



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

Big Data e produção sustentável: uma revisão sistemática da literatura

Ludimila Aparecida Ferreira

Engenharia de Produção e Qualidade - UNIFEG

Daniele dos Reis Pereira Maia

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção - UFSCAR

Thaís Moreira Tavares

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – UFSCAR

Fernanda Campos Bueno

Engenharia de Produção e Qualidade – UNIFEG

Maria Luiza Silva Abdalla

Engenharia de Produção e Qualidade - UNIFEG

Resumo: A digitalização impulsionada por tecnologias da Indústria 4.0 como Sistemas Ciber-Físicos, Internet das Coisas, Computação em Nuvem, Inteligência Artificial, Realidade Aumentada e Robótica, tem transformando a forma como as organizações produzem seus produtos. Essas tecnologias permitem o acesso e o processamento de uma grande de dados, conhecidos como *Big Data*. Seus recursos vão além de ferramentas de *softwares* tradicionais, permitindo o processamento em Data Centers para análises de maior complexidade. Estudos indicam que as organizações utilizam a *Big Data* para promover modelos de produção mais sustentáveis. Entretanto, essa relação ainda é pouco explorada, destacando a necessidade de mais pesquisas nesse campo teórico. Este artigo investigou o uso do *Big Data* relacionado à produção sustentável, explorando possíveis integrações. A análise foi conduzida com um total de 29 documentos provenientes de revistas acadêmicas das bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. As conclusões e implicações acadêmicas e gerenciais são discutidas no final desse artigo.

Palavras-chave: *Big Data*, produção sustentável, revisão sistemática da literatura.

Big Data and sustainable production: a systematic literature review

Abstract: Digitalization driven by Industry 4.0 technologies such as Cyber-Physical Systems, Internet of Things, Cloud Computing, Artificial Intelligence, Augmented Reality and Robotics, has transformed the way organizations produce their products. These technologies allow access and processing of a large amount of data, known as *Big Data*. Its resources go beyond traditional software tools, allowing processing in Data Centers for more complex analyses. Studies indicate that organizations use *Big Data* to promote more sustainable production models. However, this relationship is still little explored, highlighting the need for more research in this theoretical field. This article investigated the use of *Big Data* related to sustainable production, exploring possible integrations. The analysis was conducted with a total of 29 documents from academic journals in the

Web of Science and Scopus databases. Academic and managerial conclusions and implications are discussed at the end of this article.

Keywords: *Big Data*, sustainable production, systematic literature review.

1. Introdução

Atualmente a digitalização por meio da combinação de diferentes tecnologias tem possibilitado potencializar a criação produtos, serviços e modelos de negócios (RACHINGER *et al.*, 2018). Diversas organizações têm recorrido às tecnologias como Sistemas Ciber-Físicos (CPS), Internet das Coisas (IoT), Sensores, Computação em Nuvem, Inteligência Artificial, Realidade Aumentada e Robótica (YADAV; SHANKAR; SINGH, 2021).

Essas tecnologias permitem o acesso a grandes conjuntos de dados “*Big Data*” (BD) que possibilitam conter diferentes tipos de dados para diversos processos (KOPPEL; CHANG, 2021). *Big Data* são compostos por diferentes formatos, dados estruturados, não estruturados, semiestruturados e algoritmos avançados (OUSSOUS *et al.*, 2018). Definido por sete critérios classificados como 7Vs: Volume, Velocidade, Variedade, Veracidade, Valor, Variabilidade e Visualização (FAROUKHI *et al.*, 2020).

Seus recursos estão além das ferramentas típicas de *softwares* existentes, os dados são transmitidos a centenas de *data centers* que verificam, registram, armazenam e analisam continuamente funções complexas (FAROUKHI *et al.*, 2020). Ferramentas analíticas avançadas em análises preditivas e prescritivas permitem tirar proveito de centenas de informações e obter *insights* profundos para avançar na inteligência dos negócios (CHEN; CHIANG; STOREY, 2012; CHANDRA; VERMA, 2023).

No contexto da produção sustentável, *Big Data* poderia representar oportunidade para a produção de produtos mais sustentáveis e incentivo as práticas responsáveis de consumo por parte dos indivíduos. O estudo realizado por Chandra e Verma (2023) sugere que as organizações adotem o uso de *Big Data* para criar experiências de consumo conscientes, como orientações de padrões de compra do consumidor, projetos e modelos de negócios com incentivos sustentáveis. Além disso, Azzahro *et al.* (2022) destaca que os avanços tecnológicos possibilitam ações inteligentes do ponto de vista da produção, demonstrando o potencial de produção mais sustentáveis. Apesar de haver uma tentativa recente de compreender o papel das tecnologias nas práticas de produção sustentável, como evidenciado no estudo de Azzahro *et al.* (2022), a investigação sobre essas relações ainda é limitada. Portanto, é necessário aprofundar o entendimento sobre como essas abordagens estão relacionadas. Considerando possíveis evidências do uso *Big Data* para a produção sustentável, o principal objetivo do estudo, é explorar a relação entre a tecnologia *Big Data* e a produção sustentável.

