

# Inteligência Artificial, Soluções Artificiais - Colocando a emergência climática no centro dos desenvolvimentos de IA<sup>1</sup>

*Artificial Intelligence, Artificial Solutions - Placing the Climate Emergency at the Center of AI Developments*

*Inteligencia artificial, soluciones artificiales: situar la emergencia climática en el centro de los desarrollos de la IA*

Benedetta BREVINI<sup>2</sup>

## Resumo

Apesar da crescente atenção aos custos ambientais dos sistemas de tecnologia da informação e comunicação, a Inteligência Artificial é principalmente anunciada como a tecnologia-chave para resolver os desafios contemporâneos, incluindo a crise ambiental, que é um dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Mas quão ecológica é a Inteligência Artificial? Este texto considera a materialidade da IA e tenta ir além dos exageros convencionais ao explorar as maneiras multifacetadas pelas quais a IA está impactando a emergência climática e, assim, impactando o desenvolvimento ambiental sustentável. Ao final, o texto apresenta um conjunto de soluções para limitar os desafios diretos que a IA representa para os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Sustentável; IA; ODS; Emergência Climática.

## Abstract

Despite growing attention to the environmental costs of information communication technology systems, Artificial Intelligence gets principally heralded as the key

---

<sup>1</sup> Esse texto é uma tradução revisada do capítulo Artificial intelligence, artificial solutions: Placing the climate emergency at the center of AI developments. In: **Technology and Sustainable Development**. Routledge, 2023. p. 23-33. Tradução de Luíza Ferreira. (Foram feitas algumas adaptações formais em função dos critérios de publicação da Revista Mídia e Cotidiano).

<sup>2</sup> Doutora em Comunicação é professora associada na Universidade de Sydney e pesquisadora visitante sênior na London School of Economics and Political Science. E-mail: bb948@nyu.edu. ORCID: 0000-0003-3596-6561.



---

technology to solve contemporary challenges, including the environmental crisis, which is one of the goals of sustainable development. But how green is Artificial Intelligence? This text considers the materiality of AI and attempts to go beyond mainstream hypes as it explores the multifaceted ways in which AI is impacting the climate emergency, thus impacting sustainable environmental development. It concludes by offering a set of solutions to limit the direct challenges that AI poses to SDGs (Sustainable Development Goals).

**Keywords:** Sustainable Development; AI; SDGs; Climate Emergency.

## Resumen

A pesar de la creciente atención a los costos ambientales de los sistemas de tecnología de la información y las comunicaciones, la Inteligencia Artificial se anuncia principalmente como la tecnología clave para resolver los desafíos contemporáneos, incluida la crisis ambiental, que es uno de los objetivos del desarrollo sostenible. Pero, ¿qué tan ecológica es la Inteligencia Artificial? Este texto considera la materialidad de la IA e intenta ir más allá de las exageraciones convencionales explorando las formas multifacéticas en las que la IA está impactando la emergencia climática y, por lo tanto, impactando el desarrollo ambiental sostenible. Al final, el texto presenta un conjunto de soluciones para limitar los desafíos directos que la IA plantea a los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) de la ONU.

**Palabras clave:** Desarrollo Sostenible; IA; ODS; Emergencia climática.

---

## Introdução

A pandemia global da COVID-19 causou a pior contração econômica desde a Grande Depressão. Isto ressaltou a necessidade de repensar que tipo de economia e sociedade queremos construir à medida que enfrentamos o agravamento da emergência climática. A Europa está à frente no desenvolvimento de estratégias para uma Recuperação Verde. As inovações tecnológicas e os serviços digitais estão no centro da recuperação, com o potencial de criar milhões de empregos e impulsionar as economias devastadas pela pandemia. A Comissão Europeia propôs um grande plano de recuperação para a Europa em 26 de maio de 2020, aprovado pelo Conselho Europeu em 21 de julho de 2020. Juntamente com o pacote de recuperação, os líderes da UE concordaram com um orçamento de longo prazo para a UE de € 1.074,3 bilhões para 2021–2027. Entre outros, o orçamento apoiará o investimento nas transições digital e ecológica, e na resiliência.

A recém-publicada Comunicação da Comissão Europeia (CCE) intitulada “Relatório de prospectiva estratégica de 2022” sobre “A geminação das transições



ecológica e digital no novo contexto geopolítico”, publicada em 29 de junho, enfatiza mais uma vez o papel crucial da “transição dupla”, verde e digital, ambos no topo da agenda política da UE. O que é crucial sobre esta Comunicação é que, pela primeira vez, a Comissão Europeia é explícita sobre o fato de que as tecnologias digitais também lhes trarão encargos ambientais adicionais.

