

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

um caminho bifurcado

Paula Cotrim de Abrantes¹

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
pcotrimdeabrantes@gmail.com

Vania Lisboa da Silveira Guedes²

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
vanialisboa@facc.ufrj.br

Resumo

O objetivo da pesquisa é investigar por meio de compreensões interdisciplinares, o caminho bifurcado que a inteligência artificial (IA), e de modo específico, a inteligência artificial generativa traz à sociedade por meio de uma visão inter-relacionada com a inovação e com a sustentabilidade ambiental. A partir do tema da pesquisa, foi elaborada uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória e criada uma estratégia de busca para o Google Acadêmico, onde foram coletados e analisados estudos das mais diversas tipologias documentais que tratam sobre a IA generativa relacionada à sustentabilidade ambiental. A partir da amostra heterogênea coletada percebeu-se que a IA está intrinsecamente relacionada com a inovação e com a sustentabilidade ambiental. Da mesma forma que ela pode ajudar o planeta a partir de suas análises e diagnósticos, ela pode prejudicá-lo aumentando a pegada de carbono e causando alterações em diversos ecossistemas. Há também preocupações sobre a proteção de dados pessoais. No campo da inovação, há receios e inquietações quanto à possibilidade de desemprego e falência que esta tecnologia pode gerar. O campo da IA como disciplina, emergiu em 1956, no entanto, teve grande progresso na década de 2020. As redes neurais profundas e o aumento da capacidade de processamento computacional fez o uso da IA generativa ter um enorme aumento na sociedade. No entanto, seus benefícios e riscos precisam ser analisados de forma profunda para que ela ajude o planeta ao invés de contribuir para sua destruição.

Palavras-chave: inteligência artificial; destruição criativa; inovação; sustentabilidade ambiental; pegada de carbono.

¹Doutoranda em Ciência da Informação no Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação (UFRJ/IBICT). Mestre em Propriedade Intelectual e Inovação (INPI). Possui Especialização em Gerenciamento de Projetos e é graduada em Arquivologia e Biblioteconomia pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Atualmente é arquivista da UNIRIO e responsável pela Gerência de Documentação Permanente.

²Professora Associada do Departamento de Biblioteconomia da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação (CAPES 6) - IBICT_UFRJ. Docente do Mestrado Profissional em Letras, Polo_UFRJ. Pós-doutora (2012-2015) e Doutora (2007-2010) em Linguística pelo Programa de Pós-Graduação em Linguística (CAPES 6) da UFRJ. Investigadora Visitante em estágio pós-doutoral em curso na Universidade de Lisboa (09/2019- 03/2020 e 04/2023 a 09/2023). Mestrado em Ciência da Informação (CAPES 6) -IBICT/CNPq_ECO/UFRJ.



Esta obra está licenciada sob uma licença

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

P2P & INOVAÇÃO, Rio de Janeiro, v. 11, n.1, p. 1-21, jan./jul. 2024.

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE, INNOVATION, AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY a bifurcated path

Abstract

The objective of the research is to investigate, through interdisciplinary understandings, the bifurcated path that artificial intelligence (AI), and specifically generative artificial intelligence, brings to society through a vision interrelated with innovation and environmental sustainability. Based on the research theme, a qualitative, descriptive, and exploratory approach was developed, and a search strategy was created for Google Scholar, where studies of various documentary types dealing with generative AI related to environmental sustainability were collected and analyzed. From the heterogeneous sample collected, it was observed that AI is intrinsically related to innovation and environmental sustainability. Just as it can help the planet through its analyses and diagnostics, it can harm it by increasing the carbon footprint and causing changes in various ecosystems. There are also concerns about the protection of personal data. In the field of innovation, there are fears and anxieties regarding the possibility of unemployment and bankruptcy that this technology can generate. The field of AI as a discipline emerged in 1956, but it made significant progress in the 2020s. Deep neural networks and the increase in computational processing capacity have led to a significant increase in the use of generative AI in society. However, its benefits and risks need to be deeply analyzed so that it helps the planet instead of contributing to its destruction.

Keywords: artificial intelligence; creative destruction; innovation; environmental sustainability; carbon footprint.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA, INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL un camino bifurcado

2

Resumen

El objetivo de la investigación es investigar, a través de comprensiones interdisciplinarias, el camino bifurcado que la inteligencia artificial (IA), y específicamente la inteligencia artificial generativa, trae a la sociedad a través de una visión interrelacionada con la innovación y la sostenibilidad ambiental. A partir del tema de la investigación, se elaboró un enfoque cualitativo, descriptivo y exploratorio y se creó una estrategia de búsqueda para Google Scholar, donde se recopiló y analizaron estudios de los más diversos tipos documentales que tratan sobre la IA generativa relacionada con la sostenibilidad ambiental. A partir de la muestra heterogénea recopilada, se observó que la IA está intrínsecamente relacionada con la innovación y la sostenibilidad ambiental. De la misma manera que puede ayudar al planeta a través de sus análisis y diagnósticos, puede perjudicarlo aumentando la huella de carbono y causando alteraciones en diversos ecosistemas. También hay preocupaciones sobre la protección de datos personales. En el campo de la innovación, existen temores e inquietudes respecto a la posibilidad de desempleo y quiebras que esta tecnología puede generar. El campo de la IA como disciplina emergió en 1956, sin embargo, tuvo un gran progreso en la década de 2020. Las redes neuronales profundas y el aumento de la capacidad de procesamiento computacional hicieron que el uso de la IA generativa tuviera un enorme aumento en la sociedad. Sin embargo, sus beneficios y riesgos necesitan ser analizados profundamente para que ayude al planeta en lugar de contribuir a su destrucción.

Palabras clave: inteligencia artificial; destrucción creativa; innovación. sostenibilidad ambiental; huella de carbono.

1 INTRODUÇÃO

O alcance pelo ser humano de um certo grau de cognição propiciou a fabricação e a utilização de ferramentas tecnológicas a seu favor e, a partir desse primeiro passo em direção à inovação, o desenvolvimento tecnológico não parou mais. Perpassou pela invenção da indústria têxtil, da máquina à vapor, da eletricidade, da indústria petroquímica, da informática e da sustentabilidade até chegar ao ponto que estamos, na década de 2020, na qual a inovação atingiu uma grande extrapolação socioeconômico e ambiental por meio dos usos disruptivos da Inteligência Artificial (IA) e da Inteligência Artificial Generativa, trazendo impactos positivos e negativos para a sustentabilidade ambiental.

Este artigo propõe uma reflexão sobre o caminho bifurcado que a IA oferece juntamente com seus desafios e oportunidades que emergem no domínio da inovação e sustentabilidade, principalmente no que concerne à Inteligência Artificial Generativa. No que se refere à IA, Russell e Norvig (2013) explicam que ela é uma tecnologia que busca pensar e agir como o ser humano, e de modo racional. A IA, como campo científico, pertence à área da Ciência da Computação (CC) e teve, como seu marco principal de criação, o curso de verão no Dartmouth College (EUA), em 1956, concebido por John McCarthy, Marvin Minsky, e elaborado de forma conjunta por Claude Shannon e Nathaniel Rochester (Russel, 2021). Esses pesquisadores acreditavam que o pensamento humano poderia ser reproduzido por meio de máquinas se, a elas, fossem fornecidos dados e meios para alcançar essa finalidade.