Para alcançar o objetivo do estudo, o artigo segue uma estrutura com 5 seções. A primeira introduz o estudo, a segunda descreve o método de pesquisa utilizado, a terceira detalha o processo de Revisão Sistemática da Literatura. A quarta seção apresenta os resultados, a análise foi dividida por duas etapas distintas. Inicialmente, apresentou-se uma análise quantitativa para examinar as principais características e origens dos documentos. Em seguida, foi realizada a análise qualitativa do conteúdo dos artigos. E por fim, a quinta seção compreende as conclusões do estudo e suas implicações tanto acadêmicas quanto gerenciais.

2. Método de pesquisa

A pesquisa neste estudo é classificada como exploratória em termos de seu objetivo, pois pretende fornecer uma compreensão sobre o assunto para torná-lo mais evidente e

explícito. E quanto ao seu procedimento técnico, é classificado como Revisão Sistemática da Literatura.

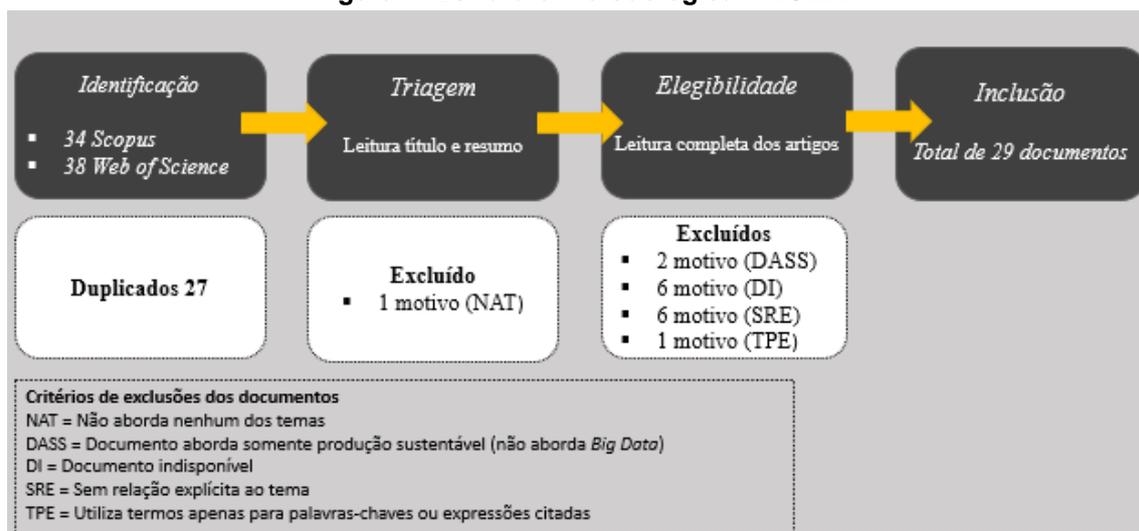
A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é uma abordagem de pesquisa especializada que tem como objetivo reunir e analisar de forma sistemática as evidências disponíveis sobre um tema específico (BIOLCHINI *et al.*, 2005; PICCAROZZI; AQUILANI; GATTI, 2018). De acordo com os autores, é amplamente reconhecida por sua metodologia rigorosa, metódicas, explícitas e passíveis de reprodução. O método visa fornecer uma base sólida para a análise e síntese dos resultados encontrados, um esquema confiável e imparcial de investigação sobre o tema em questão (PICCAROZZI; AQUILANI; GATTI, 2018).

O processo de desenvolvimento da RSL segue um conjunto de etapas bem definidas, que incluem a definição de métodos e estratégias de busca para identificar a literatura mais relevante. Para documentar de forma sistemática e garantir a integridade e a eficiência da revisão, é crucial estabelecer o protocolo de pesquisa (MOHER *et al.*, 2009; PICCAROZZI; AQUILANI; GATTI, 2018). Além disso, é importante estabelecer critérios claros de inclusão e exclusão para avaliar os estudos selecionados, assegurando a qualidade e a consistência das evidências consideradas (PICCAROZZI; AQUILANI; GATTI, 2018).

3. Revisão Sistemática da literatura

O principal propósito do estudo é explorar a relação entre a tecnologia *Big Data* e a produção sustentável. Os documentos foram extraídos das bases de dados *Web of Science* e *Scopus* devido à sua extensa cobertura internacional. Utilizadas as seguintes palavras-chave: *TITLE-ABS-KEY* (((*"Big Data"*) AND (*"sustainable production"*))). A pesquisa incluiu artigos que cumpriram os seguintes critérios: (1) documentos publicados online até 01 de setembro de 2023; (2) documentos continham pelo menos um dos termos identificados no resumo, título ou palavras-chave; e (3) publicados em periódicos. Para realizar o processo de revisão dos documentos, optou-se por utilizar o protocolo de estrutura metodológica PRISMA, por meio de quatro fases principais: Identificação, Triagem, Elegibilidade e Inclusão (MOHER *et al.*, 2009). Os resultados consolidados são representados na Figura 1.

