

TECNOLOGIAS DISRUPTIVAS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: IMPULSIONANDO A AGENDA DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Telma Regina Stroparo¹;

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5911059392094700>

Elaine da Silva Cordeiro²;

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/4635714300104297>

Valéria Aparecida Lemos³;

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/0104240835780332>

Beatriz Bochniak⁴.

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/9632100356663945>

RESUMO: A intersecção entre tecnologias disruptivas, inteligência artificial (IA) e sustentabilidade tem sido reconhecida como uma força motriz significativa para impulsionar a agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo examinar como essas tecnologias emergentes estão contribuindo para avançar os ODS, identificando oportunidades, desafios e impactos associados à sustentabilidade. A metodologia adotada classifica-se em qualitativa e utiliza-se de revisão abrangente da literatura acadêmica e técnica. Os resultados apontam que as tecnologias disruptivas, como blockchain, Internet das Coisas (IoT) e computação em nuvem, juntamente com avanços em IA, têm o potencial de transformar radicalmente setores-chave, incluindo saúde, agricultura, energia e transporte, alinhando-os com os princípios dos ODS. No entanto, para além dos benefícios, identificam-se desafios significativos, como questões de privacidade de dados, equidade no acesso e viés algorítmico, que exigem abordagens cuidadosas e políticas sólidas para mitigação. Além disso, destaca-se a premente necessidade de colaboração entre governos, setor privado, organizações da sociedade civil e academia para garantir que essas tecnologias sejam implementadas de forma ética, inclusiva e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Agenda 2030. Transformação Digital. Inovações.

DISRUPTIVE TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: DRIVING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AGENDA

ABSTRACT: The intersection of disruptive technologies, artificial intelligence (AI), and sustainability has been recognized as a significant driving force to propel the agenda of the Sustainable Development Goals (SDGs). In this regard, the present study aims to examine how these emerging technologies are contributing to advancing the SDGs by identifying opportunities, challenges, and sustainability-related impacts. The methodology adopted is qualitative and involves a comprehensive review of academic and technical literature. The results indicate that disruptive technologies, such as blockchain, Internet of Things (IoT), and cloud computing, along with advancements in AI, have the potential to radically transform key sectors, including health, agriculture, energy, and transportation, aligning them with the principles of the SDGs. However, beyond the benefits, significant challenges are identified, such as data privacy issues, equitable access, and algorithmic bias, which require careful approaches and robust policies for mitigation. Furthermore, there is a pressing need for collaboration among governments, the private sector, civil society organizations, and academia to ensure that these technologies are implemented in an ethical, inclusive, and sustainable manner.

KEY-WORDS: 2030 Agenda. Digital Transformation. Innovations

INTRODUÇÃO

O potencial disruptivo da IA pode impulsionar a inovação notadamente ao que tange à sustentabilidade (Toniolo *et al.*, 2020). Vemos exemplos de utilização das IA em programas de otimização de consumo de energia (consumo consciente), na implementação de ações para mitigação da poluição e desperdícios (Enholm *et al.*, 2022; Toniolo *et al.*, 2020), economia circular, reciclagens, fortalecimento de redes e conexões imprescindíveis para a promoção da sustentabilidade (Bazin, 2024; Brusseau, 2023)

Tais aplicações práticas da IA estão em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pelas Nações Unidas em 2015. Os ODS representam um conjunto de metas e objetivos destinados a abordar os desafios globais mais prementes, incluindo pobreza, desigualdade, mudança climática e degradação ambiental (Chen *et al.*, 2022; Merma-Molina; Urrea-Solano; Hernández-Amorós, 2023; Saini *et al.*, 2023)

No entanto, à medida que exploramos as oportunidades oferecidas por essas tecnologias emergentes, é crucial também considerar os desafios e os impactos associados à sustentabilidade. Questões de privacidade de dados, equidade no acesso e viés algorítmico surgem como preocupações significativas que precisam ser abordadas de forma cuidadosa e proativa. Além disso, a implementação ética, inclusiva e sustentável dessas tecnologias

requer uma colaboração estreita entre governos, setor privado, organizações da sociedade civil e academia (Bazin, 2024; Chen *et al.*, 2022; Saini *et al.*, 2023; Toniolo *et al.*, 2020)

