



Confluências entre a Inteligência Artificial e o Design em Prol da Sustentabilidade

Confluences between Artificial Intelligence and Design for Sustainability

Kalyl William Mendes Farias¹, Ivana Márcia Oliveira Maia²

¹Universidade Federal do Maranhão, Mestrando, kalyl.william@discente.ufma.br

²Universidade Federal do Maranhão, Doutora, ivana.maia@ufma.br

Resumo. *Este estudo analisa a contribuição da integração entre IA e Design no desenvolvimento de soluções sustentáveis frente a crises ambientais e sociais. Por meio de uma metodologia qualitativa exploratória, baseada em revisão narrativa da literatura, foram examinados oito estudos recentes sobre IA, Design e sustentabilidade. Os resultados indicam que a IA, aplicada com critérios éticos e ecológicos, potencializa eficiência, personalização e inovação em projetos, especialmente via biomimética e análise de dados complexos. Entretanto, questões como elevado consumo energético, vieses algorítmicos e impactos socioambientais exigem avaliação crítica. Conclui-se que a sinergia entre IA e Design exige abordagens transdisciplinares, formação técnica crítica e marcos regulatórios sólidos. A sustentabilidade deve ser eixo central (não secundário) no desenvolvimento tecnológico, garantindo justiça entre gerações e regeneração dos ecossistemas, em vez de mera otimização superficial de processos.*

Palavras-chave. *Sustentabilidade; Inteligência Artificial; Design;*

Abstract. *This study analyzes the contribution of the integration between AI and Design in the development of sustainable solutions to environmental and social crises. Using an exploratory qualitative methodology, based on a narrative literature review, eight recent studies on AI, Design and sustainability were examined. The results indicate that AI, applied with ethical and ecological criteria, enhances efficiency, personalization and innovation in projects, especially via biomimicry and complex data analysis. However, issues such as high energy consumption, algorithmic biases and socio-environmental impacts require critical evaluation. It is concluded that the synergy between AI and Design requires transdisciplinary approaches, critical technical training and solid regulatory frameworks. Sustainability must be a central (not secondary) axis in technological development, ensuring justice between generations*



and the regeneration of ecosystems, instead of mere superficial optimization of processes.

Keywords: *Sustainability; Artificial Intelligence; Design*

1 Introdução

Em um cenário marcado por crises climáticas, esgotamento de recursos naturais e demandas urgentes por equidade socioambiental, a busca por soluções sustentáveis tornou-se um imperativo global. Nesse contexto, a adoção de novas tecnologias, como a Inteligência Artificial (IA), tem o potencial de contribuir para modelos de desenvolvimento mais sustentáveis. Segundo o Fórum Econômico Mundial (2024), desde os anos 90 se utiliza IA para auxiliar na conservação, desde a identificação de espécies ameaçadas à análise de dados para intervenções de restauração e conservação de ecossistemas. Ao mesmo tempo, a IA vem sendo usada para otimizar o uso de recursos em áreas urbanas e reduzir desperdícios e impactos ambientais. Essas aplicações revelam um potencial significativo para reestruturar setores produtivos de forma mais equilibrada, promovendo eficiência sem abrir mão da responsabilidade ambiental.

Em paralelo, a interseção entre a IA e o Design emerge como um campo fértil de possibilidades, capaz de redefinir práticas criativas e tecnológicas em prol de um futuro mais responsável. Verganti *et al.* (2020) destacam que, enquanto a IA oferece ferramentas para análise de dados e otimização de processos na prática de Design, este pode contribuir para uma implementação mais eficaz e centrada no humano. O Design, com sua capacidade de projetar experiências, produtos e sistemas empáticos, desempenha um papel fundamental na mediação entre tecnologia e valores socioambientais. Essa colaboração permite não apenas desenhar soluções mais funcionais, mas também mais inclusivas e sensíveis ao contexto social e ambiental em que estão inseridas.

Esta confluência, no entanto, não está isenta de paradoxos. Se, por um lado, algoritmos podem impulsionar a criação de materiais inovadores, sistemas energéticos eficientes e modelos circulares, por outro, desafios éticos, como o consumo energético de data centers, risco de reforçar desigualdades e consumo de água, exigem reflexão crítica. Segundo relatório da Agência Internacional de Energia (2024), devido à demanda energética das IAs, os data centers consumiram 460 TWh em 2022 e podem chegar a até 1.000 TWh em 2026. Um dos motivos pelos quais esse aumento se dará é pela crescente demanda das IAs. Isso evidencia a necessidade urgente de equilibrar avanços tecnológicos com responsabilidade ambiental, repensando desde as infraestruturas computacionais até os modelos de negócios sustentáveis.