De 1956 para os anos 2020, a IA avançou enormemente. No início da década de 2020, a IA generativa teve grandes progressos, que propiciaram, por exemplo, a criação do ChatGPT da OpenAI e de *Large Language Models* (LLM's). Esse avanço foi bastante significativo, tanto que da mesma forma que esta tecnologia pode contribuir para se construir um planeta mais sustentável, pode também prejudicá-lo na mesma proporção, o que são uns dos aspectos relevantes que evidenciam a importância de discutir questões relacionadas a esse tema.

Quanto à sustentabilidade, em 1994, John Elkington, um dos principais pesquisadores sobre responsabilidade corporativa e capitalismo sustentável, divulgou mais fortemente seu conceito. O Portal da Indústria (2023) explica que o conceito de sustentabilidade é formado por três pilares, o pilar social, o ambiental e o econômico. A sustentabilidade social deve trazer um bem-estar social como um todo, além de saúde e segurança. A sustentabilidade ambiental trata sobre fazer um manejo responsável do meio ambiente, respeitar seus limites e efetivar meios que o regenere. No que concerne à sustentabilidade econômica, ela deve buscar respeitar questões sociais e ambientais de forma que o desenvolvimento econômico ocorra por meio de

uma gestão inteligente dos recursos naturais, e as três devem atuar em conjunto (Portal da Indústria, 2023).

Entretanto, buscar a inovação e o avanço tecnológico, na IA, pode trazer consequências boas e ruins para a sustentabilidade ambiental. Tendo isso por base, esse trabalho tem como objetivo geral compreender e analisar a IA, a sustentabilidade ambiental e a inovação, refletindo sobre seu caminho bifurcado. Nesse contexto, seus objetivos específicos estão distribuídos na estrutura do trabalho da seguinte forma: a seção um introduz o tema da pesquisa; a seção dois explica os conceitos relacionados à inovação e à sustentabilidade ambiental; a seção três apresenta um *overview* sobre conceitos da IA; a seção quatro traz a metodologia do trabalho e a seção cinco discute os desafios da IA em integração com questões da sustentabilidade ambiental e da inovação. A seção seis traz as conclusões do trabalho.

2 INOVAÇÃO E SEU INTER-RELACIONAMENTO COM A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

4

Inovar, em seu sentido mais direto, se traduz na criação de algo novo, seja um produto, um processo ou um serviço. (WIPO, 2023). Nesse contexto, as inovações podem ser enquadradas como incrementais, disruptivas e radicais. A inovação incremental traz uma melhoria no produto, processo ou uma alteração na produção de uma empresa (Lemos, 2000). Quanto às inovações disruptivas, elas trazem algo totalmente novo ao mercado, para não falirem, as empresas terão que se adaptar. No que tange às inovações radicais, elas podem trazer um grande impacto à sociedade e, desse impacto, conseguir “perturbar as estruturas técnicas, econômicas e sociais” (*European Commission*, 2019, p. 18, tradução nossa).

O conhecido teórico Schumpeter é um dos pioneiros a discutir a teoria sobre a destruição criativa (McCraw, 2012). Na perspectiva desta teoria, o surgimento de novas tecnologias disruptivas traz um efeito de desaparecimento das que surgiram antes, o que vai acarretar em falência para as empresas que produziam esses produtos. O ponto importante a frisar é relativo ao fato que se a empresa não observar esse momento certo de transição, ela pode vir a falência, daí surge esse dilema relativo à inovação, essa questão é debatida por Christensen (1997).

De acordo com Tigre (1998), desde a época de Alfred Marshall, modelos são concebidos pela teoria econômica para compreender a lógica por trás das condutas das empresas e do mercado. Nesse contexto, Silva, Bagno e Salerno (2014) explicam que existem modelos que irão realizar a gestão da inovação. Isso está relacionado a de que forma uma empresa irá gerir

todo o seu processo inovativo. Nesse ponto, entram as decisões relativas ao ciclo do produto e ao tempo do seu desenvolvimento.

Para Bonaiuti (2012), a lógica capitalista visa ao desenvolvimento econômico e ao lucro e, para isso, está sempre em transformação, chegando num ponto de choque direto com o equilíbrio ecológico e social, tornando-se agente de grande incompatibilidade mútua. Segundo o autor, a inovação constante está diante das questões relacionadas aos limites biofísicos do planeta, o que pode levar à degradação ambiental como também ao limite da utilização dos recursos naturais.

Segundo Issberner e Léna (2018), por conta dessas preocupações, foi cunhado o termo Antropoceno como forma de criar um período geológico que refletisse a ação humana relacionada ao impacto dos gases com efeito estufa no clima da Terra e na biodiversidade, tendo seu início, de forma simbólica, no ano de 1784. Outra preocupação se refere também aos estragos ambientais extremos que o consumismo desenfreado ocasiona. A proposta do Antropoceno tornou-se mais conhecida e debatida no início dos anos 2000 por conta do cientista Paul Crutzen, cientista atmosférico holandês e Nobel de Química (Issberner; Léna, 2018). A concepção de uma nova era com termo próprio, Antropoceno, mostra que o ser humano foi um agente que influenciou de forma incisiva o funcionamento no planeta, o que traz inclusive reflexos ambientais extremos, tais como fazem os vulcões e os movimentos das placas tectônicas (Veiga, 2022).

Tendo por base essas questões, é importante ressaltar a importância da inovação aliada à proteção do meio ambiente. Caso haja desflorestamento, é preciso reflorestar, se uma empresa precisar extrair minério, é necessário observar o limite daquela região para o terreno não colapsar, além disso, é necessário ter uma compreensão de todo o entorno ambiental onde está ocorrendo essa extração. Ademais, deve haver, em primeiro lugar, um estudo sobre todos os impactos ambientais que uma inovação pode trazer para o meio ambiente. Nesse contexto, Bonaiuti (2012) destaca que a demanda da economia global está exaurindo tanto a natureza que o potencial de regeneração da biosfera é ultrapassada em aproximadamente 30%.

Nesse cenário, Lowy (2012) enfatiza que a busca pelo lucro, de forma desenfreada, traz uma crise ecológica que está desembocando em uma crise capitalista mundial moderna. Para o autor, muitos dos problemas ambientais, tais como, o efeito estufa e o aquecimento do planeta, ocorrem por conta de um capitalismo desenfreado. Lowy (2012), explica que é necessário mudar a forma de consumo, de acumulação de capital, parar de criar produções massivas de objetos inúteis, e/ou perigosos, que visam somente ao lucro. Enfim, seria preciso mudar o

padrão de consumo e do modo de vida. Nesse sentido, Stengers (2002) explica que a ciência pertence a contextos sociais, políticos e éticos que influenciam e são influenciados por ela.