Neste artigo, examinaremos como as tecnologias disruptivas e a IA estão contribuindo para avançar os ODS, identificando tanto as oportunidades quanto os desafios prementes. Utilizando uma metodologia qualitativa baseada em uma revisão abrangente da literatura acadêmica e técnica, analisaremos os impactos e as implicações dessas tecnologias para a sustentabilidade global.

OBJETIVO

O objetivo do estudo consiste em examinar como as tecnologias emergentes estão contribuindo para avançar os ODS, identificando oportunidades, desafios e impactos associados à sustentabilidade. Em particular, buscamos compreender como essas tecnologias estão influenciando e moldando a agenda dos ODS, identificando as oportunidades que oferecem para o avanço da sustentabilidade, bem como os desafios e impactos que podem surgir como resultado de sua implementação.

METODOLOGIA

A pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa, com abordagem bibliográfica e utiliza-se de revisão integrativa de literatura para trazer reflexões sobre o problema, no âmbito das tecnologias tendo como foco os ODS. A revisão de literatura é uma síntese de estudos primários que contém objetivos, materiais e métodos claramente explicitados e que foi conduzida de acordo com uma metodologia clara e reproduzível. A literatura relacionada com IA provém exclusivamente de revistas acadêmicas de renome, abrangendo tecnologias estabelecidas e emergentes. Ao examinar as aplicações atuais, os níveis de maturidade e o seu potencial para enfrentar os desafios da sustentabilidade, este estudo fornece informações cruciais para o avanço das práticas sustentáveis na construção.

As bases de dados consultadas foram Scopus, Web of Science, Science Direct e os descritores utilizados foram: Sustainable Development Goals; SDGs; Agenda 2030; Global Goals; Sustainable development; Artificial Intelligence; AI; Machine Learning; AI applications. No entanto, dado o alto volume de ocorrências, optou-se por refinar a amostra combinando os termos e incluindo operadores booleanos (AND, OR). Desta forma, somente artigos que propunham a interseção dos temas foram selecionados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inteligência artificial (IA) é um campo da ciência da computação que se dedica ao estudo e ao desenvolvimento de máquinas e programas computacionais capazes de reproduzir o comportamento humano na tomada de decisões e na realização de tarefas,

desde as mais simples até as mais complexas (Black; Samson; Ellis, 2024; Carolan, 2024).

IA é um amplo campo da ciência da computação que se concentra na criação de sistemas ou máquinas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana, podendo ser classificada sob três abordagens: IA: O da ciência da computação focado na criação de sistemas inteligentes capazes de realizar tarefas que exigem inteligência semelhante à capacidade humana; Aprendizado de Máquina (ML): Um subconjunto de IA aplicada aos algoritmos que permitem aos computadores aprender com os dados e melhorar o desempenho e *Deep Learning (DL)*: emprega automaticamente redes neurais para aprender e representar padrões complexos.

Ou seja, Inteligência artificial (IA) refere-se ao uso de algoritmos e outras técnicas computacionais para automatizar ou aumentar processos de tomada de decisão (Lim, 2024). As interconexões existentes entre os temas propostos neste artigo são inúmeras. Citaremos algumas destas aplicações encontradas na vasta literatura.

No viés dos 17 objetivos e as suas 169 metas que compõe os ODS percebemos que estão estruturados em torno dos três pilares da sustentabilidade - social, ambiental e económico e estão intrinsicamente interligados com ações das mais diversas acepções, podem ser classificados em 5 P': pessoas, a prosperidade, o planeta, a paz e as parcerias (Wu *et al.*, 2018)



Fonte: Wu, et al (2018)

Pela figura é possível ter uma visão ampla da abrangência dos ODS. Verifica-se tratar-se visão integrada e interdisciplinar, reconhecendo a complexidade e a interconexão dos desafios enfrentados pelo mundo atualmente. Reconhecem a interdependência entre os aspectos económicos, sociais e ambientais do desenvolvimento, destacando a importância de abordagens amplas, integradas e colaborativas para promover mudanças positivas e

duradouras (Stroparo, 2024).

