiar a adoção e o aprimoramento das práticas de compras sustentáveis, contribuindo para o desempenho ESG nas cadeias de suprimentos. Por meio da revisão bibliográfica, foi possível compreender o papel estratégico das tecnologias como Big Data, IoT, Blockchain e Inteligência Artificial na automação, rastreabilidade e monitoramento de processos de compras. Os objetivos específicos também foram atendidos, ao detalhar os conceitos de ESG e sustentabilidade, os desafios e oportunidades das compras sustentáveis, além da conexão entre essas práticas e o uso de tecnologias emergentes. A análise evidenciou que a integração dessas ferramentas possibilita às organizações desenvolverem processos mais éticos, transparentes e eficientes, alinhados às exigências do mercado contemporâneo.



Ferramentas como Big Data e Inteligência Artificial auxiliam na tomada de decisão e na avaliação de fornecedores; Blockchain proporciona transparência e rastreabilidade; IoT permite o monitoramento ambiental e social em tempo real. Dessa forma, a questão norteadora foi satisfatoriamente respondida ao evidenciar como a aplicação dessas tecnologias fortalece práticas sustentáveis e torna as cadeias de suprimentos mais responsáveis e eficientes.

A pesquisa possibilitou alcançar os objetivos específicos definidos inicialmente, ao aprofundar o entendimento sobre os conceitos de ESG, sustentabilidade e compras sustentáveis, além de analisar os desafios enfrentados pelas organizações na implementação dessas práticas. Também foram identificadas as principais tecnologias da Indústria 4.0 e seus potenciais de aplicação na cadeia de suprimentos. Os resultados obtidos reforçam a hipótese de que a integração dessas tecnologias pode fortalecer práticas sustentáveis nas organizações, ao automatizar processos, facilitar a rastreabilidade, melhorar a tomada de decisão e garantir maior transparência nas relações com fornecedores. O estudo demonstrou que o uso estratégico de recursos como Big Data, IoT, Blockchain e Inteligência Artificial não apenas viabiliza o cumprimento de critérios ESG, mas também agrega valor à gestão de compras, tornando-a mais eficiente e responsável. Dessa forma, a hipótese do projeto foi validada, confirmando que as tecnologias 4.0 representam uma intervenção viável e eficaz na construção de cadeias de suprimentos mais sustentáveis.

Diante do exposto, conclui-se que a aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 representa uma oportunidade concreta para transformar as práticas de compras tradicionais em processos sustentáveis, inovadores e alinhados aos critérios ESG. A pesquisa evidenciou que a integração entre tecnologia e sustentabilidade é um caminho promissor para empresas que desejam fortalecer sua reputação, mitigar riscos e contribuir ativamente para o desenvolvimento sustentável. As ferramentas analisadas - como Big Data, Inteligência Artificial, IoT e Blockchain - mostraram-se capazes de oferecer suporte estratégico às decisões de compras, promovendo rastreabilidade, eficiência e transparência em toda a cadeia de suprimentos. Recomenda-se, para estudos futuros, a realização de pesquisas de campo em organizações que já utilizam essas tecnologias, a fim de validar empiricamente os benefícios abordados na literatura. Também é sugerido o aprofundamento sobre a viabilidade econômica da



implementação dessas soluções em empresas de pequeno e médio porte, ampliando a compreensão sobre os desafios práticos da transição digital sustentável.

6 REFERÊNCIAS

ABED, S. *et al.* An analysis and evaluation of lightweight hash functions for blockchain-based IoT devices. **Cluster Computing**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 3065–3084, 2021.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor: aplicação prática**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

BASTOS, Bruna. A importância da adoção de práticas de ESG na indústria. **SiDi – Blog**, 25 jun. 2024. Disponível em: <https://www.sidi.org.br/pt-br/blog/a-import%C3%A2ncia-da-ado%C3%A7%C3%A3o-de-pr%C3%A1ticas-de-esg-na-ind%C3%A1ria>. Acesso em: 5 jul. 2025.

BRAGA, Antonio Rafael *et al.* Gerenciamento Térmico e Elétrico de um Centro de Dados utilizando Sensoriamento IoT. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 37., 2017, Universidade Federal do Ceará. **Anais [...]**. Universidade Federal do Ceará, 2017.