Entretanto, de acordo com Léna e Issberner (2016), não se deve esperar muitas mudanças drásticas no modelo econômico vigente que visa o lucro e o consumo desenfreados em detrimento do meio ambiente. Para as autoras, algumas políticas ambientais podem ser elaboradas, em certas áreas ambientais selecionadas, mas nada que mude realmente o *status quo*. Sendo assim, matéria e energia continuariam sendo sugadas da natureza para manter o modelo inovativo de criar mais produtos que irão gerar mais consumo, seguindo, portanto, o modelo de desenvolvimento econômico atual.

Em uma reflexão de como o conhecimento pode influenciar as formas de inovação de diferentes maneiras e trazendo o debate para esfera da ciência, Callon (1994) enfatiza que é necessário entender, de modo mais profundo, a questão da produção e do compartilhamento do conhecimento, para que, desse modo, se promova uma maior diversidade tecnológica. Segundo o autor, seguindo esse caminho, seria possível achar um meio para tornar o mercado mais flexível e desbravar novas trajetórias para inovação, o que influenciaria também às políticas sociais e ambientais.

Para Motta, Issberner e Prado (2018), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma importante ferramenta, pois irá verificar o produto em todo seu ciclo de vida e inclusive na sua cadeia de produção, redistribuição e descarte; avaliação fundamental para ser possível concluir o grau de periculosidade do produto para o meio ambiente. No entanto, para Veiga e Issberner (2012), o que realmente importa para fins econômicos e ambientais, é saber se, com a desmaterialização da produção e uma melhor otimização do consumo energético, será de fato possível pôr fim aos problemas relacionados aos limites dos recursos naturais e ao crescimento de setores econômicos voltados para a extração desses recursos.

De acordo com a publicação Pensamento do Ciclo de Vida (2017), para fabricar um produto, por exemplo, é preciso extrair sua matéria-prima da natureza; é preciso haver um processamento para, então, a matéria-prima ser convertida em um produto em si. Posteriormente, é necessário produzir o produto em larga escala, há toda uma rede de distribuição desse produto para sua chegada no varejo, onde finalmente ele será comprado e consumido. Nessa etapa, o autor explica que a vida do produto com finalidade de uso pelo consumidor está perto do fim, após seu uso, o que sobrou dele deve ser reciclado. Dessa forma, pensando em uma economia circular onde se busca reduzir a extração de matéria-prima e reciclar o que restou do produto para reaproveitá-lo, manufaturá-lo e reutilizá-lo, pode-se realmente vislumbrar um trabalho voltado para a sustentabilidade ambiental.

Quanto a isso, existe uma tecnologia que pode ser muito útil e auxiliar nessa verificação do potencial de reaproveitamento do produto a partir da análise do seu ciclo de vida. Entretanto, em uma perspectiva da inovação de forma abrangente, ela pode ser uma “faca de dois gumes”, pode ajudar na sustentabilidade ambiental como também destruir a natureza, além de trazer grandes transformações sociais e econômicas, estamos falando da IA e da IA generativa, tema da próxima seção.

3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA - BREVE HISTÓRICO E CONTEXTO

Principalmente no período da 2ª Guerra Mundial, a pesquisa na área da computação foi intensificada. Houve uma explosão documental que requereu que fossem criados equipamentos e métodos que organizassem e recuperassem melhor a informação. Nessa conjuntura, a máquina de Alan Turing desvendou o código da máquina Enigma dos nazistas, e começaram investigações mais profundas sobre se “máquinas poderiam pensar”. Nesse cenário, Turing desenvolveu estudos nessa área e formulou o famoso Teste de Turing, onde se testava se um humano reconheceria que estava falando com uma máquina não sabendo que o interlocutor seria um sistema artificial (Turing, 1950). Com o advento das pesquisas em 1956, foi criada a Inteligência Artificial.

A IA passou por invernos (períodos de poucos investimentos) e verões (fases de grandes aportes financeiros), pois dependia se os resultados estavam sendo considerados bons ou ruins pelas empresas que investiam na tecnologia (Rahman, 2022). Com avanços e retrocessos, IA foi se desenvolvendo progressivamente, áreas como *machine learning*, redes neurais artificiais, processamento de linguagem natural (PLN) e mineração de dados, cresceram enormemente (Barone e Boesing, 2015). Até o momento em que chegou nos anos 2000, a capacidade de processamento computacional aumentou, assim como a quantidade de dados, chegou o verão perfeito para a IA.

Como exemplos da IA Generativa, em 2022, a empresa OpenAI, lançou o ChatGPT 3,5 (*Generative Pre-trained Transformer*), um avançado modelo de rede neural capaz de gerar textos, dados e programas de computação. A OpenAI foi melhorando seus modelos e lançou o GPT4o; o Google, o “Gemini”; e a Baidu, o “ERNIE”, mas existem diversos sistemas de IAs generativas. Segundo Cao e colaboradores (2018), a IA generativa surge a partir do progresso contínuo de modelos probabilísticos das décadas de 1950 e 1960 até chegar em modelos fundamentados em redes neurais profundas. Em 2014, as Redes Adversárias Generativas

(GANs) criaram novas possibilidades de gerar imagens (Cao *et al*, 2018). Para os autores, na década de 2020, modelos como o GPT, a partir do PLN e da visão computacional, elevaram o nível da IA generativa na medida que houve um maior entendimento da linguagem natural.

São diversos exemplos de sua participação na sociedade: na educação, ela pode ajudar alunos a entender melhor um texto; na saúde, analisar imagens e verificar doenças; na indústria, agir na internet das coisas (IoT) e na robotização das atividades; nas cidades, criar relatórios para otimização do trânsito a partir dos dados da visão computacional; na segurança, realizar análises biométricas na busca de pessoas suspeitas ou foragidas; na agricultura, fazer monitoramento e análises de dados; na gestão informacional, classificar, indexar, extrair entidades dos documentos e analisá-los, e, com uso de *chatbots* institucionais, tornar o acesso às informações mais rápido e dinâmico.

Segundo Tigre (1998), novas tecnologias da informação e da comunicação aumentaram a competitividade e a produtividade no mundo globalizado e possuem uma função primordial no processo de transformações na economia mundial, sendo, segundo Tigre (1998, p. 88) “causa e consequência” dessas mudanças. Em uma perspectiva da disrupção sobre a IA afetando o mercado de trabalho, Freitas (2023) argumenta em seu estudo o que acontece é uma adaptação do mercado onde aos poucos as pessoas vão se realocando.

O fato é que a IA foi evoluindo com o tempo, derrubando velhos paradigmas e criando novos, quanto a isso, a IA pode ser aplicada em praticamente todas as áreas do conhecimento. A IA tem essa capacidade de se inter-relacionar em várias áreas porque ela lida com dados e os transforma em informação para gerar conhecimento. No entanto, a IA pode trazer vieses aos dados e existe também o problema da *black box* e questões relacionadas a sua interpretabilidade e explicabilidade, ou seja, entender como o sistema processa e calcula os dados internamente, como também explicar como isso acontece de forma que se compreenda seus resultados.

