

O IMPACTO AMBIENTAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: O CRESCENTE CONSUMO ENERGÉTICO DOS DATA CENTERS E OS DESAFIOS PARA A SUSTENTABILIDADE

Milena Zamboneti Hasckel¹

Ricardo Stanzola Vieira²

INTRODUÇÃO

A era contemporânea é marcada por intensas transformações tecnológicas que remodelam as relações sociais, econômicas e culturais em escala global. Nesse cenário, a Tecnologia da Informação (TI) desempenha papel central, consolidando-se como um dos principais motores do desenvolvimento digital.

A popularização de dispositivos eletrônicos e a crescente utilização de recursos computacionais, entretanto, têm revelado um efeito colateral significativo: o aumento expressivo do consumo energético e, por consequência, a elevação das emissões de dióxido de carbono (CO₂). Entre os elementos que mais contribuem para esse quadro, os data centers ocupam posição de destaque, uma vez que operam de forma ininterrupta, demandando sistemas de refrigeração robustos para garantir a estabilidade de servidores e equipamentos de alto desempenho.

Paralelamente, a Inteligência Artificial (IA) tem acelerado processos de inovação em áreas como saúde, economia, comunicação e governança, tornando-se uma ferramenta indispensável para a dinâmica social da atualidade. Contudo, a adoção de modelos de IA em larga escala intensifica o consumo

¹ Mestranda em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica - PPCJ (CAPES 6) com bolsa CAPES. Graduada em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí (2025). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1809511646311103>. Email: milenazamboneti@edu.univali.br

² Professor do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da Univali. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9761270591014671>. e-mail: ricardostanziola@univali.br.

energético dos data centers, ampliando o impacto ambiental da infraestrutura digital.

Esse fenômeno acentua os desafios da sustentabilidade e evidencia a necessidade de repensar os marcos regulatórios aplicáveis ao setor tecnológico, especialmente diante do reconhecimento de que as atividades humanas, no contexto do Antropoceno, são determinantes na transformação dos sistemas terrestres.

Assim, compreender a relação entre o avanço da Inteligência Artificial, o consumo energético dos data centers e o consequente aumento das emissões de carbono constitui tarefa essencial para avaliar se as práticas atuais estão em conformidade com os compromissos internacionais de mitigação climática, a exemplo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7 e 13³. Diante desse panorama, torna-se urgente uma reflexão crítica sobre a responsabilidade de empresas e governos na regulação ambiental do setor digital, de modo a compatibilizar o progresso tecnológico com a preservação ambiental.

Dessa forma, a presente pesquisa tem como problemática a seguinte questão: de que forma o avanço da Inteligência Artificial, ao intensificar o consumo energético dos data centers, tem impactado as emissões globais de carbono e desafiado os compromissos ambientais de sustentabilidade?

Parte-se da hipótese de que o avanço acelerado da IA, sobretudo com a implementação de modelos de alto desempenho e larga escala, tem elevado significativamente o consumo energético dos data centers, contribuindo para o aumento das emissões de carbono e comprometendo metas internacionais de sustentabilidade.

O objetivo geral é analisar as consequências ambientais da expansão da Inteligência Artificial considerando o aumento das emissões de carbono. Para atingir tal propósito, adota-se o método indutivo, com base em pesquisa

³ Objetivo 7. Garantir o acesso a energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos.

Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos. In: ONU. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 15 set. 2025.

bibliográfica e análise documental, incluindo relatórios ambientais das principais empresas de tecnologia.

Nesse contexto, o artigo organiza-se em três capítulos. O primeiro discorre sobre a Inteligência Artificial e a infraestrutura digital, destacando os avanços tecnológicos recentes e as demandas energéticas que acompanham sua expansão. No segundo capítulo, aprofunda-se a análise sobre o consumo energético dos data centers e os consequentes desafios ambientais, relacionando-os às metas internacionais de sustentabilidade, em especial os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 7 e 13. Por fim, o terceiro capítulo aborda o direito do Antropoceno e o fenômeno do colonialismo digital, discutindo a concentração de poder das Big Techs, as lacunas existentes na regulação ambiental da Inteligência Artificial e as perspectivas para a construção de marcos normativos capazes de compatibilizar inovação tecnológica e sustentabilidade.

1. A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A INFRAESTRUTURA DIGITAL: AVANÇOS TECNOLÓGICOS E DEMANDAS ENERGÉTICAS

A popularização da internet e a intensa circulação de informações desde a metade da década de 1990 impulsionaram a rápida expansão dos Data Centers. Para atender ao aumento contínuo de aplicações e serviços de TI, essas estruturas vêm sendo constantemente construídas, ampliadas e utilizadas na última década, o que resultou em um consumo expressivo de energia⁴.

Referido avanço exponencial da inteligência artificial (IA) nas últimas décadas tem trazido consequências ambientais de grande relevância. Um dos principais pontos críticos é a elevada demanda por energia e água necessária tanto no processo de treinamento quanto na execução de sistemas que operam com extensos volumes de dados⁵.

⁴ FERRETO, Tiago Coelho. **Estratégias para redução do consumo de energia em redes de Data Center**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/6831>. Acesso em: 03 set. 2025. p. 23.

⁵ SILVA, Paulo José Pereira Carneiro Torres da; ECCARD, Wilson Tadeu de Carvalho; CAVALCANTE, Jamile Sabbad Carecho. Inteligência artificial e sustentabilidade: desafios

De acordo com Goodfellow, Bengio e Courville⁶ “a disponibilidade de dados em larga escala, combinada com o aumento do poder computacional, criou as condições ideais para a explosão de tecnologias de aprendizado profundo”.

Esse aumento de disponibilidade de grandes volumes de dados, facilitou em grande medida o crescimento da demanda por IA. E para isso, o uso de big data, que permite a coleta e análise de quantidades massivas de informações em tempo real, tornou-se essencial para o sucesso da IA moderna. E assim, empresas e governos começaram a armazenar e processar esses dados em escala sem precedentes, utilizando-os em sistemas de IA para analisar padrões, prever tendências e otimizar processos⁷.