Nesse sentido, a reflexão proposta transcende os limites tradicionais do Design e da tecnologia, promovendo um debate transdisciplinar que envolve também a ética, a



sustentabilidade e a justiça social. Acreditamos que é necessário reimaginar o papel do Designer como um agente facilitador de mudanças sistêmicas, capaz de integrar saberes diversos e promover transformações sustentáveis com base em evidências e sensibilidades culturais. Do mesmo modo, a IA deve ser compreendida não como um fim em si, mas como uma ferramenta que, se orientada por valores humanistas, pode contribuir para um novo paradigma de desenvolvimento baseado na regeneração, equidade e resiliência.

Desta forma, como equilibrar a inovação tecnológica ligada à IA em conjunto com a prática do Design em prol da sustentabilidade? Este estudo propõe um diálogo interdisciplinar, explorando casos práticos, tendências emergentes e questionamentos éticos nessa intersecção. Ao analisar estudos e projetos, buscamos não apenas mapear avanços, mas também incentivar uma visão holística, em que a prática do Design e a IA sejam aliadas na construção de um legado sustentável para as próximas gerações.

2 Referencial Teórico

A relação entre tecnologia e sustentabilidade tem sido amplamente debatida nas últimas décadas, especialmente diante das crescentes ameaças ambientais e sociais. No cerne dessa discussão, a IA surge como uma ferramenta promissora para enfrentar desafios complexos por meio da análise preditiva, automação inteligente e capacidade de processar grandes volumes de dados em tempo real. Segundo Russell e Norvig (2022), a pesquisa em IA tem como objetivo desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem uma inteligência humana. Os autores apontam como exemplos processos como tomada de decisões, reconhecimento de padrões e processamento de linguagem natural.

Paralelamente, o campo do Design, segundo Najar (2019), "torna-se uma atividade profissional como a conhecemos hoje, após a Segunda Guerra Mundial, período marcado pela crença de que a ciência e a industrialização seriam responsáveis por produzir um mundo melhor". Autores como Manzini (2008) destacam o Design como prática capaz de promover transformações sustentáveis por meio de processos colaborativos e sistêmicos. O autor aponta que:

Para os Designers, empresas e também para os cidadãos comuns em suas comunidades e organizações, a possibilidade de ação recai na sua capacidade de dar uma orientação estratégica às próprias atividades, em outras palavras, na sua habilidade em definir objetivos que combinem suas próprias necessidades e exigências com os critérios da sustentabilidade que estão gradualmente vindo à tona (Manzini, 2008, p. 28).

A literatura aponta para uma interdependência crescente entre Design e IA. Enquanto a IA contribui com sua capacidade analítica e preditiva, o Design fornece os fundamentos metodológicos para tornar suas aplicações mais acessíveis, inclusivas e contextualizadas. De acordo com Verganti *et al.* (2020), o Design pode atuar como interface crítica na aplicação da IA, ajudando a moldar sentidos e valores por trás das inovações



tecnológicas, o que engloba contextos de sustentabilidade. Boff (2018) conceitua esta como:

[...] toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais e físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana, visando a sua continuidade e ainda a atender as necessidades da geração presente e das futuras de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução e coevolução (Boff, 2018, p.116).

Desta forma, os impactos ambientais do uso da IA, como o alto consumo energético e hídrico de seus sistemas, merecem atenção, pois contrastam com os objetivos de sustentabilidade. Wynsberghe (2021) aponta, neste contexto, que um desenvolvimento sustentável deve se atentar à tensão entre atender às necessidades do meio ambiente, da economia e da sociedade.