Em particular, explica:

A menos que as tecnologias digitais se tornem mais eficientes em termos energéticos, seu uso generalizado aumentará o consumo de energia. As tecnologias de informação e comunicação (TIC) são responsáveis por 5–9% do uso global de eletricidade e cerca de 3% das emissões de gases de efeito estufa. (...) No entanto, estudos mostram que o consumo de energia das TIC continuará a crescer, impulsionado pelo aumento do uso e produção de dispositivos de consumo, pela demanda de redes, *data centers* e criptoativos. (CCE, 2022).

Esse mesmo Relatório reconhece ainda que “surgirão novas tensões em relação ao lixo eletrônico e às pegadas ambientais das tecnologias digitais” (CCE, 2022). No entanto, apesar da crescente atenção aos custos ambientais dos sistemas de TIC, a Inteligência Artificial (IA) é principalmente anunciada como a principal tecnologia para resolver os desafios contemporâneos, incluindo a crise ambiental, que é um dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Só que, conforme já explicado, a *sustentabilidade* compreende muito mais do que os desafios ambientais que enfrentamos, pois toda preocupação ambiental é uma preocupação social, econômica e política.

Infelizmente, os debates sobre planos de Recuperação Verde e desenvolvimentos de IA continuam a evitar uma questão crucial: quão verde (ecológica) é a Inteligência Artificial? E, considerando que a estrutura internacional mais importante para alcançar a sustentabilidade está consagrada nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (Nações Unidas, 2015; Sætra, 2022), a IA está permitindo ou dificultando os ODS especificamente relacionados ao desenvolvimento ambiental sustentável?

Este texto baseia-se na agenda de investigação estabelecida na coleção *Capitalismo de Carbono e Comunicação*<sup>3</sup> (Brevini & Murdock, 2017; Murdock & Brevini, 2019), na qual os sistemas de comunicação são abordados como conjuntos de dispositivos e infraestruturas materiais, capazes de esgotar recursos escassos em sua fabricação, uso e descarte. Também está baseado no volume *A IA é boa para o*

---

<sup>3</sup> No original: *Carbon Capitalism and Communication*



*planeta?*<sup>4</sup> (Brevini,2021) onde as aplicações de Inteligência Artificial foram investigadas como tecnologias, máquinas e infraestruturas que exigem quantidades excessivas de energia para computar, analisar e categorizar; elas usam recursos limitados em sua produção, consumo e descarte, potencialmente exacerbando problemas de desperdício e poluição.

Depois de refletir sobre uma definição de IA que considera sua materialidade (Brevini, 2021) longe dos exageros convencionais, este texto explora as maneiras multifacetadas pelas quais a IA impacta a emergência climática, impactando assim o desenvolvimento ambiental sustentável - especificamente, por exemplo, o ODS 13 (ação climática), ODS 14 (vida marinha), ODS 15 (vida terrestre). Finalmente, conclui com a apresentação de um conjunto de soluções para limitar os desafios diretos que a IA representa para os ODS.

### **Pandemia, crise climática e consumo de energia**

A pandemia acelerou nossa dependência da tecnologia e a aceleração massiva da adoção de IA, *Big Data*, computação em nuvem e tecnologias de vídeo. Nós comemos, nos socializamos, trabalhamos, estudamos, nos exercitamos online e nos conectamos à nuvem. Uma nova pesquisa da Milkround (2021) no Reino Unido revela que a videoconferência superou o e-mail como a forma mais utilizada de comunicação empresarial durante o lockdown. Portanto, dependemos dos sistemas de comunicação como nunca antes havíamos dependido, enquanto o planeta lida com a maior crise global já enfrentada.

Sabemos agora que, a menos que as emissões caiam 7,6% a cada ano entre 2020 e 2030, o mundo perderá a oportunidade de avançar em direção à meta dos termômetros não ficarem acima de 1,5°C dos níveis pré-industriais. Também sabemos que atualmente estamos em uma trajetória de aumento de temperatura acima de 3°C (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2019). No entanto, há quase dois anos somos constantemente bombardeados por relatos da mídia de que a pandemia tem sido incrivelmente boa para a crise climática, reduzindo as emissões climáticas, controlando os transportes, voos e movimentos (Gössling & Humpe, 2020, p. 2).

Pelo contrário, apesar dos lockdowns de 2020, as emissões de gases de efeito estufa permaneceram teimosamente altas. As emissões globais diárias de dióxido de

---

<sup>4</sup> No original: Is AI good for the Planet?



carbono caíram até 17% no início de abril de 2020. Mas, à medida que a economia mundial começou a se recuperar, as emissões retornaram e a ONU mostrou que 2020 viu um declínio de apenas 4–7% na emissão do dióxido de carbono em relação a 2019 (UN News, 2020). Enquanto o transporte e a atividade industrial diminuíram a partir de janeiro de 2020, o consumo de eletricidade permaneceu constante, o que explica, em parte, a queda mínima das emissões (IEA, 2020). Pode-se perguntar: como? De acordo com o World Energy Outlook 2019, globalmente 64% do mix global de energia elétrica vem de combustíveis fósseis (carvão 38%, gás 23%, petróleo 3% (IEA, 2019)). Uma vez que os combustíveis fósseis são a maior fonte de emissões de gases de efeito estufa, sem mudanças fundamentais para os recursos renováveis na produção global de energia, não seremos capazes de evitar a perda incalculável de vidas.