Embora a industrialização e o crescimento populacional favoreçam o avanço econômico e o surgimento de soluções tecnológicas, eles também acarretam impactos ambientais de longo prazo, pois o atendimento às demandas do desenvolvimento e da expansão populacional implica no aumento das emissões de CO₂⁸.

Nesse contexto de expansão do uso da inteligência artificial, as grandes empresas de tecnologia norte-americanas (Google, Amazon, Meta, Apple e Microsoft) intensificaram seus investimentos no setor, impulsionando uma nova fase da corrida tecnológica mundial⁹.

regulatórios e impacto ambiental. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, [S.L.], v. 86, p. 226, jun. 2025. <http://dx.doi.org/10.12818/p.0304-2340.2025v86p225>. Disponível em: <https://revista.direito.ufmg.br/index.php/revista/article/view/2985>. Acesso em: 12 set. 2025.

⁶ GOODFELLOW, Ian.; BENGIO, Yoshua.; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. Cambridge: MIT Press, 2016. p. 301.

⁷ SILVA, Paulo José Pereira Carneiro Torres da; ECCARD, Wilson Tadeu de Carvalho; CAVALCANTE, Jamile Sabbad Carecho. Inteligência artificial e sustentabilidade: desafios regulatórios e impacto ambiental. p. 228.

⁸ FREITAS, Enne Rebeca Silva de; SILVA, Larissa Lima da; RODRIGUES, Fernando de Assis. Ações de sustentabilidade ambiental em serviços de tecnologia da informação de Big Techs: uma análise pautada na tecnologia da informação verde e na agenda 2030. **Universidade e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 01-13, 8 jan. 2025. Universidade Federal do Pará. p. 4. <http://dx.doi.org/10.18542/reumam.v9i2.17726>. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/reumam/article/view/17726>. Acesso em: 15 set. 2025.

⁹ FURTADO, Renato Guimarães; CUNHA, Simone Evangelista. Inteligência artificial, data centers e colonialismo digital: impactos socioambientais e geopolíticos a partir do sul global. **Liinc em**

Do mesmo modo, empresas chinesas investiram aproximadamente R\$ 38,5 bilhões no primeiro semestre de 2024 para expandir a infraestrutura necessária ao desenvolvimento e aplicação de tecnologias de IA¹⁰.

Ocorre que, a ampliação dessas operações vem acompanhada do aumento da poluição, já que as atividades e estruturas das big techs intensificam a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Em 2021, apenas o consumo de energia elétrica dessas cinco corporações representou cerca de 3% de todas as emissões globais de carbono¹¹.

Dessa forma, o avanço das tecnologias impõe ao direito a necessidade de adotar uma postura disruptiva, superando sua concepção tradicional de poder, controle e exploração, a fim de possibilitar o desenvolvimento de uma racionalidade mais atenta ao ser humano, ao meio ambiente e ao universo tecnológico¹².

A compreensão da tecnologia como instrumento essencial para a efetivação da sustentabilidade decorre da constatação de que esta depende de inovações tecnológicas para se concretizar, sobretudo diante da necessidade de estruturar um modelo de produção viável e alinhado à emergência dos fatores tecnológicos, capazes de contribuir para a consolidação de padrões sustentáveis¹³.

Revista, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 1-18, 24 out. 2024. p. 2. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/7272>. Acesso em: 03 set. 2025.

¹⁰ OLIVIERI, Fernando, 2024. China faz investimento agressivo em IA mesmo com sanções dos EUA. **Exame**, 24 de agosto de 2024. Disponível em: <https://exame.com/inteligencia-artificial/china-faz-investimento-agressivo-em-ia-mesmo-com-sancoes-dos-eua/>. Acesso em: 01 set. 2025.

¹¹ D'ANDRÉA, Carlos, Infraestruturas, inteligência artificial e outras tecnossoluções: Google e a plataformação da emergência climática. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 30, n. fluxo contínuo, 2024. DOI: [10.35699/2965-6931.2023.47985](https://doi.org/10.35699/2965-6931.2023.47985). Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/47985>. Acesso em: 03 set. 2025.

¹² SANTOS, Paulo Junior Trindade dos; MARCO, Cristhian Magnus de; MÖLLER, Gabriela Samrsla. Tecnologia Disruptiva e Direito Disruptivo: compreensão do direito em um cenário de novas tecnologias. **Revista Direito e Práxis**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 3056-3091, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8966/2019/45696>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdp/a/n9zsxdP7z49kC475XQHnJ5h/?lang=pt>. Acesso em: 03 set. 2025.

¹³ CRUZ, Paulo Marcio; DANIELI, Jardel Anibal Casanova; FERRER, Gabriel Real. Sustentabilidade, Tecnologia e Direito: um necessário sincronismo. **Revista do Direito**, [S. l.],

Dessa constatação emerge a urgência de adaptar a nova “*tecnossociedade*” à sustentabilidade, de modo que ciência e técnica sejam orientadas a seu favor e atuem na prevenção de catástrofes decorrentes do próprio avanço tecnológico¹⁴.

Assim, verifica-se que a evolução da inteligência artificial, embora represente um marco no avanço tecnológico e no fortalecimento da infraestrutura digital, também expõe um dilema urgente: o elevado consumo energético e os impactos ambientais decorrentes de sua utilização em larga escala. A expansão acelerada dos data centers e a crescente dependência de big data demonstram que os ganhos em inovação caminham lado a lado com riscos significativos para a sustentabilidade. Diante desse cenário, torna-se indispensável aprofundar a análise sobre o consumo energético dessas estruturas e os desafios que impõem à busca por modelos de desenvolvimento sustentáveis, tema que será explorado no capítulo seguinte.

2. O CONSUMO ENERGÉTICO DOS DATA CENTERS E OS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE

Conforme o volume de dados se expande, intensifica-se também a criação de data centers destinados ao seu armazenamento, o que eleva a demanda por energia elétrica¹⁵.