3 Metodologia

Este estudo configura-se como uma pesquisa básica de natureza qualitativa, orientada por uma lógica indutiva, que busca compreender fenômenos sociais a partir da interpretação de dados teóricos e documentais. Conforme Lakatos e Marconi (2019), a pesquisa qualitativa preocupa-se em captar significados, valores, visões de mundo e experiências. Esse método permite construir interpretações críticas sobre o objeto de estudo, articulando conceitos e contextos de maneira flexível. Além disso, o estudo possui um caráter exploratório, pois visa ampliar o entendimento acerca da interseção entre IA, Design e sustentabilidade, campo ainda em formação. Como aponta Gil (2002), esse tipo de pesquisa busca proporcionar maior familiaridade com temas, possibilitando a identificação de lacunas, a formulação de hipóteses iniciais e o mapeamento de caminhos para investigações futuras.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, adotou-se uma revisão bibliográfica narrativa, entendida, segundo Rother (2007), como uma análise crítica conduzida pelo pesquisador, com base em lentes teóricas ou contextuais que norteiam a seleção, interpretação e articulação da literatura disponível. Para orientar a busca por fontes relevantes, foram definidas as *strings* de busca: *artificial intelligence*, inteligência artificial, *sustainability*, sustentabilidade, Design e ecoDesign. Essas palavras-chave foram utilizadas em bases de dados reconhecidas como Portal de Periódicos CAPES, ScienceDirect, ACM Digital Library e Google Acadêmico, abrangendo o período de 2020 a 2025. O critério de seleção contemplou publicações nos últimos 5 anos, com acesso aberto, e que articulassem diretamente os temas centrais da pesquisa, com destaque para contribuições que abordassem a aplicação da IA em práticas de Design orientadas para soluções sustentáveis.

Ao final, foram selecionados 8 trabalhos para análise, que proporcionaram subsídios teóricos para refletir sobre a confluência entre IA e Design em iniciativas sustentáveis. Esta fundamentação serviu de base para a discussão crítica apresentada nas



seções seguintes, permitindo não apenas mapear avanços e riscos, mas também indicar caminhos para práticas mais éticas e sustentáveis.

Tabela 1 – Informações dos artigos e dissertações selecionados na revisão bibliográfica

Edição / Ano	Autoria	Título	Local de Publicação
2020	Ricardo Vinuesa *, Hossein Azizpour, Iolanda Leite, Madeline Balaam, Virginia Dignum, Sami Domisch , Anna Felländer6, Simone Daniela Langhans,Max Tegmark, Francesco Fuso Nerini	The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals	Nature communications
2021	Keeheon Lee	A systematic review on social sustainability of artificial intelligence in product Design	Sustainability
2021	Aimee van Wynsberghe	Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI	AI and Ethics
2023	Pengfei Li, Jianyi Yang, Mohammad A. Islam, Shaolei Ren	Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models	ArXiv
2024	Carlo Franzato	Há Design por vir? Dos cenários do Design e das ecotopias	Arcos Design
2024	Aditi Malik , Tarun Kumar	Design of a Species Identification Application to Fuel Sustainable Innovation through Biomimicry	34th CIRP Design Conference
2024	Amira Fawzy Almaz, Elsayed Abd El-azim El-Agouz, Mohab Taher Abdelfatah, Islam Rafaat Mohamed	The Future Role of Artificial Intelligence (AI) Design's Integration into Architectural and Interior Design Education is to Improve Efficiency, Sustainability, and Creativity	Civil Engineering and Architecture
2025	Carolina Vaitiekunas Pizarro	O uso crítico da Inteligência Artificial como ferramenta de criação no ensino do Design	Estudos em Design

Fonte: Elaborado pelos autores.



4 Resultados

A relação entre Design e sustentabilidade vem se fazendo cada vez mais urgente em função das exigências impostas pelas mudanças climáticas, desigualdades socioambientais, além da necessidade urgente de práticas regenerativas e do próprio papel do Design como agente causador de mudanças. Franzato (2024), ao comentar sobre essa "crise planetária", aponta que "ao que tudo indica, então, estamos em uma encruzilhada, não apenas como seres humanos, mas também, e ainda mais, como Designers, pois sabemos de nossa participação direta na crise". Tradicionalmente associado à estética, funcionalidade e inovação, o Design vem cada vez mais ampliando seu escopo para incorporar dimensões éticas, sociais e ecológicas. O autor aponta alternativas projetais já desenvolvidas ao longo do tempo para um Design sustentável que vão desde o nível de produto a mudanças para alcançar novos sistemas sociotécnicos. Essas buscam atuar não apenas no produto final, mas em sistemas complexos, cadeias produtivas e impactos a longo prazo.