Figura 1- Estrutura metodológica PRISMA



Fonte: Adaptado Moher *et al.* (2009)

Foram identificados 73 documentos nas bases de dados. Após essa identificação, os documentos foram importados para o *software Mendeley*, para o início da primeira fase de triagem, conforme sugerido pelo protocolo PRISMA, que compreendeu a remoção de

documentos duplicados. Em seguida, os artigos passaram por duas fases de triagem: (1) revisão dos títulos, resumos e palavras-chave e (2) leitura completa dos artigos, conduzida por (3) revisores.

Durante a etapa de triagem de duplicados, identificaram-se (27) artigos. Posteriormente, na fase de revisão dos títulos e resumos, apenas (1) artigo foi excluído conforme o critério de exclusão da figura, e (45) documentos avançaram para a próxima fase de elegibilidade. Nessa fase, 15 artigos foram excluídos conforme aos critérios: i) documento abordava somente produção sustentável (não abordava *Big Data*); ii) documento indisponível; iii) documento sem relação explícita ao tema; iv) documento utiliza termos apenas para palavras-chaves ou expressões citadas. Assim, a análise final foi conduzida com um total de 29 documentos provenientes de revistas acadêmicas, contribuindo para os objetivos de pesquisa deste estudo.

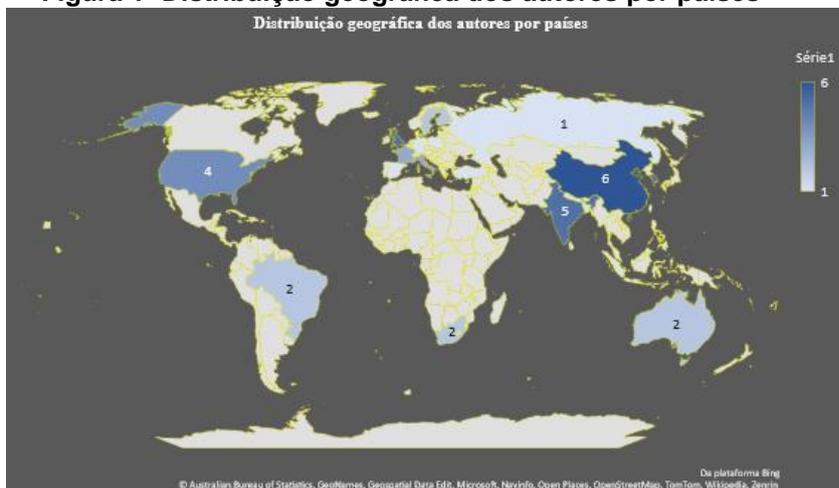
4. Resultados

A análise foi dividida por duas etapas distintas. Inicialmente, apresentou-se uma análise quantitativa para examinar as principais características e origens dos documentos. Em seguida, foi realizada a análise qualitativa do conteúdo dos artigos.

4.1 Resultados quantitativos

Com base na distribuição geográfica dos autores que abordaram o tema, foi observado uma variedade de países envolvidos em pesquisas. A China lidera com 6 autores, seguida pela Coreia, Índia, Reino Unido e EUA, cada um com 5 autores. Isso demonstra um interesse significativo e colaboração internacional sobre o tema, com representação de diversos países, incluindo por exemplo, algumas nações europeias, asiáticas e sul-americanas. A diversidade geográfica pode contribuir para uma perspectiva global abrangente sobre o tema.

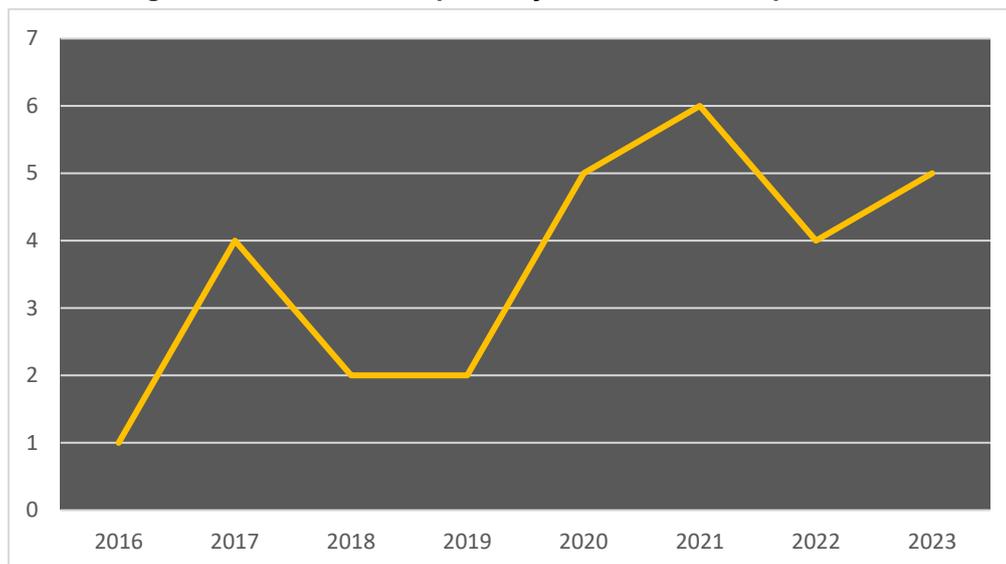
Figura 1- Distribuição geográfica dos autores por países



Fonte: Autores

Observa-se uma tendência de crescimento no número de publicações sobre o tema em (2021), divergindo com uma tendência mais baixa ao ano de (2022). Apesar de os dados terem sido coletados até setembro de 2023, o número de publicações já ultrapassou o total do ano de (2022), sugerindo a possibilidade de um aumento significativo no número de publicações sobre o tema em 2023, comparado aos anos anteriores. Os resultados podem ser visualizados na Figura 2.