O consumo de energia de um data center pode ser dividido da seguinte forma: sistemas de equipamentos de TI, incluindo servidores, dispositivos de armazenamento e equipamentos de rede, correspondem a 50%; sistemas de ar-condicionado e refrigeração representam 37% (sendo cerca de 25% do sistema

n. 71, p. 1–21, 2024. DOI: 10.17058/rdunisc.vi71.18994. Disponível em: <https://seer.unisc.br/index.php/direito/article/view/18994>. Acesso em: 20 set. 2025.

¹⁴ FERRER, Gabriel Real. *Principios del derecho ambiental y de la sostenibilidad*. In: Seminário Estado contemporâneo e direito ambiental. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2014.

¹⁵ DE TITTO, Ernesto; SAVINO, Atilio. *El impacto ambiental de la digitalización en un escenario global*. **Revista ISALUD**, v. 20, n. 95, p. 58-65, jun. 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ernesto-De-Titto/publication/393455091_Impactos_ambientales_de_la_digitalizacion/links/686b4641e4632b045dca3c5e/Impactos-ambientales-de-la-digitalizacion.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

de refrigeração a ar e aproximadamente 12% do sistema de alimentação e retorno de ar); o sistema de distribuição consome 10%; e o sistema de iluminação auxiliar, 3%¹⁶.

Os data centers de porte médio apresentam potência relativamente baixa, com demanda variando entre 5 e 10 megawatts (MW). Já os grandes centros de hiperescala, cada vez mais frequentes, podem ultrapassar 100 MW, alcançando um consumo anual de eletricidade equivalente ao necessário para abastecer aproximadamente 350.000 a 400.000 carros elétricos¹⁷.

Dado que a maior parte da eletricidade utilizada pelos data centers provém da queima de combustíveis fósseis, a situação torna-se especialmente preocupante. Em 2020, esses centros já respondiam por 25% a 30% de todo o consumo energético do ecossistema digital¹⁸.

Em relação à energia consumida pelos data centers, tem-se que o aumento do número de data centers pode exercer uma pressão significativa sobre as redes elétricas locais, especialmente devido à grande diferença entre a rápida construção desses centros e o ritmo frequentemente lento de expansão e fortalecimento das redes e da capacidade de geração. Em alguns casos, jurisdições chegaram a suspender novos contratos para data centers diante de um aumento repentino de demandas. Para regiões ou países mais impactados, o crescimento do consumo de eletricidade pelos data centers pode comprometer o cumprimento das metas climáticas¹⁹.

¹⁶ LIU, Yanan et al. Energy consumption and emission mitigation prediction based on data center traffic and PUE for global data centers. **Global Energy Interconnection**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 272-282, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloe.2020.07.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096511720300761?via%3Dihub>. Acesso em: 16 set. 2025.

¹⁷ SPENCER, Thomas; SINGH, Siddharth. What the data centre and AI boom could mean for the energy sector. Paris: **IEA**, 18 out. 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/commentaries/what-the-data-centre-and-ai-boom-could-mean-for-the-energy-sector>. Acesso em: 15 set. 2025.

¹⁸ FARIA, Bruno, 2024. Crescimento do mercado de Data Centers e a questão da energia no Brasil. **Data Center Dynamics**, 14 de fevereiro de 2024. Disponível em: <https://www.datacenterdynamics.com/br/an%C3%A1lises/crescimento-do-mercado-de-data-centers-e-a-questao-da-energia-no-brasil/>. Acesso em: 15 set. 2025.

¹⁹ SPENCER, Thomas; SINGH, Siddharth. What the data centre and AI boom could mean for the energy sector.

No que diz respeito ao uso de água, a Microsoft informou que, ao longo de 2022, consumiu cerca de 7 milhões de metros cúbicos de água em suas operações de data center. Embora não tenha detalhado o consumo por unidade, a empresa destacou um ponto importante: um data center situado na Suécia ou na Finlândia não exige o mesmo volume de água que um localizado na árida cidade de Phoenix, nos Estados Unidos²⁰.

Nessa perspectiva, os data centers, especialmente aqueles voltados à inteligência artificial, podem aumentar significativamente a emissão de gases de efeito estufa, assim como o consumo de energia e de água para resfriamento das máquinas. Sendo que, o uso de água potável, mesmo quando reaproveitada, resulta em considerável desperdício devido à evaporação²¹.

Em países que enfrentam estresse hídrico ou secas recorrentes, a expansão de data centers pode agravar ainda mais a situação²². Além disso, esses centros raramente demandam grande número de funcionários, e a mão de obra contratada é, em sua maioria, estrangeira, uma vez que a operação infraestrutural exige profissionais especializados que muitas vezes não estão disponíveis localmente²³.

Para além desse impacto ambiental direto, os sistemas de IA também depende fortemente da matriz energética de cada região. Em locais onde a eletricidade ainda é majoritariamente gerada a partir de fontes não renováveis, como carvão e gás natural, os efeitos ambientais tornam-se ainda mais

²⁰ DATA CENTER DYNAMICS, 2023. Consumo de água da Microsoft aumenta 34% em meio ao boom da IA. 13 de setembro de 2023. Disponível em: <https://www.datacenterdynamics.com/br/not%C3%ADcias/o-consumo-de-agua-da-microsoft-aumenta-34-em-meio-ao-boom-da-ia/>. Acesso em: 15 set. 2025.

²¹ ANDRADE, Matheus Gouveia de, 2024. O lado obscuro da expansão de datacenters na América Latina. **DW**. 11 julho de 2024. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/o-lado-obscuro-da-expans%C3%A3o-de-datacenters-na-am%C3%A9rica-latina/a-69628240>. Acesso em: 15 set. 2025.

²² FARIA, Bruno, 2024. Crescimento do mercado de Data Centers e a questão da energia no Brasil.