Entretanto, Franzato (2024) indaga que, sendo o Design "o método da modernidade industrial por excelência", existem desafios a esse movimento. O autor frisa a necessidade de interdisciplinaridade do Design ao destacar que:

Estamos em um movimento à procura de alternativas. Aqui, seria possível apenas uma listagem superficial e incompleta das trajetórias descritas. [...] compreendemos a necessidade de procurar maiores interações com as ciências biológicas, com as humanidades e com as artes, tendo em vista que a sustentabilidade deve ser considerada como um desafio sociotécnico, ético-estético e ecosófico (Franzato, 2024, p. 105).

Desta forma, mais do que propor soluções pontuais, o Design pode atuar como mediador entre diferentes atores sociais, culturais e econômicos, promovendo processos colaborativos e cocriativos. Isso implica um novo papel para o Designer: o de facilitador de mudanças sociais e ambientais. Assim, o Design deixa de ser apenas um instrumento de inovação mercadológica e passa a operar como uma ferramenta estratégica para lidar com desafios globais. Nesse sentido, compreender sua interação com tecnologias, como a Inteligência Artificial, torna-se essencial para ampliar sua eficácia e responsabilidade no enfrentamento das crises contemporâneas. Pizarro (2025) corrobora ao afirmar que "no caso das tecnologias, os projetos de Design utilizam tanto aquelas já estabelecidas, quanto experimentam possibilidades a partir de tecnologias emergentes".

A IA tem se destacado como uma das tecnologias mais transformadoras da atualidade, com aplicações crescentes em diferentes setores. No campo do Design, a IA vem sendo incorporada como ferramenta de otimização, análise preditiva e automação criativa. Sua capacidade de processar grandes volumes de dados e gerar padrões complexos oferece novas possibilidades para o desenvolvimento de produtos, serviços e experiências mais eficazes, personalizadas e eficientes. Desta forma, Lee (2021) destaca



que é importante entender como tecnologias como a IA podem tornar o Design mais socialmente sustentável.

De fato, existem iniciativas para se buscar a sustentabilidade para IA, mas Wynsberghe (2021) argumenta que é hora de ir além disso, e ao refletir sobre uma definição para IA Sustentável, argumenta que:

Sugiro que "IA sustentável" seja um campo de pesquisa que se aplica à tecnologia da IA (o hardware que alimenta a IA, os métodos para treinar a IA e o processamento real de dados pela IA) e à aplicação da IA, abordando questões de sustentabilidade da IA e/ou desenvolvimento sustentável. Sugiro ainda que a IA sustentável não se relacione exclusivamente com a implementação ou uso da IA, mas sim com todo o ciclo de vida da IA, o Design, treinamento, desenvolvimento, validação, reajuste, implementação e uso da IA (Wynsberghe, 2021, p. 2014, tradução nossa).

Isso implica criar sistemas que não apenas resolvam problemas, mas evitem externalidades negativas, como degradação ambiental ou desigualdades, alinhando inovação com limites planetários e justiça intergeracional. Wynsberghe (2021) destaca que é preciso equilibrar a inovação com metas sustentáveis e os custos ambientais de sua operação, evitando que o progresso tecnológico torne a sociedade insustentável. Sustentabilidade, aqui, não é um "acréscimo" ao projeto, mas um princípio estruturante, exigindo abordagens multidisciplinares e transparência nas escolhas técnicas.

Assim, a confluência entre IA, Design e sustentabilidade pode oferecer um campo fértil para a inovação responsável, ao mesmo tempo em que propõe uma reinvenção dos papéis tradicionais dessas áreas. Lee (2021) corrobora ao afirmar que a IA viabiliza gestão operacional sustentável, mas destaca que a dimensão social permanece negligenciada. O autor aponta que o Design, que historicamente evoluiu junto com a tecnologia, é chave para cadeias mais sustentáveis e pode ser otimizado pela IA em várias dimensões. Desta forma, não se trata apenas de aplicar tecnologia em nome da eficiência, mas de redesenhar seus propósitos e impactos a partir de critérios éticos e ambientais. Essa proposta se faz importante visto que, como destacado por Pizarro (2025), a "ampliação do uso da IA pela sociedade nem sempre envolve uma visão crítica de suas potencialidades e riscos".