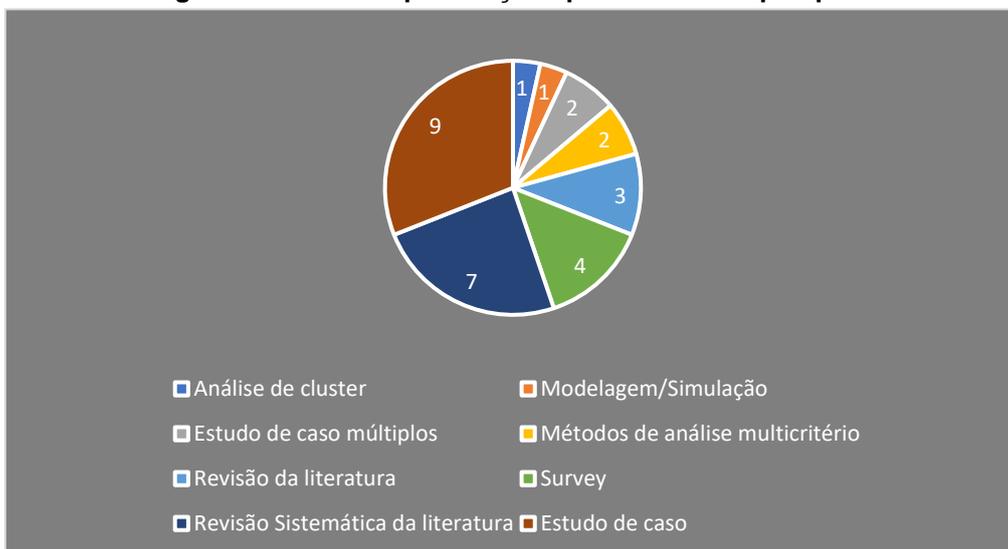
Figura 2- Quantidade de publicações sobre o tema por ano



Fonte: Autores

A diversidade dos métodos de pesquisa são consideráveis, entretanto a maioria dos estudos focaram em Estudo de caso, Revisão Sistemática da Literatura e *Survey*, com (9), (7) e (4) publicações sucessivamente.

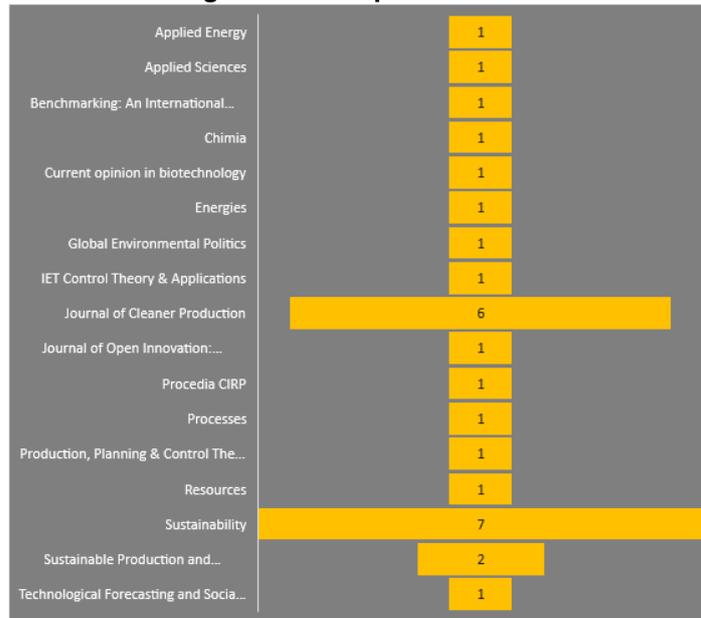
Figura 3 - Totais de publicações por método de pesquisa



Fonte: Autora

A diversidade de periódicos é considerável, entretanto existe uma concentração significativa em dois principais *Journals*. Os dois principais periódicos com maior quantidade de publicações sobre o tema são o "*Journal of Cleaner Production*" com (6) publicações, e "*Sustainability*" com um total de (7) publicações.