BRANDÃO, Helder Gomes; CORRÊA, Henrique Luiz. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística: estratégias para a sustentabilidade e inovação**. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

BUENO, R. E. *et al.* A Evolução da Logística: Procurement 4.0. In: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: GESTÃO DE QUALIDADE, PRODUÇÃO E OPERAÇÕES-VOLUME 2. [S. l.]: Editora Científica Digital, 2021. p. 13-27.

CARTER, Craig R.; ROGERS, Dale S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, [s. l.], v. 38, n. 5, p. 360-387, 2008.

CHRISTOPHER, Martin. **Logistics & supply chain management**. 5. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2016.

CLARK, G. L.; FEINER, A.; VIEHS, M. From the stockholder to the stakeholder: How sustainability can drive financial outperformance. **Oxford University**, [s. l.], 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2508281>. Acesso em: 5 jul. 2025.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2016.

COLOMBO, Jamires Fátima; DE LUCCA FILHO, João. Internet das Coisas (IoT) e Indústria 4.0: revolucionando o mundo dos negócios. **Revista Interface Tecnológica**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 72-85, 2018.



DELOITTE. **The future of ESG and sustainable finance**: Driving growth through sustainable finance and reporting. [S. l.]: Deloitte Insights, 2020.

ECCLES, R. G.; IOANNOU, I.; SERAFEIM, G. The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. **Management Science**, [s. l.], v. 60, n. 11, p. 2835-2857, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1964011>. Acesso em: 5 jul. 2025.

ECCLES, Robert G.; KLIMENKO, Svetlana. The investor revolution. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 97, n. 3, p. 106–116, 2019.

ELKINGTON, John. **Cannibals with Forks**: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. Oxford: Capstone Publishing, 1997.

FELDMANN, Fábio. **Empresas e Sustentabilidade**: A Nova Era dos Negócios Responsáveis. São Paulo: Editora FGV, 2022.

GARCIA, Paulo. **Gestão sustentável de compras**: princípios e práticas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GONZAGA, G. C. de S. *et al.* Fortalecendo relações e elevando experiências: estratégias de marketing de relacionamento para o crescimento da SRV confecções. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [s. l.], v. 16, n. 9, p. e5694, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n9-125. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/5694>. Acesso em: 7 jul. 2025.

HADDAD, Marcelo. **Governança e Sustentabilidade**: O Papel do Mapeamento de Stakeholders. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2022.

HASSANI, H.; HUANG, X.; SILVA, E. Banking with blockchain-ed big data. **Journal of Management Analytics**, [s. l.], v. 5, n. 19, p. 256-275, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23270012.2018.1528900>. Acesso em: 7 jul. 2025.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for Industrie 4.0 scenarios. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS), 49., 2016. **Anais [...]**. IEEE, 2016. p. 3928–3937.

ILLIANO, Gabriella Perico. ESG: práticas sustentáveis sempre aumentam os custos operacionais? **MBA USP/Esalq – Blog**, 14 abr. 2025. Disponível em: <https://blog.mbauspesalq.com/2025/04/14/esg-praticas-sustentaveis-sempre-aumentam-os-custos-operacionais/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

KAGERMANN, H. *et al.* **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**. [S. l.]: Acatech, 2013.



KAMBLE, S.; GUNASEKARAN, A.; DHONE, N. C. Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, [s. l.], p. 1-19, 2019.

LASI, H. *et al.* Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 239–242, 2014.

LEÃO, H. F. *et al.* Como o uso do Kaizen pode otimizar os processos da logística de armazenagem e distribuição na empresa estudada. **Caderno Pedagógico**, [s. l.], v. 21, n. 9, p. e7614, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n9-058. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/7614>. Acesso em: 7 jul. 2025.

MADAKAM, S.; RAMACHANDRASASTRI, R.; TRIPATHI, S. Internet of Things(IoT): A Literature Review. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: https://www.scirp.org/pdf/JCC_2015052516013923.pdf. Acesso em: 9 jul. 2025.

MATTOS, Fernando; FONSECA, Gabriela. **ESG na prática**: como integrar a sustentabilidade ao modelo de negócios. São Paulo: Editora Senac, 2021.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Unlocking the Potential of the Internet of Things**. [S. l.]: McKinsey & Company, 2015. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/ourinsights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>. Acesso em: 2 out. 2018.