O livro já citado *Capitalismo de Carbono e Comunicação* focou especificamente no desenvolvimento de um tipo de estudo de comunicação que enfoca a materialidade dos sistemas de comunicação, ou seja, como destacado há pouco, tal materialidade inclui a percepção de que os sistemas de comunicação são executados em máquinas e infraestruturas que esgotam recursos escassos em sua produção, consumo e descarte, aumentando assim as quantidades de energia em seu uso e agravando os problemas da crise climática (Brevini & Murdock, 2017). Os pesquisadores Lotfi Belkhir e Ahmed Elmeligi estimam que a pegada de carbono da indústria de tecnologia poderia aumentar para 14% até 2040, “representando mais da metade da contribuição relativa atual de todo o setor de transporte” (Belkhir & Elmeligi, 2018, p. 448). Os *data centers* representarão 45% dessa pegada (acima dos 33% em 2010) e a infraestrutura de rede 24% (ibid., 457).

### **Compreendendo a Inteligência Artificial e seu impacto ambiental**

Embora mais informações sejam coletadas sobre o impacto ambiental dos *data centers*, pouco se discute sobre o impacto das tecnologias de comunicação, especificamente a Inteligência Artificial (IA). Se quisermos entender a IA como uma tecnologia de comunicação emergente, profundamente dependente de dados para potencializar seus recursos de aprendizado de máquina, mais pesquisas precisam ser feitas para entender quais recursos serão necessários, bem como os custos e danos ambientais decorrentes, para operá-la.

Nos debates convencionais, a IA foi definida como a capacidade das máquinas de imitar e executar funções cognitivas humanas. Isso inclui raciocínio, aprendizagem,



resolução de problemas, tomada de decisões e até mesmo a tentativa de combinar elementos do comportamento humano, como a criatividade.

Em estudos recentes sobre comunicação, por exemplo, dentro da Comunicação Homem-Máquina (CHM), uma área emergente de pesquisa em comunicação definiu IA como o estudo da “criação de significado entre humanos e máquinas” (Guzman & Lewis, 2019, p. 71). Outros, em vez disso, se concentraram no refinamento e na teoria relacionada às interações das pessoas com tecnologias como agentes e robôs (Spence, 2019).

Em *A IA é Boa para o planeta?* (Brevini, 2021, p. 40), argumentei que a definição adotada pelo último *Livro Branco sobre Inteligência Artificial* emitido pela Comissão Europeia serve como um bom ponto de partida para recuperar a compreensão da *materialidade* da Inteligência Artificial, destacando a conexão entre IA, dados e algoritmos: “A IA é uma coleção de tecnologias que combinam dados, algoritmos e poder de computação. Os avanços na computação e a crescente disponibilidade de dados são, portanto, os principais impulsionadores do atual aumento da IA” (ibid.).

Ao abraçar a tradição da economia política crítica da comunicação, na qual os sistemas de comunicação são abordados como conjuntos de dispositivos e infraestruturas materiais (Brevini & Murdock, 2017), a IA pode então ser melhor entendida como tecnologias, máquinas e infraestruturas que exigem quantidades de energia para computar, analisar e categorizar. Como consequência, essas tecnologias de comunicação utilizam recursos escassos em sua produção, consumo e descarte, exacerbando problemas de desperdício e poluição.

### **Os potenciais da Inteligência Artificial para o Clima**

A Inteligência Artificial – assim nos dizem – tem ajudado a resolver alguns dos maiores desafios do mundo, desde o tratamento de doenças crônicas e a redução das taxas de fatalidade em acidentes de trânsito, até o combate às Mudanças Climáticas e a antecipação das ameaças à segurança cibernética (Brevini, 2020, p. 2). Portanto, não é de surpreender que também prometa enfrentar a emergência mais urgente: a crise climática que a Terra está enfrentando.



Um famoso relatório intitulado *Aproveitando a Inteligência Artificial para a Terra*<sup>5</sup>, publicado em janeiro de 2018 pelo Fórum Econômico Mundial (FEM) reiterou que a solução para os desafios ambientais mais prementes do mundo é empregar inovações tecnológicas e, mais especificamente, a IA. “Temos uma oportunidade única de aproveitar essa Quarta Revolução Industrial e as mudanças sociais que ela desencadeia, para ajudar a abordar questões ambientais e redesenhar a forma como gerenciamos nosso ambiente global compartilhado” (Fórum Econômico Mundial, 2018, p. 3) explicitou o relatório, que também destacou que

Os ganhos de inteligência e produtividade que a IA proporcionará podem desbloquear novas soluções para os desafios ambientais mais prementes da sociedade: mudanças climáticas, biodiversidade, saúde dos oceanos, gestão da água, poluição do ar e resiliência, entre outros (FEM, 2018, p. 19).

