



O custo invisível da inteligência artificial generativa: o uso intensivo de recursos naturais

Raiza Silveira Medina¹ | raiza.sm1991@aluno.ifsc.edu.brDieison Bruno Alessi² | dieison.a@aluno.ifsc.edu.brBruno Panerai Velloso³ | bruno.velloso@ifsc.edu.br

RESUMO

O avanço das tecnologias de inteligência artificial (IA), especialmente para geração de imagens, tem levantado preocupações quanto ao seu impacto ambiental. Este trabalho discute o consumo de recursos naturais, com foco em energia elétrica e água, em processos de treinamento e operação de modelos generativos. A pesquisa, fundamentada em revisão bibliográfica e análise crítica, evidencia que sistemas como o ChatGPT podem consumir até 500 ml de água a cada 20 a 50 interações. Estimativas jornalísticas apontam ainda que cada imagem gerada pode demandar entre 2 e 5 litros de água, embora esses números careçam de validação técnica, além de apresentarem elevada pegada de carbono. O estudo examina o funcionamento dos data centers, a dependência de fontes não renováveis e a falta de transparência das grandes empresas de tecnologia, com atenção ao contexto brasileiro, onde crises hídricas e energéticas agravam os efeitos ambientais. Conclui-se que a popularização da IA exige estratégias de sustentabilidade computacional, políticas públicas e regulação ambiental capazes de reduzir impactos e promover uma transformação digital ética e ecologicamente responsável.

Palavras-chave: inteligência artificial; recursos naturais; geração de imagens; crise climática; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial consolidou-se como uma das tecnologias mais transformadoras da atualidade, especialmente na geração automatizada de imagens, textos e vídeos. Embora celebrada por seu potencial de inovação, sua expansão oculta impactos ambientais significativos, ainda pouco discutidos em parte do debate público. Estudos recentes apontam que a operação de grandes modelos envolve consumo expressivo de energia e água, revelando custos ecológicos invisíveis para o usuário (LI et al., 2023). Strubell, Ganesh e McCallum (2019) demonstraram que, em determinados cenários de NLP, o consumo energético associado ao treinamento de modelos superava em até cinco vezes as emissões médias de um carro. Mais recentemente, Patterson et al. (2021) estimaram que apenas o treinamento do GPT-3 gerou cerca de 552 tCO₂e, reforçando a magnitude dos impactos ambientais de modelos de larga escala.



1.1 Método

O estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica e análise crítica de artigos científicos, relatórios técnicos e reportagens publicados entre 2015 e 2025. O foco recaiu sobre trabalhos que quantificam o consumo de água, energia e emissões de carbono em modelos generativos e foram consultadas reportagens (Cadena SER; CNN Brasil) e o estudo técnico de Li et al. (2023), além de reflexões teóricas sobre sustentabilidade e ética tecnológica (HARAWAY, 2016; LATOUR, 2020; MAGRANI, 2019; HILTY; AEBISCHER, 2015).

1.2 Discussão dos resultados

O funcionamento de sistemas de IA generativa depende de infraestrutura computacional em larga escala, envolvendo servidores, redes e armazenamento em nuvem. Data centers operam continuamente e consomem grandes volumes de energia elétrica e água para refrigeração. Segundo estimativas jornalísticas (CADENA SER, 2025; SOARES, 2025), cada imagem gerada por IA poderia consumir entre 2 e 5 litros de água, números que, em apenas uma semana de uso intensivo, corresponderiam a centenas de milhões de litros. Esses valores, entretanto, carecem de validação técnica. Dados revisados por pares indicam que uma única sessão de 20 a 50 interações no ChatGPT pode consumir aproximadamente 500 ml de água (LI et al., 2023). Além disso, o treinamento de grandes modelos exige eletricidade em níveis alarmantes: no caso do GPT-3, foram necessários cerca de 1.287 MWh de eletricidade (PATTERSON et al., 2021), equivalentes ao consumo anual de aproximadamente 120 residências nos Estados Unidos (EIA, 2022).

Esses dados revelam um impacto ambiental de grande porte, mas ainda pouco debatido publicamente. Haraway (2016) argumenta que as tecnologias não são ferramentas neutras, mas se inserem em redes de responsabilidade e cuidado. Latour (2020) acrescenta que, no Antropoceno, toda inovação deve ser compreendida também como uma escolha política, com implicações ecológicas. Essa perspectiva crítica evidencia que a IA, em vez de reduzir desigualdades, pode intensificar a pressão sobre recursos ambientais já escassos.