MENDES, Cleiton Rodrigues; SIEMON, Franz Biondi; CAMPOS, Milena Monteagudo de. Estudos de caso da Indústria 4.0 aplicados em uma empresa automobilística. **POSGERE**, São Paulo, v. 1, p. 15-25, 2017.

MENEZES, Jairo. **Introdução à pesquisa científica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.

MOZUMDER, Md Ariful Islam *et al.* Overview: Technology roadmap of the future trend of metaverse based on IoT, blockchain, AI technique, and medical domain metaverse activity. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICACT), 24., 2022. **Anais [...]**. IEEE, 2022. p. 256-261.

OLIVEIRA, Carla; SILVA, Marcos; COSTA, Fernanda. **ESG**: Práticas ambientais, sociais e de governança nas organizações. São Paulo: Atlas, 2021.

OLIVEIRA, Mariana; MARTINS, Roberto. **Sustentabilidade e ESG nas organizações modernas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

PAIVA GOMES, D.; PAIVA GOMES, E.; CONRADO, P. C. **Criptoativos, Tokenização, Blockchain e Metaverso**. 1. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2022.

RAUTENBERG, Sandro; DO CARMO, Paulo Ricardo Viviurka. Big Data e ciência de dados: complementariedade conceitual no processo de tomada de decisão. **Brazilian Journal of Information Science: Research Trends**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 56-67, 2019.



RICHEY JR, R. G. *et al.* A Global exploration of big data in the supply chain. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 710-739, 2016.

RODRIGUES, P. A. *et al.* Aplicação de técnicas de inteligência artificial na otimização de processos logísticos. **Pesquisa Operacional**, São Paulo, v. 40, n. 3, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/380332622> Aplicacao de tecnicas de inteligencia artificial na otimizacao de processos logísticos. Acesso em: 6 abr. 2025.

SABERI, S. *et al.* A tecnologia blockchain como ferramenta de rastreabilidade em cadeias de suprimentos. **ResearchGate**, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/377994169> A tecnologia blockchain com o ferramenta de rastreabilidade em cadeias de suprimentos. Acesso em: 6 abr. 2025.

SANCHES, Ricardo. **Sustentabilidade na cadeia de suprimentos: gestão estratégica e responsabilidade corporativa**. São Paulo: Atlas, 2021.

SANTOS, Marcos; MANHÃES, Aline Martins; LIMA, Angélica Rodrigues. Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10., 2018. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2018.

SAP. **O que é Big Data?** Definição e funções analíticas avançadas. [S. l.]: SAP, 2020. Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/products/technology-platform/what-is-big-data.html>. Acesso em: 13 dez. 2023.

SERAFEIM, George. **How to build enduring commitment to long-term goals**. Boston: Harvard Business School, 2020. (Harvard Business School Working Paper, n. 20-100).

SEURING, Stefan; MÜLLER, Martin. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 16, n. 15, p. 1699–1710, 2008.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

SILVA, C. A. **Riscos ESG: Desafios e Oportunidades para a Governança Corporativa**. São Paulo: Atlas, 2021.

SILVA, João; PEREIRA, Ana. **ESG e sustentabilidade corporativa: desafios e oportunidades no século XXI**. São Paulo: Atlas, 2022.

SILVA, Mariana. **Compras sustentáveis: estratégias para um futuro responsável**. São Paulo: Atlas, 2020.

TACHIZAWA, Takeshi; WONG, Chee Yew. Towards a theory of multi-tier supply chain management: a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 689–701, 2015.



TERHORST, Luiz Henrique. Como mensurar o ROI e o impacto das ações de sustentabilidade? **Carbon Free Brasil – Blog**, 31 out. 2023. Atualizado em: 20 maio 2025. Disponível em: <https://carbonfreebrasil.com/como-mensurar-o-roi-e-o-impacto-das-acoes-de-sustentabilidade/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

VASCONCELOS, C. R. **Procurement 4.0**: uma revisão de literatura sobre a integração digital em processos de compras e as estruturas tecnológicas e organizacionais. 2022.