Além dessas afirmações glorificadas, as aplicações de IA que aprimoram a gestão ambiental estão crescendo rapidamente e há um número crescente de cientistas comprometidos em empregar ferramentas de IA para prever os efeitos adversos das mudanças climáticas futuras (Rolnick et al., 2023; Donti, 2020). Por exemplo, o Treeswift, um *spin-off* da Penn Engineering, fornece um sistema de monitoramento florestal alimentado por IA que usa drones autônomos e aprendizado de máquina para capturar dados, imagens e inventário para mapear a biomassa florestal. O Treeswift pode fornecer dados de captura de carbono, monitoramento do desmatamento, previsão de crescimento e apoiar o gerenciamento florestal com aplicações direcionadas em preservação, indústria madeireira e controle de incêndios florestais (Lopez, 2020), tudo em princípio alinhado aos ODS 13 e 15. Prevê-se, também, que a IA ajude na integração e disseminação de energia renovável por meio de mecanismos de preços dúcteis e armazenamento eficiente de energia e operação de carga (ODS 13).

Ao aumentar a produtividade do setor agrícola, diz-se que a IA desempenha um papel fundamental na gestão de recursos, para minimizar o impacto ambiental da agricultura e aumentar a resiliência global ao clima extremo por meio de várias aplicações focadas em dados, na tomada de decisões informadas e em respostas aumentadas às mudanças na oferta e na demanda (Mann, 2021). Isso será apoiado em parte pelo campo emergente da informática climática, no qual a IA e as redes de aprendizagem profunda (*deep learning*) são alavancadas para revolucionar nossa

---

<sup>5</sup> No original: *Harnessing Artificial Intelligence for the Earth*



compreensão do clima e das mudanças climáticas. A IA também é aplicada progressivamente na gestão da água (ODS 15). Por exemplo, ao analisar as condições de uma bacia hidrográfica montanhosa no norte da China, os métodos de IA identificaram relações climatológicas-hidrológicas e projetaram temperatura, precipitação e vazão futuras, juntamente com respostas hidrológicas anuais a essas variáveis (Zhu et al., 2020). Outras aplicações relevantes são exploradas por Umbrello e Capasso.

### **Tecno-solucionismo, Otimismo Tecnológico e Ecomodernismo**

A tecnologia tem sido considerada uma solução definitiva para as desigualdades do capitalismo. Como a introdução deste texto explicou sucintamente, o tecnosolucionismo pode ser facilmente conectado ao conceito de tecno-otimismo (Danaher, 2022, p. 1), com sua visão clara “de que a tecnologia, quando combinada à paixão e engenhosidade humanas, é a chave para desbloquear um mundo melhor”. Como Mosco argumenta de forma eloquente, “uma geração após a outra renovou a crença de que, o que quer que tenha sido dito sobre as tecnologias anteriores, a mais recente cumprirá uma promessa radical e revolucionária” (Mosco, 2004, p. 8). Embutida nesse discurso neoliberal, tecnodeterminista, está uma crença de que a tecnologia digital pode romper desigualdades e assimetrias de poder, sem a necessidade de desafiar o *status quo*.

Ligado a esse conceito, mas abordando especificamente o problema ambiental, está o credo do Ecomodernismo (Asafu-Adjaye et al., 2015). Contra aqueles que colocam as relações desiguais de poder capitalista no centro da emergência climática (Brevini & Murdock, 2017; Foster, 2002), o Manifesto Ecomodernista<sup>6</sup> (Asafu-Adjaye et al., 2015) cita a tecnologia como nossa resposta à crise ecológica, fugindo da necessidade de enfrentar a inerente destrutividade ambiental do capitalismo. De autoria de um grupo de figuras de sustentabilidade do Breakthrough Institute, *Um Manifesto Ecomoderno*<sup>7</sup> argumenta que “a mitigação climática significativa é fundamentalmente um desafio tecnológico” (Asafu-Adjaye et al., 2015). Para os ecomodernistas, o crescimento econômico ilimitado não é contestado, mas incentivado.

---

<sup>6</sup> No original: *Ecomodernist Manifesto*

<sup>7</sup> No original: *An Ecomodernist Manifesto*



O ecomodernismo também está sendo adotado nos círculos esquerdistas (Isenhour, 2016), entre os estudiosos que afirmam que “a ideia de que a resposta às Mudanças Climáticas é consumir menos energia – de que uma mudança para as energias renováveis significará necessariamente um *downsizing* na vida – parece errada” (Bastani, 2017, p. 36). Para Bastani, um defensor do comunismo verde totalmente automatizado, “em vez de consumir menos energia, os desenvolvimentos em energia eólica e solar (e dentro de apenas algumas décadas) devem significar energia distribuída de tal abundância que não saberemos o que fazer com ela” (idem).