²³ FURTADO, Renato Guimarães; CUNHA, Simone Evangelista. Inteligência artificial, data centers e colonialismo digital: impactos socioambientais e geopolíticos a partir do sul global. p. 7.

expressivos²⁴. Um estudo conduzido por Strubell *et al*²⁵, revelou que o treinamento de um grande modelo de processamento de linguagem natural (NLP) pode produzir mais de 284 toneladas de CO₂, equivalente às emissões de cinco automóveis ao longo de toda a sua vida útil. Essa significativa pegada de carbono está diretamente ligada ao uso de energia proveniente de fontes fósseis nos data centers.

De acordo com Kate Crawford²⁶, as narrativas promovidas pelas big techs, as quais reforçam a necessidade de um desenvolvimento rápido da inteligência artificial, inclusive como solução para a crise climática, acabam ocultando que essa indústria gera impactos materiais e ambientais consideráveis. Estima-se que, até 2040, o setor de tecnologia, atualmente comparável à aviação em termos de emissões de gases de efeito estufa, passe a ser responsável por 14% do total dessas emissões.

Segundo Mél Hogan, o discurso promovido pelos líderes das big techs, ao supervalorizar os avanços supostamente proporcionados pelo uso de suas tecnologias e infraestruturas digitais, acaba por ocultar as transformações territoriais, econômicas e ambientais decorrentes da instalação de um data center. A falta de atenção ao uso anterior do espaço ocupado por esses centros contribui para normalizar, tanto material quanto simbolicamente, a ideia de que a natureza é apenas um suporte destinado a abrigar as estruturas e máquinas da economia digital²⁷.

Assim, à medida que os avanços em inteligência artificial se consolidam e são reforçados por discursos que promovem seu uso em todos os setores da

²⁴ SILVA, Paulo José Pereira Carneiro Torres da; ECCARD, Wilson Tadeu de Carvalho; CAVALCANTE, Jamile Sabbad Carecho. Inteligência Artificial e Sustentabilidade: desafios regulatórios e impacto ambiental.

²⁵ STRUBELL, Emma.; GANESH, Ananya.; MCCALLUM, Andrew. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. **University of Massachusetts**. 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1906.02243>. Acesso em: 16 set. 2025.

²⁶ CRAWFORD, Kate. **Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence**. New Haven & Londres: Yale University Press. 2021.

²⁷ HOGAN, Mél. Data flows and water woes: the utah data center. **Big Data & Society**, Chicago, v. 2, n. 2, p. 1-12, 13 jul. 2015. SAGE Publications. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2053951715592429>. Acesso em: 16 set. 2025.

sociedade para atender interesses tecnopolíticos e econômicos, a velocidade de construção de data centers supera amplamente o tempo necessário para a implementação de regulações e legislações capazes de controlar esses processos de forma pública. Assim, a própria estrutura da indústria de IA também gera impactos materiais e ambientais²⁸.

À luz das considerações apresentadas, verifica-se que os data centers, ao mesmo tempo em que sustentam a expansão da inteligência artificial e das tecnologias digitais, acarretam custos ambientais significativos, tanto pelo elevado consumo energético e hídrico quanto pelas emissões de gases de efeito estufa associadas à sua operação.

A assimetria entre o ritmo acelerado de construção dessas infraestruturas e a capacidade regulatória dos Estados evidencia a urgência de mecanismos jurídicos capazes de enfrentar os impactos materiais e ambientais da indústria tecnológica. Nesse sentido, torna-se necessário compreender como o Direito pode se reposicionar frente às transformações da era digital, especialmente no contexto do Antropoceno, do colonialismo digital e da regulação ambiental da inteligência artificial, temas que serão examinados no próximo capítulo.

3. DIREITO DO ANTROPOCENO, COLONIALISMO DIGITAL E REGULAÇÃO AMBIENTAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A disseminação de dispositivos de comunicação e armazenamento de dados, como computadores, smartphones e servidores, proporciona à sociedade do século XXI vastas possibilidades de interação e novas oportunidades econômicas, de modo que o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) se consolidou como traço distintivo da vida contemporânea. Contudo, os custos ambientais associados ao ciclo de vida dessas tecnologias, que abrange sua produção, utilização e descarte, configuram um desafio relevante a ser

²⁸ FURTADO, Renato Guimarães; CUNHA, Simone Evangelista. Inteligência artificial, data centers e colonialismo digital: impactos socioambientais e geopolíticos a partir do sul global. p. 7.

discutido nos âmbitos científico, político e social, exigindo a formulação e implementação de estratégias eficazes para mitigar seus impactos²⁹.

Segundo o sociólogo norte-americano Immanuel Wallerstein³⁰, o capitalismo, enquanto “economia-mundo”, transformou a Natureza em uma fonte de recursos aparentemente inesgotável, o que não é nada sustentável.

Não se pode ignorar que algumas aplicações tecnológicas podem produzir efeitos nocivos diretos ou secundários, haja vista que nem todas as tecnologias são boas ou bem empregadas³¹.

Nas palavras do economista espanhol José Manuel Naredo³²:

A economia deve submeter-se à ecologia. Por uma razão muito simples: a Natureza estabelece os limites e alcances da sustentabilidade e a capacidade de renovação que possuem os sistemas para autorrenovar-se. Disso dependem as atividades produtivas. Ou seja: se se destrói a Natureza, destroem-se as bases da própria economia.

Nessa lógica, o modelo de desenvolvimento adotado pela sociedade contemporânea revela-se, em grande medida, insustentável sob a perspectiva ambiental. A busca por alternativas tem motivado a criação de tratados e convenções internacionais voltados à definição de metas e compromissos direcionados à sustentabilidade³³.

Diante destes desafios, aflora a necessidade de repensar a sustentabilidade em função da capacidade de uso e resiliência da Natureza, ou seja, evidenciar as verdadeiras dimensões da sustentabilidade e em assumir a

²⁹ FREITAS, Enne Rebeca Silva de; SILVA, Larissa Lima da; RODRIGUES, Fernando de Assis. Ações de sustentabilidade ambiental em serviços de tecnologia da informação de Big Techs: uma análise pautada na tecnologia da informação verde e na agenda 2030. p. 2.