Um dos principais problemas refere-se ao elevado consumo de energia associado ao treinamento e operação de modelos de IA, especialmente os de grande porte, como os utilizados em plataformas de linguagem natural, reconhecimento de imagem e sistemas autônomos. Vienusa *et al.* (2020) destacam que treinamento de IA e centros de dados requerem grande quantidade de energia, muitas vezes não renovável, e que tecnologias relacionadas a ela podem chegar a consumir 20% da eletricidade global até 2030. Esse aumento está relacionado à demanda por poder computacional, que cresce exponencialmente, o que se reflete no consumo energético de data centers, cujos impactos ambientais são expressivos.

Além da energia, a operação de sistemas de IA também demanda grandes volumes de água, utilizada no resfriamento dos servidores. Segundo pesquisa de Li *et al.* (2025),



para produzir um e-mail de 100 palavras, um chatbot que utiliza o modelo GPT-4 consome 519 ml de água. Tais dados evidenciam a urgência de estratégias de mitigação, como a adoção de energias renováveis nos centros de dados e a melhoria da eficiência dos modelos. Esse uso intensivo de recursos naturais contribui para aumentar a pegada ecológica das tecnologias digitais, muitas vezes em contradição com os objetivos de sustentabilidade.

Do ponto de vista social, os algoritmos de IA podem reproduzir e até intensificar desigualdades existentes, ao operar com dados enviesados ou insuficientemente representativos. Segundo Vinuesa *et al.* (2020), a IA pode impactar positivamente a maioria dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mas também pode gerar efeitos adversos se não for empregada de forma responsável. Isso pode resultar em discriminações algorítmicas, exclusão digital e reforço de padrões de consumo não sustentáveis, comprometendo os princípios de equidade e justiça ambiental. Vienusa *et al.* (2020) alertam que a IA é majoritariamente desenvolvida por e para países ricos e que a falta de regulamentação pode levar à violação de direitos humanos e liberdades civis.

Essas problemáticas indicam a necessidade de adotar uma postura crítica frente à adoção da IA, reconhecendo que sua implementação sem reflexão pode comprometer os princípios que buscam promover a sustentabilidade. Para Vienusa *et al.* (2020), é urgente desenvolver legislações sobre transparência e responsabilização da IA, além de definir padrões éticos aos quais essas tecnologias devem ser submetidas. Os autores trazem como exemplos nesse sentido iniciativas como o Ethical Aligned Design do IEEE e as diretrizes éticas da União Europeia para uma IA confiável. Estes prezam pela adoção de princípios de governança tecnológica, ética computacional e responsabilidade ambiental desde as fases iniciais dos projetos.

A construção de um uso sustentável da IA no campo do Design passa, primeiramente, por uma transformação educacional. Pizarro (2025) destaca que são “necessárias ações formativas no âmbito do ensino do Design que se antecipem às mudanças, preparando os alunos para a adoção dessas tecnologias no projeto.” A autora defende que é importante fomentar uma análise crítica dessas questões, incentivando que os futuros profissionais possam construir soluções que atendam a valores sociais mais amplos. Assim, ações formativas no ensino do Design são fundamentais para preparar profissionais críticos, conscientes e capacitados a lidar com tecnologias emergentes de maneira ética e sustentável.

Para tal, é urgente integrar aos currículos, conteúdos que abordem IA, sustentabilidade, ética digital, justiça ambiental e pensamento sistêmico. Ao compreenderem como os algoritmos funcionam, suas limitações e implicações sociais e ambientais, Designers poderão atuar de maneira mais estratégica na mediação entre tecnologia e impacto ecológico. Franzato (2024) corrobora ao apontar que a transdisciplinariedade torna-se, assim, um eixo estruturante para promover a atuação responsável dos Designers diante dos desafios do século XXI.



Além da formação, é necessário implementar estratégias que promovam a integração efetiva entre Design, IA e sustentabilidade. Lee (2021) ressalta que o “Design de produtos merece destaque, pois define operações subsequentes na cadeia de suprimentos”. Para tal, a autora apresenta uma abordagem que é mapear os estágios do processo de Design nos quais a IA está sendo aplicada — desde a pesquisa e ideação, passando pela prototipagem, até o refinamento e entrega do produto ou serviço. Lee (2021) salienta que, “ao relacionar etapas do Design, algoritmos de IA e tipos de sustentabilidade social, é possível direcionar esforços para fortalecer dimensões sub-representadas”. Deste modo, com esse mapeamento, torna-se possível identificar em quais fases a IA potencializa soluções sustentáveis e que tipo de sustentabilidade está sendo promovida: ambiental (por meio de redução de recursos ou impactos), social (por meio de acessibilidade, inclusão e equidade) ou econômica (por meio de modelos de negócio circulares e regenerativos). E assim, segundo Lee (2021), a IA pode tornar a gestão de operações mais sustentável economicamente, ambientalmente e socialmente.