Apesar de suas discussões sobre a limitação das emissões de gases de efeito estufa, o Protocolo Internacional de Quioto também pouco fez para dissuadir uma agenda ecomodernista, incentivando os defensores do meio ambiente nos Estados Unidos (ver campanha presidencial de Al Gore) a pressionar por melhorias tecnológicas na eficiência energética como forma de evitar desastres ambientais (Foster, 2001, 2002). Essa visão, que encontramos de forma semelhante nos círculos cibernéticos do Vale do Silício, transforma-se em uma poderosa apologia ao *status quo* e é abraçada pelos mesmos gigantes corporativos que tradicionalmente se opunham à ação sobre as Mudanças Climáticas. Infelizmente, “uma fé fundamental no crescimento” e um “tecno-otimismo fundamental” (Sætra, 2022, p. 103) também estão muito enraizados na estrutura dos ODS.

### **Desigualdade e exploração: compreendendo os custos ambientais da IA como tecnologias de comunicação**

Depois de restabelecer o foco na base material da Inteligência Artificial, completamente negligenciada em debates de recuperação verde e estruturas de DS, quero me concentrar especificamente nos diversos custos ambientais da IA. O ponto de partida de toda discussão deve ser uma análise das cadeias globais de suprimentos de Inteligência Artificial, a começar pelo extrativismo e negligência da justiça social e ambiental que a IA exige atualmente para produzir, transportar, treinar e descartar (Brevini, 2021), certamente em desacordo com o ODS 12 (consumo responsável), ODS 13 (ação climática), ODS 15 (vida terrestre), ODS 7 (energia limpa), mas também com metas de sustentabilidade mais genéricas, como o citado ODS 12.

Para produzir os dispositivos materiais necessários para que a IA funcione, precisamos começar a explorar seus custos planetários, considerando que a extração



de metais raros e fontes minerais necessárias acontece seguindo as lógicas do colonialismo.

Em seu trabalho sobre desenvolvimentos digitais com estruturas humanitárias, Mirca Madianou (2019) desenvolveu a noção de “tecnocolonialismo” para analisar como “a convergência dos desenvolvimentos digitais com estruturas humanitárias e forças de mercado revigora e retrabalha os legados coloniais” (2019, p. 2). A mesma “tenacidade das genealogias e desigualdades coloniais” (Madianou, 2020, p. 1) caracteriza as cadeias globais de suprimentos da Inteligência Artificial, pois a natureza extrativista do tecnocolonialismo reside nos minerais que precisam ser extraídos para fabricar o *hardware* para aplicações de IA. Assim, por exemplo, a demanda por recursos minerais está crescendo exponencialmente por causa da captação de IA, comprometendo, deste modo, vários ODS (13, 15, 12, dentre outros). A Comunicação Europeia salientou, por exemplo, o uso de lítio na UE, principalmente nas baterias, pois há a previsão de um aumento de 3500% até 2050 (CE, 2022). Isso, é claro, destaca as contradições sinalizadas por autores como Saetra (2022) como, por exemplo, entre o impulso ao “crescimento” e as preservações da terra, conforme é estabelecido nos ODS 14–15.

Passando para a segunda fase da cadeia de suprimentos global, a produção do modelo de IA também mostra altos custos ambientais, desafiando assim os ODS. Um estudo publicado em 2019 pela Faculdade de Ciências da Informação e da Computação (College of Information and Computer Sciences) da Universidade de Massachusetts Amherst (Strubell et al., 2019) quantifica a energia consumida pela execução de programas de inteligência artificial. No caso examinado pelo estudo, um modelo comum de treinamento de IA em Linguística pode emitir mais de 284 toneladas de dióxido de carbono equivalente. Isso é comparável a cinco vezes as emissões de um carro americano médio durante toda a sua vida útil. Também é comparável a cerca de 100 voos de ida e volta de Londres para Nova York (Brevini, 2021, p.68). Enquanto isso, os sistemas de comunicação convergentes dos quais a IA depende, geram uma infinidade de problemas ambientais próprios, principalmente consumo e emissões de energia, toxicidade de materiais e resíduos eletrônicos (Brevini & Murdock, 2017). De acordo com a Agência Internacional de Energia, se a demanda de energia continuar acelerando no ritmo atual, a eletricidade residencial necessária para alimentar os eletrônicos aumentará para 45% até 2030 (Maxwell, 2015).