1.3 Desafios e práticas no contexto brasileiro

O Brasil reúne cerca de 1,5% do mercado global de data centers, segundo levantamento da JLL (apud REVISTA PESQUISA FAPESP, 2023), com forte concentração em São Paulo, região sujeita à escassez hídrica e energética. Estudos apontam que esses centros podem demandar volumes de água comparáveis ao consumo urbano,



intensificando pressões locais sobre recursos (PEREIRA; SANTOS; SILVA, 2023; PINHEIRO, 2023).

Apesar dos riscos, algumas iniciativas positivas têm surgido. O Programa Brasil Inteligência Artificial (PBIA) prevê investimentos em data centers verdes (BRASIL, 2024), enquanto empresas vêm adotando reúso de água e sistemas de refrigeração mais eficientes. Contudo, a ausência de dados públicos sobre consumo hídrico, energético e emissões de carbono limita o controle social e dificulta a formulação de políticas adequadas.

1.4 Considerações finais

O uso de IA generativa, especialmente para imagens, envolve custos ambientais invisíveis para a maior parte dos usuários, mas críticos em um mundo marcado pela emergência climática. A pesquisa demonstra que não basta investir em eficiência técnica: é preciso articular políticas públicas, regulação ambiental e práticas de sustentabilidade computacional (HILTY; AEBISCHER, 2015). Medidas como relatórios obrigatórios de impacto, certificações ambientais e integração entre políticas de tecnologia e de meio ambiente são fundamentais para reduzir desigualdades socioambientais. Magrani (2019) alerta que a aceleração tecnológica, quando não acompanhada de princípios éticos e de justiça, tende a reforçar assimetrias estruturais. Repensar os rumos da IA no Brasil e no mundo é, portanto, essencial para que a inovação digital não se converta em mais uma forma de degradação ambiental.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA) 2024-2028. Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/lncc/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias-1/plano-brasileiro-de-inteligencia-artificial-pbia-2024-2028>. Acesso em: 29 maio 2025.

CADENA SER. El gasto energético de la IA: cada imagen generada con ChatGPT consume entre 2 y 5 litros de agua. Madrid, 5 abr. 2025. Disponível em: <https://cadenaser.com/nacional/2025/04/05/el-gasto-energetico-de-la-ia-cada-imagen-generada-con-chatgpt-consume-entre-2-y-5-litros-de-agua-cadena-ser/>. Acesso em: 29 maio 2025.

HARAWAY, Donna J. *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Durham: Duke University Press, 2016.

HILTY, Lorenz M.; AEBISCHER, Bernard. *ICT Innovations for Sustainability*. Springer, 2015.



LI, Pengfei; YANG, Jianyi; ISLAM, Mohammad A.; REN, Shaolei. Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models. arXiv preprint arXiv:2304.03271, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2304.03271>. Acesso em: 29 maio 2025.

LATOUR, Bruno. Onde aterrar? Como se orientar politicamente no Antropoceno. Tradução: Marcela Vieira. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

MAGRANI, Eduardo. Entre dados e robôs: ética e privacidade na era da hiperconectividade. São Paulo: Editora Contexto, 2019.

PATTERSON, David et al. Carbon Emissions and Large Neural Network Training. arXiv preprint arXiv:2104.10350, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2104.10350>. Acesso em: [data].

PEREIRA, M. D. A.; SANTOS, R. L. dos; SILVA, F. A. da. Desafios energéticos em treinamento de modelos de inteligência artificial. PUC Goiás – Repositório Institucional, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/7901/1/DESAFIOS%20ENERG%C3%89TICOS%20EM%20TREINAMENTO%20DE%20MODELOS%20DE%20INTELIGENCIA%20ARTIFICIAL.pdf>. Acesso em: 27 maio 2025.

PINHEIRO, C. G. Inteligência Artificial: um paradoxo ambiental? Cadernos Jurídicos da Escola Paulista da Magistratura, v. 22, n. 65, p. 173-187, 2023. Disponível em: <https://www.tjsp.jus.br/download/EPM/Publicacoes/CadernosJuridicos/65%2011.pdf>. Acesso em: 27 maio 2025.

REVISTA PESQUISA FAPESP. As estratégias para tornar os data centers mais sustentáveis. São Paulo, 17 jul. 2024. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/as-estrategias-para-tornar-os-data-centers-mais-sustentaveis/>. Acesso em: 10 out. 2025.

SOARES, Vitor. ChatGPT "bebe" muita água para produzir imagens; entenda. CNN Brasil, 3 abr. 2025. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/chatgpt-gasta-muita-agua-para-produzir-imagens-entenda/>. Acesso em: 29 maio 2025.

STRUBELL, Emma; GANESH, Ananya; MCCALLUM, Andrew. Energy and policy considerations for deep learning in NLP. In: Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1906.02243>. Acesso em: 17 jun. 2025.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). How much electricity does an American home use? 2022. Disponível em: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=97&t=3>. Acesso em: 17 jun. 2025..