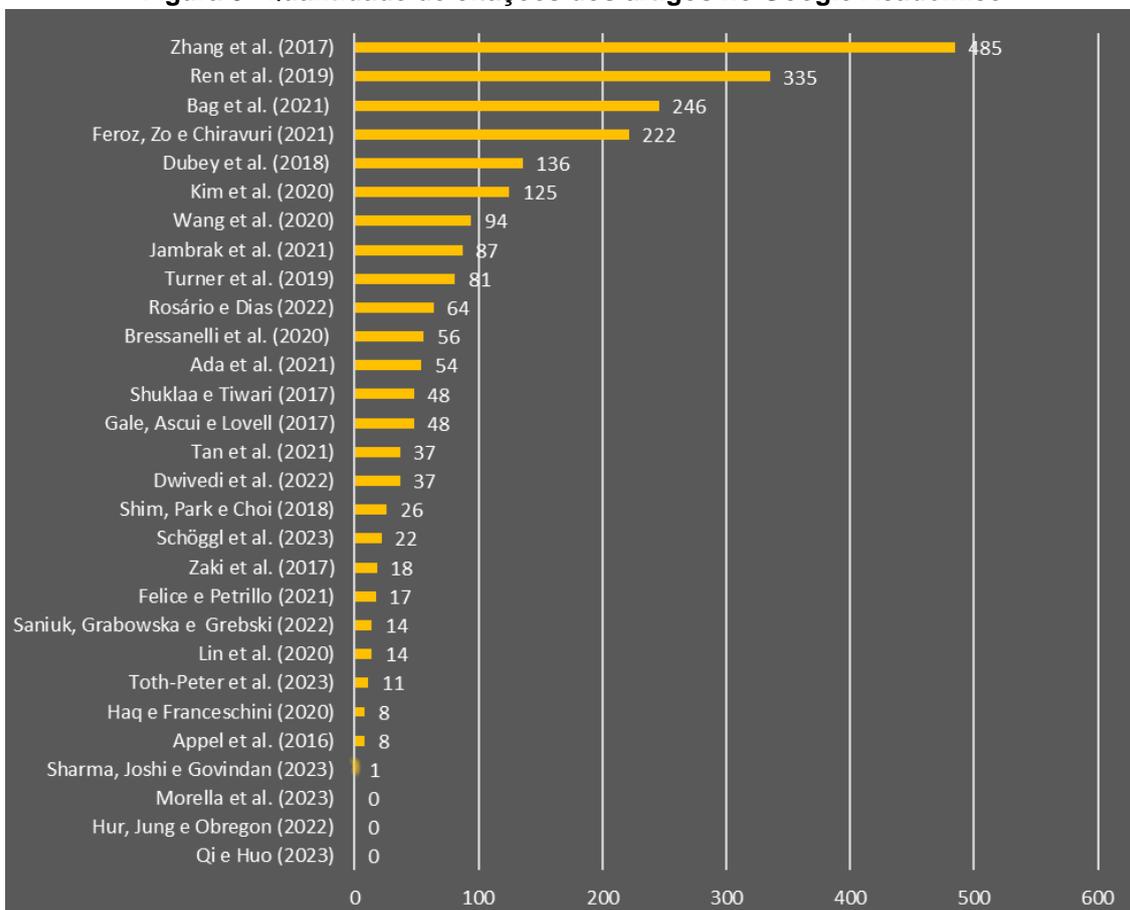
Figura 4- Principais Journals



Fonte: Autores

Quanto aos artigos mais citados, foi utilizado o Google Acadêmico para conduzir a análise, identificando um total de 26 artigos, sendo que 3 deles ainda não receberam nenhuma citação até o momento. Os resultados estão apresentados na Figura 5.

Figura 5- Quantidade de citações dos artigos no Google Acadêmico



Fonte: Autores

4.2 Resultados qualitativos

As informações associadas aos documentos, incluindo autores, anos e principais contribuições dos estudos considerados para essa pesquisa foram devidamente categorizadas, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Documentos incluídos e suas principais contribuições

Autores	Objetivos
Qi e Huo (2023)	Investiga e analisa o comportamento dos agricultores com base em técnicas de <i>Big Data</i> e transmissão de vídeo
Schöggel <i>et al.</i> (2023)	Explora tecnologias digitais na implementação de uma economia
Morella <i>et al.</i> (2023)	Analisa as aplicações da implementação da Indústria 4.0 e suas tecnologias constituintes aos aspectos da gestão da cadeia de suprimentos
Sharma, Joshi e Govindan (2023)	Analisa as barreiras à implementação de tecnologias digitais para alcançar o consumo e a produção sustentáveis no setor de cadeias de suprimentos alimentar
Toth-Peter <i>et al.</i> (2023)	Analisa quais tecnologias podem ser implementadas em modelos de negócios circulares e como elas apoiam o processo de transição
Dwivedi <i>et al.</i> (2022)	Analisa os desafios relativos à interação da indústria 4.0 e economia circular para a produção sustentável de calçados
Rosário e Dias (2022)	Explora estudos recentes em sustentabilidade e transição digital
Hur, Jung e Obregon (2022)	Demonstra como a análise de <i>Big Data</i> e Análises avançadas podem contribuir para tornar os processos de produção mais sustentáveis
Saniuk, Grabowska e Grebski (2022)	Identifica conhecimentos e habilidades críticas dos engenheiros para a implementação das tecnologias da Indústria 4.0
Ada <i>et al.</i> (2021)	Investiga as barreiras da economia circular na cadeia de suprimentos de alimentos
Bag <i>et al.</i> (2021)	Analisa os principais recursos para a adoção da Indústria 4.0 e seu efeito na produção sustentável e nas capacidades da economia circular
Feroz, Zo e Chiravuri (2021)	Identifica as perturbações causadas pela transformação digital no campo da sustentabilidade ambiental por meio de uma revisão sistemática da literatura
Jambrak <i>et al.</i> (2021)	Avalia a viabilidade de usar sensores inteligentes, Inteligência Artificial, <i>Big Data</i> e tecnologias para criar fábricas inteligentes com ênfase em sustentabilidade
Tan <i>et al.</i> (2021)	Propõem uma nova estrutura por meio de “ <i>Machine Learning for Smart Energy</i> ” para a aplicação em processos de fabricação
Felice e Petrillo (2021)	Define o estado atual e futuros desenvolvimentos de pesquisas na área Economia Circular, com foco na integração de tecnologias digitais
Bressanelli <i>et al.</i> (2020)	Investiga como a economia circular tem sido adotada na indústria de eletrodomésticos
Kim <i>et al.</i> (2020)	Discute abordagens de aprendizado de máquina em etapas da engenharia metabólica de sistemas
Lin <i>et al.</i> (2020)	Explora <i>Big Data</i> em linhas de produção de motores
Wang <i>et al.</i> (2020)	Propõem um novo paradigma de gestão do ciclo de vida do produto com foco no processo de remanufatura
Haq e Franceschini (2020)	Desenvolve uma escala conceitual preliminar para a medição da capacidade de manufatura distribuída de empresas manufatureiras que operam nos setores de borracha e plástico
Ren <i>et al.</i> (2019)	Realiza uma revisão sobre o uso de <i>Big Data</i> na manufatura inteligente com base no ciclo de vida do produto
Turner <i>et al.</i> (2019)	Explora a viabilidade de um modelo de negócio redistribuído para fabricantes que empregam novas tecnologias de fabricação como parte de um sistema de produção e consumo sustentável e circular