Além de compreender a IA e suas atuações, é importante de igual modo para este trabalho, entender como esse campo do conhecimento se inter-relaciona com a inovação e com a sustentabilidade ambiental, o que esta tecnologia pode trazer de benefícios para o meio ambiente e quais são seus riscos, assunto analisado na seção cinco. Na seção a seguir será apresentada a metodologia adotada neste trabalho para se chegar aos seus resultados que ratificam essas reflexões.

4 METODOLOGIA

A pesquisa usou uma abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, e se apoiou em um arcabouço teórico desenvolvido a partir da revisão da literatura para trazer contribuições interdisciplinares referentes à IA generativa no contexto da inovação e da sustentabilidade ambiental. Para isso, primeiramente foi elaborada a estratégia de busca: “inteligência artificial generativa" OR "IA generativa" AND "sustentabilidade ambiental" no Google Acadêmico; em 06/06/2024; referente ao período de 2000 a 2023, e obteve 13 resultados. A partir disso foi elaborado o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Resultados do Google Acadêmico: IA generativa e sustentabilidade ambiental

Id.	Autor	Título	Tipologia documental
1.	Nunes; Kulyk (2023a)	Tendências Globais, Contextos de Interação do Conhecimento e Mercado de Trabalho	Relatório de pesquisa
2.	Nunes; Kulyk (2023b)	Incertezas Globais e Skills para Empregabilidade e o Empreendedorismo	Relatório de pesquisa
3.	Lemos (2023)	O Futuro da Sociedade de Plataformas no Brasil	Artigo científico
4.	Barreto; Lanzarini (2023)	Turismo Responsável no Brasil: tendências, estratégias e fomento em sustentabilidade, turismo de base comunitária e segurança turística	Projeto governamental
5.	Toreta (2023)	Narrativas organizacionais e impacto: estudo das cartas de Larry Fink aos CEOs	Dissertação de mestrado em Comunicação
6.	Luiz Neto (2023)	Sistema de classificação de nível de competência profissional para profissionais em contexto de projetos com utilização de inteligência artificial	Tese de doutorado em Administração
7.	SEMEAD (2023)	Programação	Listagem de eventos científicos
8.	Penteado; Pellegrin; Silveira (2023)	Plataformização, inteligência artificial e soberania de dados: tecnologia no Brasil 2020-2030	Livro
9.	Borges (2023)	Uso estratégico da inteligência artificial nas organizações	Tese de doutorado em Ciências
10.	Martins (2023)	A Política Digital Europeia e Portugal: O legado da IV Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia	Relatório final de mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais
11.	China Hoje (2023)	A visita histórica China-Brasil abre novo capítulo das relações na nova era	Publicação periódica
12.	-	Citação de outro trabalho	-
13.	Dias (2023)	Avaliando o sucesso de sistemas de informação: uma investigação do módulo Mesa Virtual da UFRN	Dissertação de mestrado em Administração

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De acordo com o Quadro 1, é possível perceber que embora o período de busca tenha sido de 2000 a 2023, foram recuperados documentos somente no ano de 2023 e pertencentes a tipologias documentais heterogêneas. A grande maioria dos documentos trouxe resultados coerentes com o tema da presente pesquisa, no entanto, o documento n. 4 foi excluído da análise porque o texto apresenta correlações fora do tema IA e sustentabilidade ambiental. A pesquisa n. 6 foi excluída porque seu foco é a avaliação de competências profissionais relacionadas a projetos, menciona de forma breve a sustentabilidade ambiental, tendo como maior interesse a sustentabilidade organizacional. O documento n. 7 foi eliminado pois não se refere a nenhum estudo ou pesquisa, é apenas uma programação do evento SemeAd 2023, que é um congresso acadêmico organizado pela Universidade de São Paulo (USP). Já o documento n. 12 trata de uma citação.

Tendo isso por base, na seção seguinte os resultados da busca serão discutidos de forma mais profunda, de modo que seja possível compreender seus objetivos acerca da inter-relação da IA com a sustentabilidade ambiental e com a inovação.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O documento n. 1, de Nunes e Kulyk (2023a), ressalta que a sociedade vive uma Revolução Tecnológica que engloba a IA generativa, a internet das coisas (IoT) e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) de forma geral. O relatório aponta preocupações quanto à empregabilidade da população, diante desta nova onda de inovação, ao mesmo tempo argumenta que, talvez, com capacitação, as pessoas consigam se enquadrar nessa Revolução. Os autores também ressaltam que IA é uma inovação disruptiva que pode levar firmas à falência caso haja demora no seu enquadramento nessa nova ordem social e econômica, confirmando assim a destruição criativa. Nunes e Kulyk (2023a) não deixam de lembrar dos riscos da IA e seus algoritmos, que propiciam ciberataques e riscos à democracia. Além disso, reforçam o conceito do Antropoceno na medida em que afirmam que a ação do homem está impactando a natureza de forma a transformá-lo. Da mesma forma, afirmam que a IA se relaciona com ecossistema biológicos e institucionais.

O documento n. 2, de Nunes e Kulyk (2023b), mesmos autores do relatório anterior, enfatizam os mesmos temas, no entanto, ressaltam questões relativas à empregabilidade e as qualificações que os profissionais precisam ter diante dessa Revolução Tecnológica. Para os autores, a IA irá exigir capacitações e mudanças no mercado de trabalho, pois na economia que valoriza o conhecimento, os profissionais precisam ter flexibilidade e compreensão que serão

necessários a apreensão de novos aprendizados, mesmo até voltado ao empreendedorismo, para atender às novas exigências do mercado.

O texto n. 3, de Lemos (2023), explora a questão da dataficação da sociedade moldada por sua algoritmização que propicia a desinformação, a polarização política e o capitalismo de vigilância. No capitalismo de vigilância, as pessoas são facilmente observadas por câmeras biométricas integradas com sistemas com IA que realizam uma coleta indiscriminada de quantidades enormes de dados, e, muitas vezes, sem o devido tratamento dos dados pessoais. O autor também faz conexão entre a IA e a sustentabilidade ambiental na medida que lembra que as tecnologias digitais são produzidas por materiais que irão influenciar no aumento da pegada de carbono. Essa desmaterialização da sociedade 4.0 não elimina as consequências que advém dela, *datacenters* e microchips precisam de minérios que são extraídos deixando sua marca e consequência negativa nos mais diversos ecossistemas.

O texto n. 5, de Toreta (2023), investiga como a comunicação pode influenciar na responsabilidade ambiental e social das empresas, para isso, fez uma análise das cartas de Larry Fink (fundador da BlackRock) aos CEOs da empresa através do software Iramuteq e conclui que a comunicação estratégica pode engajar com práticas sustentáveis podendo até gerar transformação ambiental e social. De igual modo, o autor alerta sobre o risco da IA generativa na produção desenfreada de conteúdo, trazendo riscos de compartilhamento de desinformação em larga escala, o que deve ser alertado na comunicação organizacional para que se possa criar práticas saudáveis na disseminação e no compartilhamento da informação.