³⁰ WALLERSTEIN, Immanuel. **El capitalismo histórico**. Siglo XXI. Bogotá, 1988.

³¹ ACOSTA, Alberto. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. Trad. Tadeu Breda. São Paulo: Autonomia Literária, Elefante, 2016. p. 102.

³² NAREDO, José Manuel. **Lucas em el laberinto** – autobiografia intelectual. Madrid: Editora Catarata, 2000.

³³ FREITAS, Enne Rebeca Silva de; SILVA, Larissa Lima da; RODRIGUES, Fernando de Assis. Ações de sustentabilidade ambiental em serviços de tecnologia da informação de Big Techs: uma análise pautada na tecnologia da informação verde e na agenda 2030. p. 4.

capacidade da Natureza de suportar perturbações, que não podem subordinar-se a demandas antropocêntricas³⁴.

O Antropoceno é compreendido como a era da crise ecológica global e da própria humanidade, na qual a espécie humana passou a provocar transformações de tal magnitude na Terra que se equipara a uma força geológica, a exemplo de vulcões ou do movimento das placas tectônicas. Esse período representa um marco temporal definido pela ruptura do tênue equilíbrio planetário em decorrência das atividades antrópicas, cujas consequências ameaçam tanto a sobrevivência humana quanto a biodiversidade em escala global. Nesse contexto, a sustentabilidade emerge como um imperativo, uma vez que os desafios socioeconômicos e ambientais, presentes e futuros, somente poderão ser enfrentados mediante a efetiva integração dos interesses ambientais, sociais e econômicos nos níveis global, nacional, regional e local³⁵.

Conforme destaca o historiador Yuval Noah Harari³⁶ “os grandes desafios do século XXI serão de natureza global”. Sob essa perspectiva, é necessário reconhecer que, nas próximas décadas, a humanidade terá de enfrentar uma nova ameaça existencial, já antecipada em 1964, qual seja, o colapso ecológico:

Os humanos estão desestabilizando a biosfera em múltiplas frentes. Estamos extraindo cada vez mais recurso do meio ambiente, e despejando nele quantidades enormes de lixo e veneno, mudando a composição do solo, da água e da atmosfera. Não temos sequer ideia das dezenas de milhares de maneiras com que rompemos o delicado equilíbrio ecológico que se configurou ao longo de milhões de anos. [...] Se continuarmos no curso atual, isso não apenas causará a aniquilação de um grande percentual de todas as formas de vida como poderia também solapar os fundamentos da civilização humana.³⁷

³⁴ ACOSTA, Alberto. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. p. 120.

³⁵ CAMPELLO, Livia Gaigher Bósio; LIMA, Rafaela de Deus; FERNANDES, Thaís Fajardo Nogueira Uchôa. Tutela do meio ambiente e emergência de novos princípios no Antropoceno. Revista Catalana de Dret Ambiental, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 4, 28 jun. 2022. Universitat Rovira I Virgili. <http://dx.doi.org/10.17345/rcda3167>. Disponível em: <https://www.revistes.urv.cat/index.php/rcda/article/view/3167/3476>. Acesso em: 20 set. 2025.

³⁶ HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. Tradução de Paulo Gaiger. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2018. p. 142.

³⁷ HARARI, Yuval Noah. 21 lições para o século 21. p. 151.

No mesmo sentido, a dívida ecológica cresce, também, a partir de outra vertente, na medida em que os países mais ricos superaram em muito seus equilíbrios ambientais nacionais ao transferir poluição (resíduos ou emissões) direta ou indiretamente a outras regiões sem assumir qualquer ônus por isso³⁸.

Nesse cenário de crise ecológica global, em que a humanidade se tornou uma força geológica capaz de comprometer sua própria sobrevivência, é fundamental observar que as dinâmicas do capitalismo digital intensificam desigualdades históricas. O chamado colonialismo digital manifesta-se justamente nesse processo em que as big techs atuam com o domínio sobre softwares, hardwares e meios de conexão, o que, por sua vez, traduz-se em um exercício de poder que ultrapassa a esfera técnica, uma vez que, ao definir quais dispositivos e infraestruturas devem ou não ser incorporados em diferentes contextos nacionais, as empresas privadas passam a deter significativo poder político, econômico e social³⁹.

Os impactos do colonialismo digital não se limitam às dimensões geopolítica e tecnológica, mas também se estendem ao campo ambiental, recolocando em evidência a centralidade do território. Torna-se necessário resistir à lógica capitalista que reduz os territórios a meros suportes para a instalação de infraestruturas e reservas de recursos naturais, perpetuando, assim, formas históricas de violência contra os povos do Sul global, em especial os originários. Nessa perspectiva, a disputa pela soberania digital deve necessariamente incorporar o direito das populações à autodeterminação sobre seus territórios⁴⁰.

³⁸ ACOSTA, Alberto. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. p. 118-119.

³⁹ GUERRA GONZÁLEZ, Jenny Teresita, SUÁREZ ESTRADA, Marcela, CERRATTO-PARGMAN, Teresa, 2022. Construyendo soberanía digital en América Latina: un análisis de las iniciativas de cuatro colectivos sociales. Chasqui **Revista Latinoamericana de Comunicación**. Ecuador: CIESPAL, n. 149, p. 227-242. Disponível em: https://www.humanindex.unam.mx/humanindex/fichas_pdf/detalle_articulo.php?id=54281. Acesso em: 20 set. 2025.

⁴⁰ FURTADO, Renato Guimarães; CUNHA, Simone Evangelista. Inteligência artificial, data centers e colonialismo digital: impactos socioambientais e geopolíticos a partir do sul global. p. 10.