Quanto à aplicabilidade prática da IA em ações de ODS a literatura apresenta muitas possibilidades. Destacamos as principais:

a) ODS 1 - Erradicação da Pobreza: A IA pode ser usada para identificar padrões de pobreza e criar modelos preditivos que ajudem a direcionar recursos para áreas carentes;

b) ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável: otimização dos processos agrícolas, melhorando a eficiência na produção de alimentos e reduzindo o desperdício, além de possibilitar maior eficiência na criação e gestão de redes para comunidades locais, agricultores agroecológicos, etc.

c) ODS 3 - Saúde e Bem-Estar: Auxílio na análise de grandes conjuntos de dados de saúde para identificar tendências e prever surtos de doenças, melhorando assim a prevenção e o tratamento.

d) ODS 4 - Educação de Qualidade: promover o ensino e o aprendizado, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos e fornecendo acesso a materiais educacionais de alta qualidade.

e) ODS 6 - Água Limpa e Saneamento: ações relacionadas ao monitoramento da qualidade da água e demanda por serviços de saneamento, ajudando a melhorar a gestão dos recursos hídricos

f) ODS 7 - Energia Limpa e Acessível: Otimização da distribuição de energia, reduzindo o consumo desnecessário e facilitando a transição para fontes de energia renovável

g) ODS 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico: Automatização de tarefas repetitivas e perigosas, liberando tempo para atividades mais criativas e produtivas.

h) ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura: impulsionar a inovação em diversos setores, facilitando o desenvolvimento de infraestrutura inteligente e sustentável

i) ODS 10 - Redução das Desigualdades: A IA pode ajudar a identificar e mitigar disparidades socioeconômicas, garantindo uma distribuição mais equitativa dos recursos e oportunidades.

j) ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis: ações de planejamento urbano e a gestão de recursos, contribuindo para o desenvolvimento de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

k) ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis: monitoramento e análise de padrões de consumo, identificando áreas de desperdício e incentivando práticas mais sustentáveis.

l) ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima: prevenção de eventos climáticos extremos e desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação.

m) ODS 14 - Vida na Água: Monitoramento de ecossistemas marinhos e identificação de padrões de poluição e degradação, contribuindo para a conservação da vida marinha.

n) ODS 15 - Vida Terrestre: Auxílio na identificação e monitoramento de espécies ameaçadas, ajudando a proteger a biodiversidade terrestre.

o) ODS 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Análise de grandes conjuntos de dados e detectar padrões de violência e conflito, ajudando a prevenir e resolver conflitos.

p) ODS 17 - Parcerias e Meios de Implementação: A IA pode facilitar a colaboração entre governos, empresas e organizações da sociedade civil, promovendo uma abordagem integrada para o desenvolvimento sustentável.

Essas são, portanto, algumas formas pelas quais a IA pode contribuir para a realização dos ODS. À medida que a tecnologia continua a evoluir, é esperado outras aplicações da IA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo consiste em examinar como as tecnologias emergentes estão contribuindo para avançar os ODS, identificando oportunidades, desafios e impactos associados à sustentabilidade. Em particular, buscamos compreender como essas tecnologias estão influenciando e moldando a agenda dos ODS, identificando as oportunidades que oferecem para o avanço da sustentabilidade, bem como os desafios e impactos que podem surgir como resultado de sua implementação.