O documento n. 8 organizado por Penteado, Pellegrini, Silveira (2023) destaca como as TIC's estão moldando a sociedade, a economia e a política. O aumento da capacidade de processamento computacional de dados possibilitou a análise e o tratamento de grande quantidade desses dados. No entanto, o texto dá a entender que a maioria desse Big Data é muitas vezes analisada por empresas estrangeiras, principalmente as Big Techs (Meta, Google, Amazon, Apple e Microsoft) que têm acesso a dados dos brasileiros e, por conta de filtragens algorítmicas, insere cada pessoa em uma bolha de informações que é reforçada por meio das câmaras de eco digitais, onde cada membro tem sua opinião reforçada, mesmo que seja um conteúdo com desinformação. Para isso, pode-se usar as IAs generativas, como o ChatGPT, como um ótimo “papagaio estocástico”. Os autores também salientam que os *datacenters* e a economia digital aumentam a pegada de carbono, pois gera um sistema de consumo desenfreado de minerais, petróleo e carvão. Para Penteado, Pellegrini e Silveira (2023) é preciso pensar na reciclagem, no ciclo de vida do produto, se preocupar com a sustentabilidade ambiental. Além

disso, o livro discute sobre preocupações relativas à colocação das pessoas no mercado de trabalho por conta da evolução da IA.

A pesquisa n. 9, de Borges (2023), objetiva analisar e compreender o uso da IA nas organizações e explora em alguns pontos que essa tecnologia pode promover a sustentabilidade ambiental. Ela destaca o uso de algoritmos de IA para otimizar processos industriais e reduzir o consumo energético. Além disso, destaca questões relacionadas à aplicação do *machine learning* no planejamento de sistemas de energia sustentável e na previsão da potência de painéis solares. A pesquisa também aborda o potencial da IA na gestão da crise hídrica, agricultura, saneamento e saúde, bem como na orientação de programas de responsabilidade social corporativa. Sinaliza também como a IA pode contribuir para práticas mais eficientes e sustentáveis em diversas áreas. Ademais, aborda sobre a questão da capacidade dessa tecnologia atuando em conjunto com o Big Data que consegue extrair valor dos dados.

O texto n. 10, de Martins (2023), discute a evolução da Política Digital na União Europeia, desde a instrumentalização das TIC's até a criação de um quadro regulatório acerca da transformação digital. O autor destaca o aumento do uso da internet e das plataformas digitais em nível econômico e social. Relata também a IA como área de estudo para a Comissão Europeia, inclusive no que se refere à Estratégia Europeia para os Dados. Para o autor, a IA pode contribuir para a sustentabilidade ambiental e aperfeiçoar processos industriais, o que na prática resulta em menos desperdícios e mais eficiência energética. Outro ponto importante do estudo se refere à preocupação da União Europeia quanto aos valores europeus, como direito à privacidade e segurança, sistemas de IA não podem desrespeitar essas questões.

O documento n. 11 de China Hoje (2023) é uma publicação que trata da viagem do presidente Lula à China em abril de 2023 e as relações comerciais entre os dois países. Relata a parceria entre ambas as nações em diversos aspectos sociais, econômicos e ambientais e ressalta como a inovação fez a China avançar tecnologicamente. Chegou ao ponto de se tornar líder mundial, inclusive em IA, com prognóstico em 2023 de aportes por volta de US\$14,75 bilhões, ou seja, 10% do mercado global de acordo com relatório da *International Data Corporation*. Em março de 2023, a Baidu, grande empresa chinesa na área tecnológica, lançou a IA generativa “ERNIE” como forma de competir com o ChatGPT. Ambos os países fizeram acordos para enfrentar as mudanças climáticas e criaram metas para o desenvolvimento sustentável.

A pesquisa n. 13, de Dias (2023), objetiva avaliar a percepção dos usuários quanto ao sucesso ou não da adoção do processo eletrônico na Universidade Federal do Rio Grande de Norte (UFRN). Em sua pesquisa, cita que usuários do sistema gostariam que a IA generativa

fosse usada como ferramenta de recuperação da informação pelos usuários junto aos processos da Universidade. A autora ressalta que essa IA de modo geral seria ótima se aplicada à extração de dados, classificação automática e automação dos fluxos de trabalho, além de tarefas relacionadas à predição de tendências. Quanto à sustentabilidade ambiental, ela é aplicada, por exemplo, na economia de papel. Nesse sentido, a autora afirma que suas análises estão alinhadas com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como crescimento econômico, inovação e instituições eficazes.

Todos esses textos mostram claramente como a IA e a IA generativa trabalham em conjunto com a sustentabilidade ambiental, auxiliando a criar um planeta melhor para todos. No entanto, como visto também, essa tecnologia tem alguns aspectos ruins, assunto discutido por outros autores.

Dube, Brondizio e Solecki (2020) apresentam artigo onde interconectam a inovação à produção de novas tecnologias e à sustentabilidade ambiental. Esses três temas, segundo os autores, podem influenciar questões relativas à redução de emissões de carbono; a um manejo da terra de forma mais apropriada; a uma melhor gestão de dados e informações, além de ter impactos nos fluxos logísticos. Para os autores, as transformações que as inovações trazem para a sociedade como um todo podem ser tanto benéficas como maléficas ao meio ambiente, pois elas se relacionam com a sociedade de forma complexa e multidimensional.

Nesse sentido, Jones, Lorenzen e Sapsed (2015) destacam que as inovações têm valor e relevância nas indústrias criativas, alterações em códigos semióticos dos produtos e em sua base material influenciam na evolução industrial. Nessa perspectiva, pequenas mudanças nos produtos podem trazer um ar de novidade que faça os clientes aumentarem seu consumo. A IA generativa pode auxiliar nesse ponto, fornecendo ideias de criação de produtos com uso de novos materiais que não agridam a natureza.

Nessa direção, inovações em IA generativa têm muito a contribuir, essas tecnologias podem ser usadas em empresas implementando softwares com visão computacional que consigam separar os materiais recicláveis de maneira mais automatizada. Softwares de IA generativa podem analisar de forma química quais materiais trariam menos danos para o meio ambiente. Eles também podem ser usados em cidades inteligentes, verificar quais os pontos da cidade são descartados lixos com maior potencial de reciclagem.

Dentro desse ponto de vista, Koeller e colaboradores (2020) e Motta, Prado e Issberner (2017) enfatizam que a tecnologia deve ser usada para favorecer a sustentabilidade ambiental, dessa forma, a ecoinovação é entendida como uma solução que poderá favorecer o desenvolvimento econômico e social de modo a torná-los mais equilibrados e,

concomitantemente, diminuir as agressões à natureza. Longuini e Denardi (2021) destacam que na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a IA faz parte do conjunto de tecnologias que tem capacidade de ajudar no progresso científico, tecnológico e inovativo de forma a construir um planeta melhor e mais saudável no aspecto da sustentabilidade ambiental.

No cenário da colaboração humano-tecnológica, para Debiazi e Masiero (2023), a IA generativa é uma tecnologia que pode ser usada e ser útil também quando conectada com a internet das coisas, favorecendo o seu uso em cidades inteligentes. Para os autores, nas cidades inteligentes, sensores de monitoramento podem ser usados para examinar a qualidade do ar, monitorar a iluminação pública para que seja mais eficiente e evitar desperdícios, além de fazer monitoramento da segurança urbana. Para isso, a base de conhecimento da IA precisa possuir um Big Data já com dados estruturados, assim seus algoritmos podem trazer mais precisão aos resultados.