Entre as estratégias de inovação aplicáveis ao Design sustentável com suporte da IA, Malik (2024) destaca a biomimética. Essa abordagem propõe a imitação dos princípios e padrões da natureza para o desenvolvimento de soluções eficientes, resilientes e regenerativas. A IA, nesse contexto, pode ser utilizada para analisar estruturas naturais complexas, modelar algoritmos inspirados em ecossistemas e gerar soluções de Design que replicam a inteligência da natureza. Para tal, Malik (2024) apresenta um projeto de aplicativo interativo com IA que reconhece espécies, fornece informações biológicas e educativas, e permite revisitar dados como parte do processo de Design. Desta forma, o autor salienta que, além de facilitar a bioinspiração para Designers, pode ser usado como uma ferramenta para educar os alunos sobre formas, processos e estruturas biológicas. Almaz *et al.* (2024) também apresenta um programa que integra fractais e conceitos biomiméticos, inspirado na natureza, para gerar projetos mais sustentáveis e versáteis (residencial, comercial), aliando eficiência funcional à estética inovadora e ecoeficiente. Portanto, essa abordagem abre possibilidades de ajudar a compreender, por exemplo, como a forma de uma folha maximiza a captação solar, ou como colmeias distribuem cargas com eficiência, o que permite traduzir esses princípios em aplicações arquitetônicas, industriais ou digitais.

Outra possibilidade potente reside na capacidade da IA de processar e analisar grandes volumes de dados (big data), o que pode auxiliar os Designers na tomada de decisões mais informadas e contextualizadas. Almaz *et al.* (2024) salientam que a IA analisa grandes volumes de dados, revela padrões imperceptíveis aos arquitetos e otimiza projetos para eficiência, sustentabilidade e decisões embasadas. Ao identificar padrões de comportamento, lacunas de acesso ou correlações entre fatores socioambientais, a IA fornece subsídios valiosos para a criação de soluções mais adaptadas às necessidades reais das comunidades e dos ecossistemas. Vienusa *et al.* (2020) apontam que a IA pode facilitar metas sustentáveis na contribuição da promoção de economias circulares e viabilizar tecnologias que otimizam o uso de energia. Essa análise pode apoiar o Design de produtos personalizados, serviços inclusivos, políticas públicas sensíveis ao território ou sistemas



urbanos resilientes, sempre com base em evidências e simulações. Almaz *et al.* (2024) realçam que a IA transforma a arquitetura e o Design, ao permitir explorar cenários com feedback imediato sobre viabilidade, custos e eficiência energética, otimizando recursos e assegurando qualidade e sustentabilidade no projeto final.

5 Considerações finais

A integração entre IA, Design e sustentabilidade emerge como um espaço de transformação radical, não só por suas possibilidades técnicas e criativas, mas por desafiar paradigmas vigentes em modelos produtivos e na ética inerente à prática projetual. Este estudo reforça que essa convergência, embora promissora, está permeada de tensões e dilemas, exigindo rigor analítico e compromisso crítico contínuo.

Em um contexto de crise climática, desigualdades e fragilidades sistêmicas, defende-se que o Design deve transcender sua função tradicional, tornando-se mediador entre inovação tecnológica e justiça socioambiental. Mais que uma disciplina estético-funcional, precisa buscar ter uma práxis ética e transdisciplinar, orientada pela regeneração ecológica e equidade. A IA, nesse cenário, é uma ferramenta estratégica para soluções complexas, desde que alinhada a princípios de responsabilidade com o nosso planeta.

Embora possamos evidenciar avanços promissores na aplicação da inteligência artificial ao Design, como prototipagem ágil, otimização de materiais e soluções inspiradas na biomimética, é crucial confrontar os custos ocultos dessas inovações. Por um lado, o consumo energético exorbitante, as pegadas hídricas e os riscos de ampliação das desigualdades sociais desafiam a narrativa de progresso unilateral. Por outro lado, torna-se claro que o potencial inovador da IA só se concretizará plenamente se houver uma governança robusta, capaz de subordinar interesses imediatistas a princípios como os limites ecológicos do planeta e a equidade entre gerações.