Entretanto, no contexto do colonialismo digital, prevalece a imposição da ideia hegemônica de desenvolvimento tecnológico ditada pelo Norte global⁴¹. Daí a relevância de retomar o pensamento do matemático argentino Oscar Varsavsky⁴², que já nas décadas de 1960 e 1970 denunciava a forma pela qual as nações com menor capacidade frente à tecnologia dominante são compelidas a adotar, de maneira acelerada, tanto os artefatos quanto os modelos de desenvolvimento impostos pelas potências centrais.

Por meio do que Nick Couldry e Ulises Mejias⁴³ denominam de “relações de dados”, os quais seriam os novos tipos de interações humanas que possibilitam a extração de informações para fins de mercantilização, a vida social em escala global transforma-se em um recurso aberto à exploração, sempre disponível ao capital. Esses fluxos transnacionais de dados assumem proporções tão amplas quanto as práticas de apropriação de terras, recursos e corpos promovidas pelo colonialismo histórico, ainda que o centro de gravidade tenha se deslocado.

O colonialismo de dados não se concentra mais em um único polo de poder (“o Ocidente”), mas se articula em, ao menos, dois: Estados Unidos e China. Esse cenário torna complexa a própria noção de Sul Global, antes utilizada para situar processos de resistência e desidentificação a partir da divisão geográfica entre colonizadores e colonizados. Agora, o novo colonialismo de dados opera simultaneamente em duas frentes: externamente, em escala mundial, e internamente, sobre as próprias populações⁴⁴.

⁴¹ FURTADO, Renato Guimarães; CUNHA, Simone Evangelista. Inteligência artificial, data centers e colonialismo digital: impactos socioambientais e geopolíticos a partir do sul global. p. 11.

⁴² VARSAVSKY, Oscar. **Estilos tecnológicos: propuestas para la selección de tecnologías bajo racionalidad socialista**. Buenos Aires: Biblioteca Nacional, 2013. Disponível em: <https://repositorio.esocite.la/325/>. Acesso em: 20 set. 2025.

⁴³ COULDRY, Nick; MEJIAS, Ulises A. Data Colonialism: rethinking big data’s relation to the contemporary subject. **Television & New Media**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 337, 2 set. 2018. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1527476418796632>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1527476418796632>. Acesso em: 20 set. 2025.

⁴⁴ COULDRY, Nick; MEJIAS, Ulises A. Data Colonialism: rethinking big data’s relation to the contemporary subject. p. 337.

Dessa forma, com o crescimento exponencial da inteligência artificial (IA), torna-se urgente garantir sua sustentabilidade, de modo a usufruir de seus benefícios sem comprometer o meio ambiente. Pesquisadores e especialistas apontam diversas estratégias, que combinam inovações tecnológicas e políticas públicas⁴⁵.

Entre as principais medidas estão: o desenvolvimento de algoritmos mais eficientes e o uso de energias renováveis para abastecer data centers; a adoção de tecnologias de resfriamento otimizadas e sistemas de gestão energética inteligentes; e a implementação da economia circular, por meio da reciclagem e reaproveitamento de equipamentos, reduzindo resíduos eletrônicos e demanda por novos recursos⁴⁶.

Também se destacam a necessidade de transparência no consumo de energia e emissões de carbono pelas empresas de tecnologia, bem como a criação de políticas públicas que acelerem a transição energética. Por fim, educação e conscientização são essenciais para que profissionais e consumidores entendam os impactos ambientais da IA e contribuam para práticas mais sustentáveis⁴⁷.

Diante desse cenário, percebe-se que o entrelaçamento entre Antropoceno, colonialismo digital e sustentabilidade da inteligência artificial revela um quadro de desafios globais que exigem respostas urgentes e coordenadas. A exploração intensiva dos recursos naturais, a mercantilização dos dados e a concentração de poder nas mãos de grandes corporações evidenciam que a tecnologia, longe de ser neutra, reproduz desigualdades históricas e amplia pressões sobre a biosfera.

⁴⁵ SILVA, Paulo José Pereira Carneiro Torres da; ECCARD, Wilson Tadeu de Carvalho; CAVALCANTE, Jamile Sabbad Carecho. Inteligência artificial e sustentabilidade: desafios regulatórios e impacto ambiental. p. 243.

⁴⁶ SILVA, Paulo José Pereira Carneiro Torres da; ECCARD, Wilson Tadeu de Carvalho; CAVALCANTE, Jamile Sabbad Carecho. Inteligência artificial e sustentabilidade: desafios regulatórios e impacto ambiental. p. 244.

⁴⁷ SILVA, Paulo José Pereira Carneiro Torres da; ECCARD, Wilson Tadeu de Carvalho; CAVALCANTE, Jamile Sabbad Carecho. Inteligência artificial e sustentabilidade: desafios regulatórios e impacto ambiental. p. 244.

Assim, a regulação ambiental da IA deve ser pensada como parte de uma agenda mais ampla de justiça socioambiental e digital, capaz de equilibrar inovação tecnológica com os limites ecológicos do planeta e com a autodeterminação dos povos. Somente a partir dessa integração será possível vislumbrar um futuro em que o desenvolvimento tecnológico não reforce lógicas coloniais, mas contribua efetivamente para a sustentabilidade e para a construção de sociedades mais justas.

CONCLUSÃO

A análise empreendida ao longo deste artigo permitiu compreender que a expansão da inteligência artificial, sustentada por data centers de larga escala, intensifica um processo de transformação tecnológica que, embora repleto de potencialidades, carrega consigo um conjunto de impactos ambientais de difícil reversão. O crescimento do consumo energético, o uso intensivo de água para resfriamento e as emissões decorrentes de uma matriz energética ainda fortemente dependente de combustíveis fósseis revelam um cenário de tensão entre inovação digital e sustentabilidade.