Na esfera agrícola, a tecnologia da informação e a automação possuem efeito benéfico expressivo pois propiciam a agricultura de precisão, que faz uso do Big Data e sensoriamento remoto de satélites para aumentar a eficiência do consumo hídrico, bem como dos fertilizantes e dos pesticidas (CE100 Brasil; Ellen Macarthur Foundation, 2017).

Artaxo, Rizzo Machado (2024) entendem o uso da IA em um amplo espectro na sustentabilidade ambiental, sendo capaz de: realizar gestão de recursos naturais, mesmo via satélite, e dessa maneira rapidamente perceber desmatamentos; fazer previsão climática e de modelos climáticas por meio de Big Data; realizar predição das melhores culturas de acordo com o terreno; integrar com tecnologias variadas em prol da sustentabilidade ambiental. Seus usos e capacidades são infinitos, têm condições de trazer competitividade, economia de recursos financeiros e ainda preservar o meio ambiente.

Entretanto, Gandra (2020) traz um entendimento de que a IA com todos os dados que essa tecnologia pode ter acesso, tem potencial de representar também um perigo. Para o autor, da mesma forma que a IA pode trazer oportunidades para o desenvolvimento econômico, social e ambiental, ela apresenta riscos do ponto de vista de uma tecnologia disruptiva. Gandra (2020) afirma que a IA pode influenciar o mercado de trabalho de forma negativa, diminuindo empregos, violando a privacidade e pondo risco a segurança econômica dos países. Mozorov (2019) também se preocupa com relação ao risco que a IA pode trazer ao mercado de trabalho no sentido da diminuição de vagas, além de mencionar questões relativas à privacidade dos dados pessoais e acesso indiscriminado a esses dados pelas Big Techs.

Hidalgo *et al* (2022) contribuem com a informação sobre o consumo de energia de tecnologias que usam IA, que aumentou 300.000 vezes de 2012 até 2022, e os centros de dados

que executam softwares de IA massivo, que demandam até 5-9% da eletricidade global, além de 2% de todas as emissões de CO₂. Nesse ponto, se faz urgente discutir a questão da eficiência energética relacionada ao desenvolvimento de sistemas com IA para diminuir os impactos ambientais, visando assim à promoção de uma IA que promova a sustentabilidade ambiental de forma plena (Hidalgo *et al*, 2022). Para resfriar os *data centers*, que processam dados com IA, segundo Kaufman (2024, online), o consumo hídrico tem sido cada vez maior. Para exemplificar, a autora cita a Microsoft e destaca que para processar os dados em modelos de IA nessa empresa são consumidos de “1,8 a 12 litros de água por cada kWh de utilização de energia nos seus centros de dados globais”. Cortiz (2024) afirma que 10 a 50 perguntas no GPT 3 consomem 500 ml de água e, no GPT 4, o consumo pode aumentar ainda mais.

No que se refere a um contexto relacionado ao compartilhamento da informação sobre a IA, e sobre o entendimento dessa tecnologia como um todo, Candiotta e Karasinski (2022) defendem que é necessário maior capacitação no que diz respeito à IA para diminuir os riscos que ela pode proporcionar, pois o ser humano precisa entender o que está sendo feito pelos algoritmos que essa tecnologia usa. Segundo Garattoni (2024), a IA já está sendo usada para otimizar o controle de reatores nucleares. Nesse cenário, o neto do cientista Oppenheimer (Oppenheimer comandou o projeto que criou a bomba atômica), de acordo com Turbiani (2024), assinou uma carta juntamente com outros pesquisadores e personalidades, onde ressaltaram os perigos da IA para o planeta, caso essa tecnologia não seja bem administrada.

Enfim, a IA pode ser o início do caminho para melhorar a sustentabilidade ambiental, como também pode ser o fim desse caminho. É necessário que todas essas questões sejam muito bem debatidas para que a IA seja usada pela humanidade com muito cuidado, planejamento e critério.

6 CONCLUSÃO

Esse trabalho procurou discutir o tema da IA, e principalmente da IA generativa e da inovação na perspectiva relacionada à sustentabilidade ambiental trazendo autores que pudessem contribuir com compreensões interdisciplinares mostrando o caminho bifurcado que a IA oferece à sociedade. Esse assunto é bastante intrigante e precisa ser cada vez mais investigado. Inovar faz parte do ser humano e favorece o desenvolvimento social e econômico, mas é preciso também focar na questão da sustentabilidade ambiental, até porque, é preciso refletir sobre o tempo que o nosso planeta conseguirá ter todas suas matérias-primas sugadas sem que se pense em uma forma de minimizar essa agressão. O Antropoceno marca uma era

em que o ser humano e suas ações impactaram e ainda impactam tanto a natureza, que chega ao ponto de se comparar com os efeitos desastrosos de um vulcão em erupção. Sendo assim, a IA, que se apresenta nos anos 2020 como solução ambiental e econômica, traz grandes possibilidades de ajudar e, ao mesmo tempo, prejudicar a sustentabilidade ambiental. São necessárias ações em amplo espectro social e político para que o planeta não sucumba à ação humana. Isso tudo deve ser feito o quanto antes possível, pois a humanidade já está atrasada nessa tarefa.

Espera-se que este trabalho tenha contribuído com uma visão geral da IA, da IA generativa e da inovação em uma perspectiva relacionada à sustentabilidade ambiental e tenha trazido esclarecimentos sobre essa questão, e, porque não dizer também, preocupações sobre o tema. Dessa forma, há mais possibilidade de surgirem pesquisas para investigar esse assunto de modo ainda mais profundo. Assim, podem emergir soluções para criar invenções e sistemas de IA que proporcionem de modo inequívoco a sustentabilidade ambiental planetária.