Dubey <i>et al.</i> (2018)	Examina o papel do <i>Big Data</i> e análise de dados no desempenho colaborativo entre os parceiros envolvidos no programa de desenvolvimento sustentável
Shim, Park e Choi (2018)	Explora a inovação aplicada na programação de operações, envolvendo tecnologias como a Internet das Coisas, Computação em Nuvem, <i>Big Data</i> e Tecnologia móvel.
Gale, Ascui e Lovell (2017)	Investiga as ligações entre esquemas de governação híbridos e regimes intergovernamentais
Shukla e Tiwari (2017)	Investiga as limitações enfrentadas por agricultores na produção sustentável de óleo de palma
Zhang <i>et al.</i> (2017)	Apresenta uma proposta de arquitetura geral de análise baseada em <i>Big Data</i> para o ciclo de vida do produto
Zaki <i>et al.</i> (2017)	Investiga como o <i>Big Data</i> pode facilitar a produção redistribuída nas indústrias de bens de consumo
Appel <i>et al.</i> (2016)	Investiga as habilidades de análises na área da Produção Química Sustentável

Fonte: Autores

Grande parte dos estudos exploraram o uso de tecnologias digitais na implementação da economia circular, examinando as aplicações da Indústria 4.0 na gestão da cadeia de suprimentos. Qi e Huo (2023) investigaram e analisaram o comportamento dos agricultores com base em técnicas de *Big Data* e transmissão de vídeo. Morella *et al.* (2023) analisaram as aplicações da implementação da Indústria 4.0 e suas tecnologias constituintes aos aspectos da gestão da cadeia de suprimentos. Sharma, Joshi e Govindan (2023) focaram-se em analisar as barreiras à implementação de tecnologias digitais para alcançar o consumo e a produção sustentáveis no setor de cadeias de suprimentos alimentar. Toth-Peter *et al.* (2023) analisaram quais tecnologias podem ser implementadas em modelos de negócios circulares e como elas apoiam o processo de transição.

Outra categoria de estudos concentrou-se na integração de tecnologias digitais para tornar os processos de produção mais sustentáveis. Hur, Jung e Obregon (2022) demonstraram como a análise de *Big Data* e análises avançadas podem contribuir para tornar os processos de produção mais sustentáveis. Wang *et al.* (2020) propuseram um novo paradigma de gestão do ciclo de vida do produto com foco no processo de remanufatura.

Os resultados dos artigos também abordaram a aplicação de tecnologias digitais em setores específicos. Bressanelli *et al.* (2020) investigaram como a economia circular tem sido adotada na indústria de eletrodomésticos. Lin *et al.* (2020) exploraram o uso de *Big Data* em linhas de produção de motores. Turner *et al.* (2019) exploraram a viabilidade de um modelo de negócio redistribuído para fabricantes que empregam novas tecnologias de fabricação como parte de um sistema de produção e consumo sustentável e circular.

Alguns estudos examinaram o papel do *Big Data* e da análise de dados no desempenho colaborativo entre os parceiros envolvidos em programas de desenvolvimento sustentável. Dubey *et al.* (2018) investigaram essa colaboração. Gale, Ascui e Lovell (2017) investigaram as ligações entre esquemas de governação híbridos e regimes intergovernamentais.

Outros artigos se concentraram em identificar as limitações enfrentadas por agricultores na produção sustentável de óleo de palma (Shukla e Tiwari, 2017) e nas habilidades de análises na Produção Química Sustentável (Appel *et al.*, 2016). Alguns estudos abordaram tópicos adicionais, como a análise do comportamento dos agricultores com base em técnicas de *Big Data* e transmissão de vídeo (Qi e Huo, 2023), identificação de conhecimentos e habilidades críticas dos engenheiros para a implementação da Indústria 4.0 (Saniuk, Grabowska e Grebski, 2022), e propostas de arquitetura geral de análise baseada em *Big Data* para o ciclo de vida do produto (Zhang *et al.*, 2017).