Constatou-se que os data centers, enquanto elementos estruturais da infraestrutura digital, já respondem por parcela significativa do consumo energético global, comparável em alguns casos a setores tradicionalmente poluentes, como a aviação. O problema agrava-se quando se observa a velocidade da expansão tecnológica, que supera em muito a capacidade regulatória dos Estados e a implementação de medidas efetivas de mitigação ambiental. Nesse contexto, as promessas de neutralidade de carbono anunciadas por grandes corporações do setor tecnológico permanecem, em grande medida, dependentes de mecanismos compensatórios e não de transformações estruturais que reduzam, de fato, a pegada ecológica da inteligência artificial.

A reflexão sobre o Antropoceno reforça a urgência desse debate, ao evidenciar que a humanidade se converteu em uma força geológica capaz de alterar a estabilidade do planeta. A intensificação do uso da IA, se não

acompanhada de medidas regulatórias robustas e de práticas de responsabilidade ambiental, pode aprofundar a crise ecológica global, contribuindo para a degradação dos sistemas terrestres e para o agravamento das mudanças climáticas. O colonialismo digital, por sua vez, demonstra que não se trata apenas de um problema técnico ou ambiental, mas também político e social: a apropriação de dados, a concentração de poder nas mãos de poucas empresas e a exploração de territórios e recursos naturais reproduzem lógicas coloniais que agravam desigualdades históricas, sobretudo entre Norte e Sul globais.

Diante disso, torna-se imprescindível reconhecer que a sustentabilidade da inteligência artificial não pode ser dissociada de uma agenda mais ampla de justiça socioambiental e digital. O desenvolvimento de algoritmos mais eficientes, a transição para energias renováveis, o fortalecimento da economia circular e a adoção de sistemas de resfriamento menos agressivos ao meio ambiente representam caminhos relevantes, mas insuficientes se não forem acompanhados de transparência, regulação pública e mecanismos de governança democrática. A criação de marcos normativos específicos para a regulação ambiental da IA, alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, é condição necessária para que a tecnologia possa contribuir de forma efetiva para a preservação ambiental e para o combate às mudanças climáticas.

Além disso, a discussão aqui desenvolvida aponta para a necessidade de se repensar a própria concepção de progresso tecnológico. A lógica hegemônica, baseada em uma corrida acelerada pela inovação e no predomínio de interesses econômicos corporativos, deve dar lugar a um paradigma que integre ciência, ética e sustentabilidade. Isso implica em reconhecer os limites ecológicos do planeta, valorizar saberes locais e comunitários e promover a autodeterminação dos povos no uso de tecnologias que afetam diretamente seus territórios e modos de vida.

Por fim, cabe destacar que a construção de uma inteligência artificial sustentável requer não apenas mudanças no nível técnico e institucional, mas

também educacional. A educação e a conscientização ambiental, tanto de profissionais do setor tecnológico quanto de consumidores, desempenham papel decisivo para transformar hábitos, exigir práticas responsáveis e pressionar governos e empresas a adotarem medidas mais consistentes. Em um cenário no qual os impactos da IA transcendem fronteiras nacionais e temporais, trata-se de um esforço que deve ser global, cooperativo e contínuo.

Assim, conclui-se que o desafio central da contemporaneidade consiste em compatibilizar a expansão da inteligência artificial com a preservação da biosfera, assegurando que a inovação tecnológica não se torne mais um vetor de exclusão e degradação ambiental. Somente ao articular regulação ambiental, justiça socioambiental e responsabilidade digital será possível vislumbrar um futuro em que a tecnologia esteja verdadeiramente a serviço da vida e da sustentabilidade, e não de sua erosão. O horizonte que se apresenta é, portanto, de urgência, mas também de oportunidade: repensar os rumos do desenvolvimento tecnológico para que este contribua, de forma equitativa e responsável, para a construção de sociedades mais justas, resilientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, Alberto. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. Trad. Tadeu Breda. São Paulo: Autonomia Literária, Elefante, 2016.
- ANDRADE, Matheus Gouvea de, 2024. O lado obscuro da expansão de datacenters na América Latina. **DW**. 11 julho de 2024. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/o-lado-obsкуро-da-expans%C3%A3o-de-datacenters-na-am%C3%A9rica-latina/a-69628240>. Acesso em: 15 set. 2025.
- CAMPELLO, Livia Gaigher Bósio; LIMA, Rafaela de Deus; FERNANDES, Thaís Fajardo Nogueira Uchôa. Tutela do meio ambiente e emergência de novos princípios no Antropoceno. **Revista Catalana de Dret Ambiental**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 4, 28 jun. 2022. Universitat Rovira I Virgili. <http://dx.doi.org/10.17345/rcda3167>. Disponível em: <https://www.revistes.urv.cat/index.php/rcda/article/view/3167/3476>. Acesso em: 20 set. 2025.
- COULDRY, Nick; MEJIAS, Ulises A. Data Colonialism: rethinking big data's relation to the contemporary subject. **Television & New Media**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 337, 2 set. 2018. SAGE Publications.

<http://dx.doi.org/10.1177/1527476418796632>. Disponível em:
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1527476418796632>. Acesso em: 20 set. 2025.

CRAWFORD, Kate. **Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence**. New Haven & Londres: Yale University Press. 2021.

CRUZ, Paulo Marcio; DANIELI, Jardel Anibal Casanova; FERRER, Gabriel Real. SUSTENTABILIDADE, TECNOLOGIA E DIREITO: UM NECESSÁRIO SINCRONISMO. **Revista do Direito**, [S. l.], n. 71, p. 1–21, 2024. DOI: 10.17058/rdunisc.vi71.18994. Disponível em:
<https://seer.unisc.br/index.php/direito/article/view/18994>. Acesso em: 20 set. 2025.

D'ANDRÉA, Carlos, Infraestruturas, inteligência artificial e outras tecnossoluções: Google e a plataformização da emergência climática. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 30, n. fluxo contínuo, 2024. DOI: [10.35699/2965-6931.2023.47985](https://doi.org/10.35699/2965-6931.2023.47985). Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/47985>. Acesso em: 03 set. 2025.