REFERÊNCIAS

- ARTAXO, Paulo; RIZZO, Luciana Varanda; MACHADO, Luiz Augusto Toledo Inteligência artificial e mudanças climáticas. . **Revista USP**, abr./jun. 2024, p. 29-40. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/issue/view/13310/2831>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- BARONE, Dante Augusto Couto; BOESING, Ivan Jorge. **Inteligência artificial: diálogos entre mentes e máquinas**. Porto Alegre: AGE; EVANGRAF, 2015. 309 p.
- BARRETO, Leilianne Michelle Trindade da Silva; LANZARINI, Ricardo. **Turismo Responsável no Brasil: tendências, estratégias e fomento em sustentabilidade, turismo de base comunitária e segurança turística**. 1. ed. – Natal: SEDIS-UFRN; Brasília: Ministério do Turismo, 2023. 190 p. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/56891>. Acesso em: 7 jun. 2024.
- BONAIUTI, Mauro. A Caminho da Grande Transição *In*: LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro (Orgs.). **Enfrentando os limites do crescimento: Prosperidade, decrescimento, sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, p. 79-106.
- BORGES, Aline de Fátima Soares. **Uso estratégico da inteligência artificial nas organizações**. 2023. Tese (Doutorado em Ciências) –Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.3.2023.tde-12092023-074354>. Acesso em: 07 maio 2024
- CALLON, Michel. Is Science a Public Good? **Science, Technology, & Human Values**, v. 19, n. 4, p. 395-424, Autumn 1994. Disponível em: 10.1177/016224399401900401. Acesso em: 08 mar. 2024.
- CANDIOTTO, Kleber Bez Birolo; KARASINSKI, Murilo. Inteligência Artificial e os Riscos Existenciais Reais: Uma Análise das Limitações Humanas de Controle. **Filosofia Unisinos**, v. 23, n. 3, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4013/fsu.2022.233.07>. Acesso em: 07 maio 2024
- CAO, Yihan *et al.* A comprehensive survey of ai-generated content (aigc): A history of generative ai from gan to chatgpt **J. ACM**, v. 37, n. 4, article 111, p. 1-44, 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2303.04226>. Acesso em: 9 jun. 2024.
- CE100 BRASIL; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Uma economia circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial**. jan. 2017, 31 p. Disponível em: <https://depositorioceds.espm.edu.br/wp-content/uploads/2021/04/UmaEconomiaCircularnoBrasil.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- CHINA HOJE. A visita histórica China-Brasil abre novo capítulo das relações na nova era. Edição brasileira de China Today. Ano 8, n. 44. abr./mai/jun. 2023. 35 p. **China Hoje. net**, Revista China Hoje. Disponível em: <https://philarchive.org/archive/RUISFA>. Acesso em: 7 jun. 2024.
- CHRISTENSEN, C. M. **The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail**. Brighton: Harvard Business Review Press, 1997. 225 pp.

CORTIZ, Diogo. Paradoxo da IA: vale mudar o mundo com algo que tem enorme custo ambiental. Tilt Uol. 9 maio 2024. Instagram: @diogocortiz. Opinião. Disponível em: https://www.instagram.com/p/C6w_eqfvyqx/?igsh=MWx6ZnF1MmRwYmk3bA%3D%3D&img_index=1. Acesso em: 6 jun. 2024.

DEBIAZI, Pedro Renan; MASIERO, Érico. A contribuição da inteligência artificial, Big Data e Internet das Coisas para o estudo do clima urbano em Smart Cities. *In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 17, 2023. **Anais [...]. [S.l.]**, 2023, p. 1-9. DOI: 10.46421/encac.v17i1.4429. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4429>. Acesso em: 08 jan. 2024.

DIAS, Murielle Medeiros. **Avaliando o sucesso de sistemas de informação: uma investigação do módulo Mesa Virtual da UFRN**. 2023. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/58010/1/Avaliandosucessosistemas_Dias_2023.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

DUBE, Opha Pauline; BRONDIZIO, Eduardo Sonnewend; SOLECKI, William. Introductory article: technology, innovations, and environmental sustainability in the Anthropocene. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 45, p. A1-A6, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343520301214>. Acesso em: 18 fev. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **100 Radical innovation breakthroughs for the future**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. 337 pp. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/563770>. Acesso em: 07 maio 2024

FREITAS, Alan Araújo. The impact of technological innovation on occupational insertion: a case study in Brazil. **Discover Global Society**, v. 1, n. 1, pp. 2, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44282-023-00002-y>. Acesso em: 28 mar. 2024.

GANDRA, Nuno. **A inteligência artificial na 4ª revolução industrial e os desafios à global governance**. 2020. Dissertação (Mestrado em Aeronáutica Militar, na Especialidade de Piloto-Aviador) – Academia da Força Aérea, Sintra, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/39750>. Acesso em: 17 maio 2024

GARATTONI, Bruno. IA aprende a controlar reator de fusão nuclear: novo algoritmo promete superar o principal desafio técnico envolvido. 22 mar. 2024. **Revista Super Interessante**, Ciência. Disponível em: https://super.abril.com.br/ciencia/ia-aprende-a-controlar-reator-de-fusao-nuclear/?fbclid=IwAR1XrjYiRG2k2QcZTaA0CGhxSD4yVC82mN9Kh1HITGnpJ2O8_drvvHFGYPc_aem_AQJumkhgJFLPLU_IYx8hgsprupYnPzHtv6vdWqAVVLbLhiNHcdpwqaFKl3bzorhQRRO#ludzgklv86h9jd2iijk. Acesso em: 30 mar. 2024.

HIDALGO, Ignacio et al. Sustainable Artificial Intelligence Systems: An Energy Efficiency Approach. **Preprints Tech Rixv.**, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://www.techrxiv.org/doi/full/10.36227/techrxiv.24610899.v1>. Acesso em: 28 mar. 2024.

KAUFMAN, Dora. Custo ambiental da IA pouco conhecido: pegada hídrica. **Revista Exame**. Negócios, Colunas. 12 jan. 2024. Disponível em:

<https://epocanegocios.globo.com/colunas/iagora/coluna/2024/01/custo-ambiental-da-ia-pouco-conhecido-pegada-hidrica.ghtml>. Acesso em: 30 abr. 2024.

ISSBERNER Liz-Rejane; LÉNA, Philippe. Anthropocene: the vital challenges of a scientific debate. Unesco, abr. 2018. *In: Welcome to the Anthropocene! United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, abr. 2018, p. 7-10. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900>. Acesso em: 07 mar. 2024

JONES, Candace; LORENZEN, Mark; SAPSED, Jonathan. **Creative industries**. The Oxford handbook of creative industries, p. 3-32, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199603510.001.0001>. Acesso em: 18 mar. 2024.

KOELLER, Priscila *et al.* Ecoinovação: revisitando o conceito. **Econstor**, Texto para Discussão, n. 2556, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2020. 61 p. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/240751/1/td-2556.pdf> . Acesso em: 28 mar. 2024.

LEMONS, André Luiz Martins. O Futuro da Sociedade de Plataformas no Brasil. **Intercom, Revista Brasileira de Ciências da Comunicação**, São Paulo, v. 46, p. e2023115, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/interc/a/DFmdM36cqQYBTBJL4Q77gNR/?lang=pt>. Acesso em: 7 jun. 2024.

LÉNA, Philippe; ISSBERNER, Liz. Rejane. Are the multiple social–ecological initiatives the sign of a political and cultural shift? *In: LÉNA, Philippe; ISSBERNER, Liz. Rejane (Orgs). Brazil in the Anthropocene Routledge*, 2016, p. 350-353.

LONGUINI, Regina Célia Ferrari; DENARDI, Eveline. O uso da inteligência artificial como instrumento de promoção de sustentabilidade no Poder Judiciário brasileiro: os impactos da justiça 4.0. **Revista Jurídica da Escola do Poder Judiciário do Acre**, v. 1, n. 1, p. 146-160, 2021. Disponível em: <https://esjud.tjac.jus.br/wp-content/uploads/2023/11/revista-ano-01-inaugural.pdf#page=146>. Acesso em: 28 mar. 2024.