Portanto, a discussão acerca da “IA sustentável”, precisa ir além da aplicação da tecnologia em favor da sustentabilidade e passar a considerar o ciclo de vida completo dos sistemas de IA, desde a concepção do Design, seu treinamento até sua manutenção e descarte. Essa abordagem implica uma mudança epistemológica e metodológica significativa, exigindo novas matrizes de pensamento, regulação ética e práticas educacionais voltadas à formação crítica dos profissionais da área. Outro ponto abordado refere-se ao risco de perpetuação de desigualdades por meio de algoritmos enviesados, geralmente treinados a partir de dados que refletem assimetrias históricas e culturais. Como foi apontado, atualmente sistemas de IA são concebidos no norte global para atender a demandas locais. Desta forma, ao ignorar essas limitações, corre-se o risco de desenhar soluções tecnológicas que marginalizam ainda mais comunidades vulneráveis ou que intensificam padrões de consumo predatórios. Assim, enfatiza-se a importância do Design como instância crítica e mediadora, capaz de traduzir os dados em experiências sensíveis e inclusivas, conscientes do impacto que causam nos territórios e nos corpos.

Além disso, foi possível constatar que as fronteiras entre disciplinas precisam ser ultrapassadas. A colaboração entre Designers, cientistas de dados, engenheiros, biólogos,



urbanistas e outros saberes é essencial para criar soluções que sejam genuinamente sustentáveis, em múltiplas dimensões: ambiental, social e econômica. A biomimética, por exemplo, surge como uma abordagem especialmente promissora ao integrar os princípios de funcionamento dos ecossistemas naturais às práticas projetuais, oferecendo inspiração e lógica regenerativa ao Design sustentado por IA.

Do ponto de vista educacional, torna-se urgente a reformulação curricular nos cursos de Design, Arquitetura e Engenharia, de forma a integrar conteúdos como ética algorítmica, justiça ambiental, ecodesign, pensamento sistêmico e governança tecnológica. A formação dos futuros profissionais deve capacitá-los não apenas a lidar tecnicamente com a IA, mas a compreender criticamente os contextos e consequências de seu uso. Como apontado por autores citados na revisão, o desconhecimento sobre as implicações éticas e ecológicas da IA compromete sua aplicação responsável e reforça a lógica econômica dominante.

Ações formativas podem incluir laboratórios experimentais com IA, projetos integradores com foco em justiça socioambiental, uso de plataformas de simulação e análise de impactos de Design mediados por algoritmos, bem como a adoção de metodologias ativas e colaborativas que favoreçam a autonomia e o pensamento crítico. Podemos tomar como exemplo prático a pesquisa feita por Pizarro (2025), na qual foi aplicada uma atividade com IA generativa em uma turma de Design para promover reflexão crítica sobre seu uso criativo. A autora, depois de aulas teóricas, propôs que os alunos criassem imagens com IA e depois respondessem a um questionário avaliativo. Segundo Pizarro (2025), os resultados indicaram que a IA foi vista como ferramenta útil, mas limitada. A experiência favoreceu uma compreensão crítica, ética e consciente da tecnologia.

Outro aspecto relevante é a governança da IA. A ausência de regulamentações específicas para o uso de IA no Design e na sustentabilidade agrava a assimetria de poder entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, além de permitir a expansão de sistemas opacos e irresponsáveis. Nesse sentido, iniciativas como o *Ethical Aligned Design* do IEEE ou as diretrizes da União Europeia para uma IA confiável são passos importantes, mas ainda insuficientes se não forem adaptadas às realidades locais e inseridas nas políticas públicas, legislações e práticas pedagógicas.

A sustentabilidade, neste contexto, deve ser compreendida não como um adereço ou um diferencial competitivo, mas como uma premissa basilar para qualquer inovação tecnológica. Trata-se de uma sustentabilidade forte, que exige limites ecológicos claros, justiça intergeracional e uma profunda revisão dos modos de produção e consumo. A IA, por sua vez, precisa ser remodelada como uma tecnologia que preze pelo cuidado e regeneração, capaz de operar em consonância com os ciclos naturais e os direitos dos seres humanos e do meio ambiente.