A Inteligência Artificial depende de dados para funcionar. Atualmente, a computação em nuvem consome energia a uma taxa localizável entre o consumo nacional do Japão e o da Índia (Brevini, 2021; Murdock & Brevini, 2019). Hoje, o uso de energia dos *data centers* é em média 200 terawatts-hora (TWh) por ano (Jones, 2018; IEA, 2017) ou seja, maior do que o consumo nacional de energia de alguns países, incluindo o Irã. Além disso, o setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC), que inclui redes de telefonia móvel, dispositivos digitais e televisão, representa 2% das emissões globais (Jones, 2018). As emissões de gases de efeito estufa da Indústria de Informação e Comunicação (TIC) podem crescer de cerca de 1-1,6% em 2007 até exceder 14% em todo o mundo até 2040, representando mais da metade da contribuição relativa atual de todo o setor de transporte, levantando sérios desafios para o ODS 7 e o ODS 13, por exemplo. Além disso, os *data centers* exigem grandes e contínuos suprimentos de água para seus sistemas de resfriamento, levantando sérias questões políticas em lugares como os Estados Unidos e a Austrália, onde anos de seca devastaram comunidades (Mosco, 2017), novamente comprometendo o ODS 15. Como explica o site Deepmind da Google (Evans & Gao, 2016),

Uma das principais fontes de uso de energia no ambiente do data center é o resfriamento (...). Os nossos centros de dados – que contêm servidores que alimentam o Google Search, o Gmail, o YouTube, etc. – também geram muito calor que deve ser removido para manter os servidores em funcionamento. Esse resfriamento é normalmente realizado por meio de grandes equipamentos industriais, como bombas, resfriadores e torres de resfriamento.

De acordo com o Deepmind, a solução para esse problema é, naturalmente, o Machine Learning, que também consome muita energia e gera emissões de carbono.

No final da cadeia de suprimentos global, também devemos considerar o problema do descarte dos dispositivos empregados na IA. Quando as máquinas de comunicação são descartadas, elas tornam-se lixo eletrônico ou *e-waste*, sobrecarregando os municípios locais com o desafio do descarte seguro. Essa tarefa é tão onerosa que é frequentemente deslocalizada, e muitos países com economias em desenvolvimento tornaram-se lixões digitais para nações mais privilegiadas (Brevini & Murdock, 2017).

Por fim, embora prometam resolver a emergência climática, as empresas de IA comercializam suas ofertas e serviços para empresas de carvão, petróleo e gás, comprometendo assim os esforços para reduzir as emissões e desinvestir em



combustíveis fósseis. Um novo relatório sobre o futuro da IA no mercado de petróleo e gás publicado pela Zion Market Research (Zion Market Research, 2019) descobriu que o setor de IA em petróleo e gás deverá atingir cerca de 4,01 bilhões de dólares a nível mundial até 2025, contra 1,75 bilhão em 2018. As empresas de IA em todo o mundo estão levando suas capacidades para os setores de petróleo e gás para aumentar suas eficiências, otimizar suas operações e aumentar a produtividade: em outras palavras, elas estão vendendo seus serviços para aumentar o ritmo e a produtividade da escavação e perfuração. A Exxon Mobil, por exemplo, assinou uma parceria em fevereiro deste ano com a Microsoft para implantar programas de IA, enquanto a exploração de petróleo e gás no frágil ecossistema do Brasil tem visto o emprego recente da tecnologia de IA pela gigante petrolífera estatal Petrobras; da mesma forma, a petrolífera europeia Royal Dutch Shell assinou uma parceria com a empresa de IA C3 (Joppa & Herweijer, 2018).

### **A emergência climática no centro dos estudos**

Novos desenvolvimentos da Inteligência Artificial colocam demandas crescentes de energia, água e recursos em sua produção, transporte e uso, reforçam uma cultura de hiperconsumismo e aumentam as quantidades acumuladas de resíduos e poluição já geradas pela aceleração das taxas de obsolescência e descarte digital (ver Brevini, 2021; Gabrys, 2013). Em vez de abraçar novos desenvolvimentos em tecnologias de comunicação e IA como uma nova utopia que corrigirá os problemas do mundo e do capitalismo, devemos começar a quantificar e considerar os custos e danos ambientais da atual aceleração da comunicação de dados alimentada por algoritmos que pode facilmente comprometer os ODS (Sætra, 2021; Sætra, 2022).

Precisamos perguntar quem deve possuir e controlar as infraestruturas essenciais que alimentam a comunicação de dados e a Inteligência Artificial e garantir que a emergência climática esteja no centro do debate sobre o desenvolvimento sustentável. Como podemos moldar o futuro da inteligência artificial para ser um futuro de bem-estar coletivo e impacto climático mínimo?

Progressos a nível global e nacional têm sido alcançados, à medida que acordos internacionais, quadros legislativos, documentos de posição e diretrizes são elaborados pela União Europeia e pelo Conselho da Europa, e a UNESCO está desenvolvendo uma Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial.



