IEPG SUMMIT'25
Pensando o futuro com inteligência artificial e consciência social

APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ECONOMIA CIRCULAR: DIMENSÕES ÉTICAS, SOCIAIS E DE GOVERNANÇA

Willian Guimarães de Carvalho Costa – williancostag@unifei.edu.br
Jeniffer de Nadae – jennifer.nadae@unifei.edu.br

Palavras-chave: economia circular, inteligência artificial, aspectos sociais, governança.

1. INTRODUÇÃO

A Economia Circular (EC) vem ganhando atenção no contexto global como uma alternativa sustentável ao paradigma econômico linear de produção, consumo e gestão de recursos (Mont'Alverne; Holanda, 2025), com potencial para gerar impactos sociais positivos, especialmente se apoiada por políticas públicas eficazes (Mainardi, et al., 2025).

No mesmo sentido, a Inteligência Artificial (IA) vem ganhando relevância no cenário mundial, especialmente ao que se refere aos baixos custos do processamento de memória e ao surgimento de novos paradigmas (Sichman, 2021). Quando aplicada à EC, a IA pode representar uma tecnologia transformadora capaz de abrir oportunidades consideráveis para a transição circular, contudo, uma aplicação puramente técnica da IA não ressalva que seus efeitos sejam distribuídos de modo responsável, transparente e ético (Sichman, 2021)

Sendo assim, a integração de sistemas de IA à EC necessita de uma análise capaz de promover reflexões que integrem técnica, ética e governança, para além de aspectos operacionais ou de eficiência. Portanto, o presente trabalho propõe-se a mapear a produção científica que articula EC e IA, classificando os estudos, identificando desafios, tendências e lacunas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial teórico

2.1.1 Aplicações de Inteligência Artificial em cenários circulares

Siqueira et al. (2023) destacam que a conexão entre IA e sustentabilidade é vital para diversas áreas apontando que “há pesquisadores de IA focados em resolver não apenas questões tecnológicas, mas também econômicas, ambientais e sociais” (SIQUEIRA et al.; 2023, p. 6) .

Nesse mesmo sentido, Cavalcante e Garcia (2024, p. 100) apontam como aplicar IA para fins sustentáveis, considerando que a transformação digital modificou “o cenário o da realidade social, econômica, cultural e política”. Faveri (2025), ao analisar aplicações de IA em sistemas de coleta inteligente, ressalta que as ferramentas de IA podem aprimorar o planejamento de rotas, minimizar necessidades de intervenções manuais e aumentar a eficiência da triagem para destinação adequada de resíduos.

Tais estudos, indicam a possibilidade de identificação de usos concretos e promissores de sistemas de IA em cenários circulares, contudo, as análises são em sua maioria instrumentais e pouco incluem em suas discussões aspectos relacionados a impactos sociais, éticos e de governança.

2.1.2 Dimensões éticas sociais e de governança em IA

As discussões sobre IA destacam que tais sistemas são atravessados por valores e vieses, demandando diretrizes e políticas de governança adequadas, assim como colaboração interdisciplinar (QIAN, et al. 2024). Rohde et al. (2023) indicam que essa abordagem de integração de diferentes áreas é fundamental para integrar governança responsável e IA no âmbito da EC. No contexto social, Lanna (2018) destaca que a inserção de IA pode gerar produtividade, assim como desigualdade e desemprego (o que tem impacto direto na desigualdade de renda, especialmente entre trabalhadores de baixa e média qualificação).

Embora haja estudos que abordam IA e ética, ainda há pouco diálogo com EC; já os estudos que tratam de sustentabilidade ou circularidade frequentemente negligenciam repercussões sociais ou mecanismos de governança. Essa lacuna reforça a relevância do tema, tornando explícita a necessidade de maiores discussões integradas acerca de aspectos éticos, sociais e de governança da IA aplicada à EC.

2.2 Metodologia

O presente trabalho é parte integrante de uma pesquisa de Doutorado e adota uma metodologia qualitativa do tipo revisão de literatura exploratória (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995). Foram utilizadas 25 pesquisas publicadas entre 2020 e 2025, indexadas na plataforma *Google Acadêmico* (por sua abrangência multidisciplinar), localizadas a partir da combinação das palavras-chave “economia circular”, “inteligência artificial”, “ética”, “impacto social” e “governança”.

A análise dos dados foi pautada pela triagem inicial a partir da leitura de títulos, resumos e palavras-chave (a fim de se verificar a pertinência dos trabalhos em relação ao tema estabelecido). Foram incluídos trabalhos que articulam explicitamente IA e algum aspecto de circularidade, discutindo (mesmo que tangencialmente) implicações sociais, éticas ou de governança. A partir disso, foi realizada uma classificação analítica segundo quatro categorias (técnica, ética, social e governança) conforme a predominância da abordagem, identificando-se padrões, lacunas e relações entre as dimensões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição temática mostrou predominância em trabalhos que discutem sustentabilidade corporativa, práticas de ESG e economia circular. Na dimensão técnica, cerca de 48% (12 trabalhos) trazem de forma direta estratégias e processos de circularidade, apontando o papel da governança ambiental aliada à inovação na transição para modelos produtivos circulares, mas se concentrando especialmente em aspectos operacionais, sem integrar de forma significativa implicações éticas ou sociais.