LOWY, Michael. Crise ecológica e crise de civilização: a alternativa ecossocialista. *In: LÉNA, Philippe; NASCIMENTO, Elimar Pinheiro (Orgs.). Enfrentando os limites do crescimento: Prosperidade, decrescimento, sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, p. 147-156.

LUIZ NETO, Alcides. **Sistema de classificação de nível de competência profissional para profissionais em contexto de projetos com utilização de inteligência artificial**. Tese (Doutorado em Gestão de Projetos) - Universidade Nove de Julho, UNINOVE, São Paulo. 2023. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/3281>. Acesso em: 28 mar. 2024.

MCCRAW, Thomas K. **O profeta da inovação**. Tradução de: Clóvis Marques. Rio de Janeiro: Record, 2012. 770 p.

MARTINS, Tiago José da Cunha. **A Política Digital Europeia e Portugal: O legado da IV Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia**. Relatório de Estágio na Estrutura de Missão Portugal Digital. (Mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais) - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2023. Disponível em:

https://run.unl.pt/bitstream/10362/160564/1/Relat%C3%B3rioEst%C3%A1gio_NOVA-FCSH_CPRI_Melhoria_31082023.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

MOTTA, Wladimir; PRADO, Patricia; ISSBERNER, Liz-Rejane. Eco-Innovations: Kick-Starting the Circular Economy. *In: The European Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2017: East Meets West: Innovation and Discovery*. IAFOR, 2017, p. 83-95. Disponível em: https://papers.iafor.org/wp-content/uploads/papers/ecsee2017/ECSEE2017_37004.pdf. Acesso em: 08 mar. 2024.

MOTTA, Wladimir Henriques; ISSBERNER, Liz-Rejane; PRADO, Patricia. Life cycle assessment and eco-innovations: What kind of convergence is possible? **Journal of cleaner production**, v. 187, pp. 1103-1114, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.221>. Acesso em: 28 maio 2024.

MOROZOV, Evgeny. **Big Tech: A ascensão dos dados e a morte da política**. São Paulo: Ubu Editora, 2018. 192 p.

NUNES, Sérgio; KULYK, Marisa Ribeiro. Incertezas Globais e Skills para Empregabilidade e o Empreendedorismo. **Working Paper Series**. Centro de Investigação Aplicada em Economia e Gestão do Território, IPT, Portugal. Universidade de Lisboa, Portugal. 2 sem. 2023b. 63 p. Disponível em: 10.13140/RG.2.2.12985.54886. Acesso em: 28 mar. 2024.

NUNES, Sérgio; KULYK, Marisa Ribeiro. Tendências Globais, Contextos de Interação do Conhecimento e Mercado de Trabalho. **Working Paper Series**. Centro de Investigação Aplicada em Economia e Gestão do Território, IPT, Portugal. Universidade de Lisboa, Portugal. 2023a. 46 p. Disponível em: 10.13140/RG.2.2.15502.13126. Acesso em: 07 abr. 2024.

PENSAMENTO DO CICLO DE VIDA: negócios conscientes à caminho da sustentabilidade. Cuiabá, MT: Sebrae, 2017. 39 p.

PENTEADO, Cláudio; PELLEGRINI, Jerônimo; SILVEIRA, Sérgio Amadeu da (Org.). **Plataformização, inteligência artificial e soberania de dados: tecnologia no Brasil 2020-2030**. São Paulo: Ação Educativa, 2023. 187 p. Disponível em: https://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2024/01/tecnologia_no_brasil_2020_2030.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Indústria de A – Z. Sustentabilidade**. 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/sustentabilidade/>. Acesso em: 29 maio 2024.

RAHMAN, Was. **Inteligência artificial e aprendizado de máquina**. Tradução: Lana Lim e Anna Lim. São Paulo: Editora Senac, 2022. 173 p.

RUSSELL, Stuart. **A inteligência artificial a nosso favor: como manter o controle sobre a tecnologia**. Trad, Berilo Vargas. São Paulo: Cia das Letras, 2021. Kindle.

RUSSELL, Stuart Jonathan; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. trad. Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 1324 p. E-book.

SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO - SEMEAD, XXVI, 2023. **Programação**. São Paulo: Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://semead.com.br/26/wp-content/uploads/sites/17/2023/11/Programacao-SemeAd-V7.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2024.

SILVA, Débora Oliveira da; BAGNO, Raoni Barros; SALERNO, Mario Sergio. Modelos para a gestão da inovação: revisão e análise da literatura. **Production**, v. 24, n. 2, p. 477-490, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/6DSt9LQRVGHcKLHpfbSsrR/>. Acesso em: 22 mar. 2024.

STENGERS, Isabelle. **A Invenção das Ciências Modernas**. São Paulo: Ed. 34, 2002, 208 p.

TIGRE, Paulo Bastos. Inovação e teorias da firma em três paradigmas. **Revista de economia contemporânea**, v. 2, n. 1, p. 67-111, 1998. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/rec/article/view/19591>. Acesso em: 28 mar. 2024.

TORETA, Fábio. **Narrativas organizacionais e impacto: estudo das cartas de Larry Fink aos CEOs**. 2023. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.27.2023.tde-18122023-173704>. Acesso em: 28 mar. 2024.

TURBIANI, Renata. Neto de Oppenheimer assina carta que inclui inteligência artificial na lista de ameaças existenciais. **Revista Época Negócios**. 21 fev. 2024. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/inteligencia-artificial/noticia/2024/02/neto-de-oppenheimer-assina-carta-que-inclui-inteligencia-artificial-na-lista-de-ameacas-existenciais.ghtml>. Acesso em: 30 mar. 2024.

TURING, Alan Mathison. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**, v. 59, supl. 236, p. 433-460, oct. 1950. Disponível em: https://www.cs.colostate.edu/~howe/cs440/csroo/yr2015fa/more_assignments/turing.pdf. Acesso em: 1 jun. 2024.

VEIGA, José Eli da. Antropoceno e Humanidades. *Anthropocena*. **Revista de Estudos do Antropoceno e Ecocrítica**, v. 3, 2022. Disponível em: <https://www.zeeli.pro.br/wp-content/uploads/2022/12/2022-Veiga-Antropo-H-Minho.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2024.

VEIGA, José Eli da; ISSBERNER, Liz Rejane. Decrescer crescendo. *In: LÉNA, P; NASCIMENTO, E.P. (Orgs.). Enfrentando os limites do crescimento: Prosperidade, decrescimento, sustentabilidade*. p. 107-134, Rio de Janeiro: Garamond, 2012. Disponível em: <https://books.openedition.org/irdeditions/20022>. Acesso em: 29 maio. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION - WIPO. **Innovation and Intellectual Property**. 2023. Disponível em: [https://www.wipo.int/ip-outreach/en/ipday/2017/innovation_and_intellectual_property.html#:~:text=Innovation%20means%20doing%20something%20new,intellectual%20property%20\(IP\)%20rights](https://www.wipo.int/ip-outreach/en/ipday/2017/innovation_and_intellectual_property.html#:~:text=Innovation%20means%20doing%20something%20new,intellectual%20property%20(IP)%20rights). Acesso em: 29 maio 2024.