Apesar disso, no entanto, parece que as discussões globais sobre a emergência climática – por exemplo, no contexto da COP da ONU – ainda precisam conectar as discussões sobre políticas ambientais com as políticas de IA, e mais pesquisas são necessárias para determinar os danos ambientais causados pela Inteligência Artificial.

Como este capítulo mostrou, se considerarmos a base material da IA e olharmos para seu caráter tecno-colonialista, devemos considerar todos os seus custos ambientais. Eles começam com extrações minerais, água, energia e recursos naturais necessários para a produção de hardware e máquinas (gerando enormes desafios para os ODS 6, 7, 13, 14 e 15); em seguida, gera esgotamento adicional de recursos para distribuição, transporte e pós-consumo de tecnologia de materiais (desafiando os ODS 7, 13, 14 e 15) e, por fim, as principais necessidades de descarte de lixo eletrônico (ODS 6, 7, 13, 14 e 15). Soma-se a isso o grande custo ambiental de extração, computação e análise de dados (ODS 7 e 13).

Sabemos que muitas corporações agora auditam as condições de produção das fábricas de subcontratados, mas ainda há uma necessidade urgente de exigir responsabilidade para aqueles que possuem nuvens e data centers. Uma intervenção crucial poderia ser a Certificação Verde exigida pelo governo para fazendas e centros de servidores para alcançar zero emissões. Dadas as crescentes capacidades de computação da IA, a divulgação de sua pegada de carbono pode ser um primeiro passo na direção certa. Isso poderia assumir a forma de um Selo de Pegada de Carbono Tecnológico, que forneceria informações sobre as matérias-primas utilizadas, os custos de carbono envolvidos e quais opções de reciclagem estão disponíveis, resultando em uma maior conscientização pública sobre as implicações da adoção de uma tecnologia inteligente.

Tornar transparente a energia usada para produzir, transportar, montar e fornecer a tecnologia que usamos diariamente permitiria que os formuladores de políticas tomassem decisões mais informadas e que o público fizesse escolhas mais informadas. Além disso, poderia haver uma intervenção política que solicita que os fabricantes aumentem a vida útil dos dispositivos inteligentes e forneçam peças de reposição para substituir componentes defeituosos.

A formulação de políticas globais deve incentivar programas educacionais para melhorar a *alfabetização em tecnologia verde* e aumentar a conscientização sobre os custos do hiperconsumismo, bem como a importância do consumo responsável de energia, crucialmente ligado aos ODS 3 e 4.



De acordo com o ODS 4, os programas de alfabetização em tecnologia verde também devem envolver intervenções para proibir a produção de produtos que exigem muitos dados e consomem muita energia.

Como a Inteligência Artificial, bem como todas as tecnologias, é sempre, em “um sentido pleno social” (Williams, 1981, p. 227), a escolha de desenvolver um tipo de “IA verde” que pode melhorar os objetivos ambientais sustentáveis depende de nós. Infelizmente, o desenvolvimento atual da IA não demonstra o tipo de ética ambiental necessária para lidar com a emergência climática que enfrentamos.

---

## Referências

ASAFU-ADJAYE, J. et al. **An ecomodernist manifesto**. Breakthrough Institute, 2015. Disponível em <http://www.ecomodernism.org> Acesso em 25 de maio 2024.

BASTANI, A. **Fully automated green communism**. Novara Media, 2017. Disponível em <https://novaramedia.com/2017/11/19/fully-automated-green-communism> Acesso em 25 de maio 2024.

BELKHIR, L.; ELMELIGI, A. Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations. **Journal of Cleaner Production**, 177, p. 448–463, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.239>.

BREVINI, B. Black boxes, not Green: Mythologizing artificial intelligence and omitting the environment. **Big Data & Society**, 7 (2), 205395172093514, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1177/2053951720935141>.

BREVINI, B. **Is AI good for the planet?** Polity Press, Cambridge-UK, 2021.

BREVINI, B.; MURDOCK, G. **Carbon capitalism and communication**. Palgrave Macmillan, Gewerbestrasse – Switzerland, 2017.

DONTI, P. How machine learning can help tackle climate change. XRDS: Crossroads. **The ACM Magazine for Students**, 27 (2), 58–61, 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Livro Branco sobre a inteligência artificial: uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança**. Comissão Europeia, 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu e ao Conselho. Relatório de prospectiva estratégica de 2022. **Geminação das transições ecológica e digital no novo contexto geopolítico**. 2022. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/do4b2fo2-f86b-11ec-b94a-01aa75ed71a1/language-en> Acesso em 25 de maio 2024.

EVANS, R.; GAO, J. DeepMind AI reduces Google data centre cooling bill by 40%. **Deepmind**, 2016. <https://deepmind.com/blog/article/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40>



FOSTER, J. B. Capitalism and ecology: The nature of the contradiction. **Monthly Review**, 54 (4), 2002.