5. Conclusão

Essa pesquisa explorou a relação entre a tecnologia *Big Data* e a produção sustentável, e trouxe à tona uma série de descobertas e implicações de grande relevância tanto para o contexto acadêmico quanto para a gestão das organizações. O estudo se baseou em uma revisão sistemática da literatura (RSL) para compreender as nuances dessa relação.

A pesquisa destacou-se ao oferecer uma visão abrangente do estado atual do conhecimento na interseção entre tecnologia *Big Data* e produção sustentável. Ao realizar uma revisão sistemática da literatura, foi possível mapear as tendências qualitativas e quantitativas, identificar lacunas e consolidar as descobertas de pesquisas anteriores. Isso contribui significativamente para a base de conhecimento acadêmico, fornecendo um ponto de partida sólido para futuras investigações. Além disso, o estudo ressaltou a necessidade de aprofundar a compreensão das relações entre *Big Data* e práticas de produção sustentável. Isso abre oportunidades para pesquisadores explorarem questões específicas, desenvolverem novos modelos teóricos e conduzirem estudos empíricos para validar as descobertas teóricas. Portanto, esse trabalho não apenas contribui para o conhecimento existente, mas também estimula o avanço contínuo da pesquisa nessa área.

As implicações gerenciais desse estudo são igualmente significativas. A pesquisa evidencia que as tecnologias *Big Data* têm o potencial de transformar significativamente as práticas de produção sustentável. Ao possibilitar a coleta, análise e aplicação inteligente de dados em tempo real, as organizações podem tomar decisões mais informadas e orientadas para a sustentabilidade em suas operações. Os resultados sugerem que as organizações podem adotar o uso de *Big Data* para criar experiências de consumo conscientes, alinhar padrões de compra do consumidor com metas de sustentabilidade e desenvolver modelos de negócios com incentivos sustentáveis. Isso não apenas pode impulsionar a responsabilidade corporativa, mas também fortalecer a posição competitiva das empresas no mercado, à medida que os consumidores buscam cada vez mais produtos e serviços sustentáveis.

Dessa forma, essa pesquisa oferece insights valiosos para acadêmicos e gestores, sublinhando a promissora interseção entre *Big Data* e produção sustentável, e ressaltando a importância de explorar ainda mais essa relação em futuros estudos e práticas de gestão. Essas descobertas têm o potencial de orientar ações mais conscientes em direção a um futuro mais sustentável.

Referências

ADA, Nesrin *et al.* Analyzing barriers of circular food supply chains and proposing industry 4.0 solutions. **Sustainability**, v. 13, n. 12, p. 6812, 2021.

APPEL, Joerg *et al.* Comprehensive Analysis Competence and Innovative Approaches for Sustainable Chemical Production. **Chimia**, v. 70, n. 9, p. 621-621, 2016.

AZZAHRO, Fatimah *et al.* Toward Sustainable Consumption Initiatives Enabled by Information Technology: A Literature Review. In: **2022 5th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)**. IEEE, 2022. p. 253-258.

BAG, Surajit *et al.* Key resources for industry 4.0 adoption and its effect on sustainable production and circular economy: An empirical study. **Journal of Cleaner Production**, v. 281, p. 125233, 2021.

BIOLCHINI, Jorge *et al.* Systematic review in software engineering. **System engineering and computer science department COPPE/UFRJ, Technical Report ES**, v. 679, n. 05, p. 45, 2005.

BRESSANELLI, Gianmarco *et al.* Towards circular economy in the household appliance industry: An overview of cases. **Resources**, v. 9, n. 11, p. 128, 2020.

CHANDRA, Shobhana; VERMA, Sanjeev. *Big Data* and sustainable consumption: a review and research agenda. **Vision**, v. 27, n. 1, p. 11-23, 2023.

CHEN, Hsinchun; CHIANG, Roger HL; STOREY, Veda C. Business intelligence and analytics: From *Big Data* to big impact. **MIS quarterly**, p. 1165-1188, 2012.

DUBEY, Rameshwar *et al.* Examining the role of *Big Data* and predictive analytics on collaborative performance in context to sustainable consumption and production behaviour. **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 1508-1521, 2018.

DWIVEDI, Ashish *et al.* Integrating the circular economy and industry 4.0 for sustainable development: Implications for responsible footwear production in a *Big Data*-driven world. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 175, p. 121335, 2022.

FAROUKHI, A. Z. *et al.* *Big Data* monetization throughout *Big Data* Value Chain: a comprehensive review, **Journal of Big Data**, v. 7, n. 1, p. 1-22, 2020.

FELICE, Fabio; PETRILLO, Antonella. Green transition: The frontier of the digicircular economy evidenced from a systematic literature review. **Sustainability**, v. 13, n. 19, p. 11068, 2021.