DATA CENTER DYNAMICS, 2023. Consumo de água da Microsoft aumenta 34% em meio ao boom da IA. 13 de setembro de 2023. Disponível em: <https://www.datacenterdynamics.com/br/not%C3%ADcias/o-consumo-de-agua-da-microsoft-aumenta-34-em-meio-ao-boom-da-ia/>. Acesso em: 15 set. 2025.

DE TITTO, Ernesto; SAVINO, Atilio. *El impacto ambiental de la digitalización en un escenario global*. **Revista ISALUD**, v. 20, n. 95, p. 58-65, jun. 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ernesto-De-Titto/publication/393455091_Impactos_ambientales_de_la_digitalizacion/links/686b4641e4632b045dca3c5e/Impactos-ambientales-de-la-digitalizacion.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

FARIA, Bruno, 2024. Crescimento do mercado de Data Centers e a questão da energia no Brasil. **Data Center Dynamics**, 14 de fevereiro de 2024. Disponível em: <https://www.datacenterdynamics.com/br/an%C3%A1lises/crescimento-do-mercado-de-data-centers-e-a-questao-da-energia-no-brasil/>. Acesso em: 15 set. 2025.

FERRER, Gabriel Real. **Principios del derecho ambiental y de la sostenibilidad**. In: Seminário Estado contemporâneo e direito ambiental. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2014.

FERRETO, Tiago Coelho. **Estratégias para redução do consumo de energia em redes de Data Center**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/6831>. Acesso em: 03 set. 2025. p. 23.

FREITAS, Enne Rebeca Silva de; SILVA, Larissa Lima da; RODRIGUES, Fernando de Assis. Ações de sustentabilidade ambiental em serviços de

tecnologia da informação de Big Techs: uma análise pautada na tecnologia da informação verde e na agenda 2030. **Universidade e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 01-13, 8 jan. 2025. Universidade Federal do Pará. p. 4. <http://dx.doi.org/10.18542/reumam.v9i2.17726>. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/reumam/article/view/17726>. Acesso em: 15 set. 2025.

FURTADO, Renato Guimarães; CUNHA, Simone Evangelista. Inteligência artificial, data centers e colonialismo digital: impactos socioambientais e geopolíticos a partir do sul global. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 1-18, 24 out. 2024. p. 2. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/7272>. Acesso em: 03 set. 2025.

GOODFELLOW, Ian.; BENGIO, Yoshua.; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. Cambridge: MIT Press, 2016. p. 301.

GUERRA GONZÁLEZ, Jenny Teresita, SUÁREZ ESTRADA, Marcela, CERRATTO-PARGMAN, Teresa, 2022. Construyendo soberanía digital en América Latina: un análisis de las iniciativas de cuatro colectivos sociales. Chasqui **Revista Latinoamericana de Comunicación**. Ecuador: CIESPAL, n. 149, p. 227-242. Disponível em: https://www.humanindex.unam.mx/humanindex/fichas_pdf/detalle_articulo.php?id=54281. Acesso em: 20 set. 2025.

HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. Tradução de Paulo Gaiger. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

HOGAN, Mél. Data flows and water woes: the utah data center. **Big Data & Society**, Chicago, v. 2, n. 2, p. 1-12, 13 jul. 2015. SAGE Publications. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2053951715592429>. Acesso em: 16 set. 2025.

LIU, Yanan et al. Energy consumption and emission mitigation prediction based on data center traffic and PUE for global data centers. **Global Energy Interconnection**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 272-282, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloe.2020.07.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096511720300761?via%3Dihub>. Acesso em: 16 set. 2025.

NAREDO, José Manuel. **Luces em el laberinto – autobiografía intelectual**. Madrid: Editora Catarata, 2000.

OLIVIERI, Fernando, 2024. China faz investimento agressivo em IA mesmo com sanções dos EUA. **Exame**, 24 de agosto de 2024. Disponível em: <https://exame.com/inteligencia-artificial/china-faz-investimento-agressivo-em-ia-mesmo-com-sancoes-dos-eua/>. Acesso em: 01 set. 2025.

ONU. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Aceso em: 15 set. 2025.

SANTOS, Paulo Junior Trindade dos; MARCO, Cristhian Magnus de; MÖLLER, Gabriela Samrsla. Tecnologia Disruptiva e Direito Disruptivo: compreensão do direito em um cenário de novas tecnologias. **Revista Direito e Práxis**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 3056-3091, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8966/2019/45696>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdp/a/n9zsxdP7z49kC475XQHnJ5h/?lang=pt>. Acesso em: 03 set. 2025.

SILVA, Paulo José Pereira Carneiro Torres da; ECCARD, Wilson Tadeu de Carvalho; CAVALCANTE, Jamile Sabbad Carecho. Inteligência artificial e sustentabilidade: desafios regulatórios e impacto ambiental. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, [S.L.], v. 86, p. 226, jun. 2025. <http://dx.doi.org/10.12818/p.0304-2340.2025v86p225>. Disponível em: <https://revista.direito.ufmg.br/index.php/revista/article/view/2985>. Acesso em: 12 set. 2025.

SPENCER, Thomas; SINGH, Siddharth. What the data centre and AI boom could mean for the energy sector. Paris: **IEA**, 18 out. 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/commentaries/what-the-data-centre-and-ai-boom-could-mean-for-the-energy-sector>. Acesso em: 15 set. 2025.

STRUBELL, Emma.; GANESH, Ananya.; MCCALLUM, Andrew. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. **University of Massachusetts**. 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1906.02243>. Acesso em: 16 set. 2025.

VARSAVSKY, Oscar. **Estilos tecnológicos: propuestas para la selección de tecnologías bajo racionalidad socialista**. Buenos Aires: Biblioteca Nacional, 2013. Disponível em: <https://repositorio.esocite.la/325/>. Acesso em: 20 set. 2025.

WALLERSTEIN, Immanuel. **El capitalismo histórico**. Siglo XXI. Bogotá, 1988.