Por fim, esse estudo buscou trazer reflexões e possibilidades. Podemos tirar como principal conclusão que, para a confluência entre IA e Design, seja realmente eficaz em prol



da sustentabilidade, é preciso repensar o próprio conceito de progresso tecnológico. Os avanços em termos de Design, sustentabilidade e IA não podem mais ser medidos apenas por métricas de eficiência, crescimento ou inovação técnica, mas sim pela capacidade de gerar bem-estar coletivo, restaurar ecossistemas degradados, reduzir desigualdades e criar futuros possíveis para as próximas gerações.

Desta forma, a partir dos estudos apresentados, a interação entre IA e Design não só se mostra presente na nossa realidade como também, citando Franzato (2024), nos coloca em uma encruzilhada. E, como toda encruzilhada, exige uma escolha. Assim, cabe aos profissionais como Designers, desenvolvedores, pesquisadores, educadores e formuladores de políticas elaborarem juntos caminhos onde se pode vislumbrar um futuro possível para nossa sociedade, onde as tecnologias possam ser utilizadas em prol do ser humano enquanto comunidade interdependente do meio em que vive.

Referências

ALMAZ, A. F. *et al.* The Future Role of Artificial Intelligence (AI) Design's Integration into Architectural and Interior Design Education is to Improve Efficiency, Sustainability, and Creativity. **Civil Engineering and Architecture**, v. 3, n. 12, p. 1749-72, 2024. DOI: 10.13189/cea.2024.120336

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é - o que não é**. Editora Vozes Limitada, 2017.

FRANZATO, C. Há Designs por vir? : Dos cenários do Design e das ecotopias. **Arcos Design**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 99–120, 2024. DOI: 10.12957/arcosDesign.2024.81831. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/arcosDesign/article/view/81831>. Acesso em: 9 abr. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Electricity 2024: Analysis and forecast to 2026** [Relatório]. Paris: IEA, 2024. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b2fd954-2017-408e-bf08-952fdd62118a/Electricity2024-Analysisandforecastto2026.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2025

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. **Sociologia Geral**. 8. ed. São Paulo: Atlas. 2019.

LEE, K. A systematic review on social sustainability of artificial intelligence in product Design. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2668, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13052668>

LI, Pengfei et al. Making ai less" thirsty": Uncovering and addressing the secret water footprint of ai models. **arXiv preprint arXiv**: 2304.03271, 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2304.03271

MALIK, A; KUMAR, T. Design of a Species Identification Application to Fuel Sustainable Innovation through Biomimicry. **Procedia CIRP**, v. 128, p. 734-739, 2024. DOI: 10.1016/j.procir.2024.06.036



MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade (LIVRO): Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Editora E-papers, 2008.

NAJAR, R. Perspectivas epistemológicas e Design: uma abordagem pós-estruturalista.

Estudos em Design, v. 27, n. 1, 2019. Disponível em: [https:// estudosem](https://estudosemDesign.emnuvens.com.br/Design/article/view/678)

[Design.emnuvens.com.br /Design/article/view/678](https://estudosemDesign.emnuvens.com.br/Design/article/view/678) . Acesso em: 10 abr. 2025.

PIZARRO, C. V. O uso crítico da Inteligência Artificial como ferramenta de criação no ensino do Design. **Estudos em Design**, v. 33, n. 1, 2025. Disponível em:

<https://estudosemDesign.emnuvens.com.br/Design/article/view/2097>. Acesso em: 10 abr. 2025. DOI: 10.35522/eed.v33i1.2097

RUSSELL, S. NORVIG, P. **Inteligência artificial. Uma abordagem moderna**. Tradução:

Daniel Vieira, Flávio Soares Corrêa da Silva. 4. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2022.

ROTHER, E. T.. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**. v.

20, n. 2, 2007. DOI: 10.1590/S0103-21002007000200001

VERGANTI, R.; VENDRAMINELLI, L.; IANSITI, M. Innovation and Design in the Age of

Artificial Intelligence. **J Prod Innov Manag**, 2020;37(3):p. 212–227. DOI:

10.1111/jpim.12523

VINUESA, R. *et al*. The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable

Development Goals. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 233, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>

WORLD ECONOMIC FORUM. **AI in conservation: Where we came from and where we are heading**. World Economic Forum, mar. 2024. Disponível em:

<https://www.weforum.org/stories/2024/03/ai-in-conservation-where-we-came-from-and-where-we-are-heading/>. Acesso em: 24, abr. 2025.

WYNSBERGHE, A. V. Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI. **AI and**

Ethics, v. 1, n. 3, p. 213-218, 2021. DOI: 10.1007/s43681-021-00043-6