Na dimensão ética, cerca de 44% (11 trabalhos) dos estudos abordam dimensões éticas, sociais ou de governança, em especial em cenários de plataformas digitais, impactos socioeconômicos da IA e da indústria 4.0. Apesar de não trazerem de forma direta a EC, apontam contribuições significantes para a compreensão de riscos e desafios na adoção de sistemas inteligentes em variados

setores (demonstrando que ainda é necessário reforçar a necessidade de mecanismos de governança algorítmica e responsabilidade social tecnológica).

Destaca-se que a integração de IA, EC e dimensões éticas e de governança ainda é incipiente, uma vez que apenas 8% (2 trabalhos) dos estudos abordam de maneira simultânea IA e sustentabilidade na dimensão social, e na dimensão de governança somente 4% (um trabalho) aponta de forma integrada as três dimensões centrais. A partir desses dados, evidencia-se que abordagens técnicas e socioambientais ainda permanecem fragmentadas e reforça-se a relevância de maiores investigações que construam conexões entre tecnologia, ética e sustentabilidade a partir de um olhar interdisciplinar e crítico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente análise evidenciou que embora IA e EC estejam ganhando destaque na literatura, sua integração ainda é fragmentada e insuficiente no que se refere a discussões voltadas para dimensões éticas, sociais e de governança. Das pesquisas analisadas, a maioria se concentra em aspectos técnicos e ambientais (voltados especialmente para a eficiência de processos e otimização de recursos), e apenas uma pequena parcela articula tais aspectos com perspectivas relacionadas a questões sociais, éticas ou de controle e transparência.

Portanto, ressalta-se a necessidade de ampliação da integração entre os campos de EC e IA, considerando-se além de oportunidades tecnológicas, riscos e dilemas éticos. A partir dessa lacuna, sugere-se para trabalhos futuros investigações mais profundas sobre tais conexões, assim como o investimento em abordagens interdisciplinares que sejam capazes de conectar aspetos técnicos aos princípios de sustentabilidade e justiça socioambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, Elizabeth Nantes; GARCIA, Rebeca Alves de Souza; Meio ambiente, inteligência artificial e sustentabilidade. p. 90-103. ESG e economia circular na gestão 4.0: ações para negócios mais sustentáveis. São Paulo: Blucher, 2024.

FAVERI, Lucas Antônio Martinez; VIEIRA, Ivinna Kariny da Costa. Aplicações de inteligência artificial em sistemas de coleta inteligente de resíduos: revisão da literatura. **Revista Brasileira de Gestão e Sustentabilidade.** Vol. 12, Nº 30, p. 125-136 - 30 abr. 2025.

LANNA, Antônio Bahury. Os impactos socio-econômicos da inteligência artificial. **CONTEXTURA**, Belo Horizonte, no 12, jun. de 2018, p. 21-30.

MAINARDI, Fernando Henrique Braros; MENDES Ijosiel; DA SILVA, Suéllen Danúbia; MARSOLI, Glaucimarcos Fakine, DE OLIVEIRA, Elimeire Alves; TAGLIAFERRO, Evandro Roberto. A economia circular como estratégia para o desenvolvimento sustentável no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v. 11, n. 6, jun. 2025. ISSN: 2675-3375. DOI: doi.org/10.51891/rease.v11i6.19876.

MONT'ALVERNE, Tarin Cristino Frotta; HOLANDA, João Ricardo. A economia circular e sua relação com a política nacional de resíduos sólidos: Inovação ou risco de reciclagem das políticas que ficaram no papel. **Veredas do Direito**, v.22, 2025. DOI: http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v22.2800. Disponível em: https://www.scielo.br/j/vd/a/Zz68LHVnFnf3QNPLSF9kppp/?format=pdf&lang=pt. Acesso em 13 de out. 2025.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa Rita. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Ver. Saúde Pública,** 29(4): 318-25. 1995. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/fF44L9rmXt8PVYLNvphJgTd/?format=pdf&lang=pt. Acesso em 13 de out. 2025.

QIAN, Yuzhou; SIAU, Keng L.; NAH, Fiona F. Societal impacts of artificial intelligence: Ethical, legal, and governance issues. **Societal Impacts** (3) 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.socimp.2024.100040.

ROHDE, Friederike; WAGNER, Josephin; MEYER, Andreas; REINHARD, Philipp; VOSS, Marcus; PETSCHOW, Ulrich; MOLLEN, Anne. Broadening the perspective for sustainable AI: Sustainability criteria and indicators for Artificial Intelligence systems. **Computer Science** (v. 1) 2023. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.13686.

SICHMAN, Jaime Simão. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **ESTUDOS AVANÇADOS**, 35 (101), 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/c4sqqrthGMS3ngdBhGWtKhh/?format=pdf&lang=pt. Acesso em 13 de out. 2025.

SIQUEIRA, Maoel; DOS SANTOS, Vanessa Martins; DINIZ, Eduardo Henrique. Inteligência artificial para sustentabilidade: Uma revisão sistemática de literatura em sistemas de informação. **Twenty-ninth Americas Conference on Information Systems**, Panama, 2023. Disponível em: https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=amcis2023. Acesso em 13 de out. 2025.