GABRYS, J. Plastic and the work of the biodegradable. In J. Gabrys, G. Hawkins, & M. Michael (Eds.), **Accumulation: The material politics of plastic**. Routledge, p. 208-227, 2013.

GÖSSLING, S.; HUMPE, A. The global scale, distribution and growth of aviation: Implications for climate change. **Global Environmental Change**, n. 65, p. 1–12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102194>.

GUZMAN, A. L.; LEWIS, S. C. Artificial intelligence and communication: A human–machine communication research agenda. **New Media & Society**, v. 22, n. 1, p. 70–86, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/1461444819858691>.

IEA. Digitalisation and energy. **IEA**, 2017. Disponível em [www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy](http://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy) Acesso em 25 de maio 2024.

IEA. World energy outlook 2019. **IEA**, 2019. Disponível em [www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019](http://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019) Acesso em 25 de maio 2024.

IEA. Global energy review 2020. **IEA**, 2020. Disponível em [www.iea.org/reports/global-energy-review-2020](http://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020) Acesso em 25 de maio 2024.

ISEN HOUR, C. Unearthing human progress? Ecomodernism and contrasting definitions of technological progress in the Anthropocene. **Economic Anthropology**, v. 3, n. 2, p. 315–328, 2016.

JONES, N. How to stop data centres from gobbling up the world’s electricity. **Nature**, 2018. Disponível em [www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y](http://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y) Acesso em 25 de maio 2024.

MADIANOU, M. Technocolonialism: Digital innovation and data practices in the humanitarian response to the refugee crisis. **Social Media and Society**, v. 5, n. 3, 2019 DOI: <https://doi.org/10.1177/2056305119863146>

MAXWELL, R.; MILLER, T. High-tech consumerism, a global catastrophe happening on our watch. **The Conversation**, set., 2015. Disponível em <https://theconversation.com/high-tech-consumerism-a-global-catastrophe-happening-on-our-watch-43476> Acesso em 25 de maio 2024.

MILKROUND. Gen Z lead the way through lockdown with tech skills that boost productivity. **Milkround**, 2021. Disponível em <http://www.milkround.com/advice/gen-z-lead-the-way-through-lockdown-with-tech-skills-that-boost-productivity> Acesso em 25 de maio 2024.

MOSCO, V. The next internet. In: In: Brevini, B., Murdock, G. (org) **Carbon capitalism and communication** (1ª ed.). Palgrave Macmillan, Cham, p. 95-107, 2017. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57876-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57876-7_8)

ROLNICK, D.; DONTI, P. L.; KAACK, L. H.; KOCHANSKI, K.; LACOSTE, A.; SANKARAN, K.; BENGIO, Y. Tackling climate change with machine learning. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 55, n. 2, p. 1–96, 2022.

SÆTRA, H. S. AI in context and the sustainable development goals: Factoring in the unsustainability of the sociotechnical system. **Sustainability**, v. 13, n. 4, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13041738>



SÆTRA, H. S. **AI for the sustainable development goals**. CRC Press, Boca Raton - CA , 2022.

STRUBELL, E.; GANESH, A.; MCCALLUM, A. **Energy and policy considerations for deep learning in NLP**. Cornell University, arXiv:1906.02243, 2019.

UN NEWS. Carbon dioxide levels hit new record; COVID impact ‘A tiny blip’, WMO says. Nações Unidas. 2020. Disponível em <https://news.un.org/en/story/2020/11/1078322> Acesso em 25 de maio 2024.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Emissions gap report 2019 (Relatório sobre a lacuna de emissões 2019). **PNUMA**, 2019.

WILLIAMS, R. Communication technologies and social institutions. In. WILLIAMS, R. (Ed.), **Contact: Human communication and its history**. Thames & Hudson, 1981.

WORLD ECONOMIC FORUM (Fórum Econômico Mundial). Harnessing artificial intelligence for the earth. **WE Forum**. 2018. Disponível em [https://www3.weforum.org/docs/Harnessing\\_Artificial\\_Intelligence\\_for\\_the\\_Earth\\_report\\_2018.pdf](https://www3.weforum.org/docs/Harnessing_Artificial_Intelligence_for_the_Earth_report_2018.pdf) Acesso em 25 de maio 2024.

ZION MARKET RESEARCH. Global AI in oil and gas market. **Intrado GlobeNewsare**. julho, 2019. Disponível em [www.globenewswire.com/news-release/2019/07/18/1884499/0/en/Global-AI-In-Oil-and-Gas-Market-Will-Reach-to-USD-4-01-Billion-By-2025-Zion-Market-Research.html](http://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/18/1884499/0/en/Global-AI-In-Oil-and-Gas-Market-Will-Reach-to-USD-4-01-Billion-By-2025-Zion-Market-Research.html) Acesso em 25 de maio 2024.

★

Este é um ARTIGO publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições, desde que o trabalho original seja corretamente citado.