FEROZ, Abdul Karim; ZO, Hangjung; CHIRAVURI, Ananth. Digital transformation and environmental sustainability: A review and research agenda. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1530, 2021.

GALE, Fred; ASCUI, Francisco; LOVELL, Heather. Sensing reality? New monitoring technologies for global sustainability standards. **Global Environmental Politics**, v. 17, n. 2, p. 65-83, 2017.

HAQ, Ijaz; FRANCESCHINI, Fiorenzo. Distributed manufacturing: proposal for a conceptual scale based on empirical evidence in the rubber and plastic sectors. **Benchmarking: An International Journal**, v. 27, n. 1, p. 430-470, 2020.

HUR, Sun; JUNG, Jae-Yoon; OBREGON, Josue. Special Issue on “Application of *Big Data* Analysis and Advanced Analytics in Sustainable Production Process”. **Processes**, v. 10, n. 4, p. 670, 2022.

KIM, Gi Bae *et al.* Machine learning applications in systems metabolic engineering. **Current opinion in biotechnology**, v. 64, p. 1-9, 2020.

KOPPEL, Siim; CHANG, Shing. MDAIC—a Six Sigma implementation strategy in *Big Data* environments. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 12, n. 2, p. 432-449, 2021.

LIN, Yao-Chin *et al.* The use of *Big Data* for sustainable development in motor production line issues. **Sustainability**, v. 12, n. 13, p. 5323, 2020.

MOHER, David *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal medicine**, v. 151, n. 4, p. 264-269, 2009.

MORELLA, Paula *et al.* Technologies Associated with Industry 4.0 in Green Supply Chains: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 15, n. 12, p. 9784, 2023.

OUSSOUS, Ahmed *et al.* *Big Data* technologies: A survey. **Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences**, v. 30, n. 4, p. 431-448, 2018.

PICCAROZZI, Michela; AQUILANI, Barbara; GATTI, Corrado. Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3821, 2018.

QI, Qi; HUO, Hongmei. Accuracy analysis of farmer behaviour based on *Big Data* and efficient video transmission: A convolutional neural network approach. **IET Control Theory & Applications**, 2023.

RACHINGER, Michael *et al.* Digitalization and its influence on business model innovation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 30, n. 8, p. 1143-1160, 2018.

REN, Shan *et al.* A comprehensive review of *Big Data* analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions. **Journal of cleaner production**, v. 210, p. 1343-1365, 2019.

REŽEK JAMBRAK, Anet *et al.* Internet of nonthermal food processing technologies (Iontp): Food industry 4.0 and sustainability. **Applied Sciences**, v. 11, n. 2, p. 686, 2021.

ROSÁRIO, Albérico Travassos; DIAS, Joana Carmo. Sustainability and the digital transition: A literature review. **Sustainability**, v. 14, n. 7, p. 4072, 2022.

SANIUK, Sebastian; GRABOWSKA, Sandra; GREBSKI, Wieslaw. Knowledge and skills development in the context of the fourth industrial revolution technologies: interviews of experts from Pennsylvania State of the USA. **Energies**, v. 15, n. 7, p. 2677, 2022.

SCHÖGGL, Josef-Peter *et al.* Implementation of digital technologies for a circular economy and sustainability management in the manufacturing sector. **Sustainable Production and Consumption**, v. 35, p. 401-420, 2023.

SHARMA, Manu; JOSHI, Sudhanshu; GOVINDAN, Kannan. Overcoming barriers to implement digital technologies to achieve sustainable production and consumption in the food sector: A circular economy perspective. **Sustainable Production and Consumption**, v. 39, p. 203-215, 2023.

SHIM, Sang-Oh; PARK, KyungBae; CHOI, SungYong. Sustainable production scheduling in open innovation perspective under the fourth industrial revolution. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 4, n. 4, p. 42, 2018.

SHUKLA, Manish; TIWARI, Manoj Kumar. Big-data analytics framework for incorporating smallholders in sustainable palm oil production. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 16, p. 1365-1377, 2017.

TAN, Daniel *et al.* A three-step machine learning framework for energy profiling, activity state prediction and production estimation in smart process manufacturing. **Applied Energy**, v. 291, p. 116808, 2021.

TOTH-PETER, Agnes *et al.* Industry 4.0 as an enabler in transitioning to circular business models: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, p. 136284, 2023.

TURNER, Chris *et al.* Sustainable production in a circular economy: A business model for re-distributed manufacturing. **Sustainability**, v. 11, n. 16, p. 4291, 2019.

WANG, Yankai *et al.* *Big Data* driven Hierarchical Digital Twin Predictive Remanufacturing paradigm: Architecture, control mechanism, application scenario and benefits. **Journal of cleaner production**, v. 248, p. 119299, 2020.

YADAV, Neeraj; SHANKAR, Ravi; SINGH, Surya Prakash. Critical success factors for lean six sigma in quality 4.0. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v.13, n.1, p. 123- 156, 2021.

ZAKI, Mohamed *et al.* The role of *Big Data* to facilitate redistributed manufacturing using a co-creation lens: patterns from consumer goods. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 680-685, 2017.

ZHANG, Yingfeng *et al.* A *Big Data* analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. **Journal of cleaner production**, v. 142, p. 626-641, 2017.