Para alcançar esse objetivo, é essencial examinar as diversas tecnologias emergentes que estão sendo adotadas em diferentes setores e contextos. Tecnologias como blockchain, Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem, inteligência artificial (IA) e outras têm demonstrado um potencial significativo para transformar práticas e processos em áreas como saúde, agricultura, energia, transporte e muito mais. Ao entender como essas tecnologias estão sendo aplicadas e integradas em iniciativas relacionadas aos ODS, podemos avaliar melhor seu impacto e seu papel na consecução desses objetivos.

Além de identificar as oportunidades proporcionadas por essas tecnologias, também é crucial examinar os desafios que enfrentam. Questões como privacidade de dados, segurança cibernética, equidade no acesso e viés algorítmico podem surgir como barreiras significativas para a implementação eficaz e sustentável dessas tecnologias. Ao destacar esses desafios, podemos desenvolver estratégias e políticas mais eficazes para mitigar seus impactos negativos e garantir que as tecnologias emergentes sejam utilizadas de

forma ética e inclusiva.

Além disso, é importante considerar os impactos mais amplos que essas tecnologias podem ter na sustentabilidade global. Por exemplo, como a adoção de tecnologias de energia limpa pode contribuir para o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível) ou como o uso de IA na agricultura pode ajudar a alcançar o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável). Avaliar esses impactos nos permite entender melhor como as tecnologias emergentes estão impulsionando a agenda dos ODS e como podemos aproveitar seu potencial para promover um futuro mais sustentável para todos.

REFERÊNCIAS

BAZIN, Y. Making Artificial Intelligence More Sustainable: Three Points of Entry into an Ethical Black Box. **Journal of Innovation Economics & Management**, Louvain-la-Neuve, v. Prépublication, n. 0, p. I160-XVIII, 2024.

BLACK, S.; SAMSON, D.; ELLIS, A. Moving beyond ‘proof points’: Factors underpinning AI-enabled business model transformation. **International Journal of Information Management**, [s. l.], v. 77, p. 102796, 2024.

BRUSSEAU, J. AI human impact: toward a model for ethical investing in AI-intensive companies. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 1030–1057, 2023.

CAROLAN, M. Who and what gets recognized in digital agriculture: agriculture 4.0 at the intersectionality of (Dis)Ableism, labor, and recognition justice. **Agriculture and Human Values**, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10460-024-10560-9>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CHEN, M. *et al.* NLP for SDGs: Measuring Corporate Alignment with the Sustainable Development Goals. **The Journal of Impact and ESG Investing**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 61–81, 2022.

ENHOLM, I. M. *et al.* Artificial Intelligence and Business Value: a Literature Review. **Information Systems Frontiers**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 1709–1734, 2022.

LIM, T. Environmental, social, and governance (ESG) and artificial intelligence in finance: State-of-the-art and research takeaways. **Artificial Intelligence Review**, [s. l.], v. 57, n. 4, p. 76, 2024.

MERMA-MOLINA, G.; URREA-SOLANO, M.; HERNÁNDEZ-AMORÓS, M. J. The Integration of Gender Equality (SDG 5) into University Teaching: the View from the Frontline. **Innovative Higher Education**, [s. l.], 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s10755-023-09668-3>. Acesso em: 4 maio 2024.

SAINI, M. *et al.* Sustainable Development Goal for Quality Education (SDG 4): A study on SDG 4 to extract the pattern of association among the indicators of SDG 4 employing a genetic algorithm. **Education and Information Technologies**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 2031–2069, 2023.

STROPARO, T.R. Objetivos de desenvolvimento sustentável (ods) e total cost of ownership (tco): uma abordagem holística. *Em: livro de memórias do Sustentare & WIPIS*. 20 mar. 2024.

TONIOLO, K. *et al.* Sustainable business models and artificial intelligence: Opportunities and challenges. *In: KNOWLEDGE, PEOPLE, AND DIGITAL TRANSFORMATION*. [S. l.]: Springer, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-40390-4_8.

WU, J. *et al.* **Information and Communications Technologies for Sustainable Development Goals: State-of-the-Art, Needs and Perspectives**. [S. l.]: arXiv, 2018. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1802.09345>. Acesso em: 15 abr. 2024.