

**III CONGRESSO INTERNACIONAL
DE DIREITO, POLÍTICAS PÚBLICAS,
TECNOLOGIA E INTERNET**

**DIREITO, POLÍTICAS PÚBLICAS, TECNOLOGIA E
INTERNET I (ON-LINE) I**

D598

Direito, políticas públicas, tecnologia e internet I – online I [Recurso eletrônico on-line]
organização III Congresso Internacional de Direito, Políticas Públicas, Tecnologia e Internet:
Faculdade de Direito de Franca – Franca;

Coordenadores: José Luiz Faleiros, Fernando Gustavo Knoerr e Guilherme Zocollaro –
Franca: Faculdade de Direito de Franca, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-372-5

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Governança, regulação e o futuro da inteligência artificial.

1. Direito. 2. Políticas Públicas. 3. Tecnologia. 4. Internet. I. III Congresso Internacional
de Direito, Políticas Públicas, Tecnologia e Internet (1:2025 : Franca, SP).

CDU: 34

III CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO, POLÍTICAS PÚBLICAS, TECNOLOGIA E INTERNET

DIREITO, POLÍTICAS PÚBLICAS, TECNOLOGIA E INTERNET I (ON-LINE) I

Apresentação

Entre os dias 30 de setembro e 3 de outubro de 2025, a Faculdade de Direito de Franca recebeu o III Congresso Internacional de Direito, Políticas Públicas, Tecnologia e Internet. O evento reuniu acadêmicos, profissionais, pesquisadores e estudantes, promovendo o debate interdisciplinar sobre o impacto das inovações tecnológicas no campo jurídico e nas políticas públicas. A programação envolveu Grupos de Trabalho (GTs) organizados para aprofundar temas específicos, abordando desde o acesso à justiça até as complexidades da regulação tecnológica, com ênfase na adaptação do sistema jurídico aos avanços da inteligência artificial e da automação.

O GT 6 discute o papel das políticas públicas e do direito digital na regulação da internet e das novas tecnologias. Os trabalhos tratam de desinformação, privacidade, responsabilidade de plataformas e sustentabilidade no ambiente digital. O grupo reforça a importância de um uso ético e democrático da tecnologia em prol da cidadania e da transparência.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OS DESAFIOS PARA ASSEGURAR A SUSTENTABILIDADE DA AMAZÔNIA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE CHALLENGES TO ENSURE THE SUSTAINABILITY OF THE AMAZON

Valmir César Pozzetti ¹

Naymê Araújo de Souza ²

Bianka Caelli Barreto Rodrigues ³

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi o de analisar as externalidades ambientais que os modelos de inteligência artificial, especialmente aqueles que exigem um elevado consumo energético - causam ao planeta e, em especial, à Amazônia. A metodologia utilizada foi a do método dedutivo; quanto aos meios a pesquisa foi bibliográfica e quanto aos fins, qualitativa. A conclusão a que se chegou foi a de que os sistemas de Inteligência Artificial disponíveis – causam um impacto ambiental enorme, na geração de carbono e consumo de energia, violando os princípios da equidade e da justiça ambiental, comprometendo os ecossistemas da Amazônia.

Palavras-chave: Amazônia, Desafios ambientais, Inteligência artificial, Justiça ambiental sustentabilidade digital

Abstract/Resumen/Résumé

The objective of this research was to analyze the environmental externalities that artificial intelligence (AI) models - especially those that require high energy consumption - cause to the planet and, in particular, to the Amazon. The methodology used was the deductive method; the research was bibliographical in terms of means and qualitative in terms of ends. The conclusion reached was that the available Artificial Intelligence systems - cause an enormous environmental impact, in terms of carbon generation and energy consumption, violating the principles of equity and environmental justice, compromising the ecosystems of the Amazon

¹ Pós Doutor em Direito pela UNISA/Itália e pela EDDHC/Brasil; Doutor em Biodireito pela UNILIM/França; professor da universidade Federal do Amazonas e da Universidade do Estado do Amazonas.

² Mestranda no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito Ambiental (PPGDA) pela Universidade do Estado do Amazonas. Advogada

³ Mestranda no Programa Stricto Sensu da Universidade do Estado do Amazonas. Professora Universitária e advogada.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Amazon, Environmental challenges, Artificial intelligence, Environmental justice, Digital sustainability

Introdução

A ascensão da Inteligência Artificial no cenário contemporâneo tem sido acompanhada por um discurso entusiástico que a posiciona como uma aliada estratégica na promoção da sustentabilidade ambiental. Ferramentas automatizadas de análise de dados, monitoramento climático, gestão de recursos hídricos e previsão de desastres naturais vêm sendo amplamente difundidas como soluções inovadoras para mitigar os efeitos da crise ecológica.

Essa perspectiva, no entanto, oculta um paradoxo fundamental: os próprios modelos de aprendizado de máquina, ao dependerem de volumes massivos de dados e infraestrutura computacional intensiva, geram impactos ambientais significativos, sobretudo em termos de consumo energético e emissão de gases de efeito estufa.

Esse novo tipo de dano ambiental – de natureza digital, muitas vezes invisibilizado nas estatísticas convencionais em virtude da falta de transparência – impõe desafios ainda pouco enfrentados pela sociedade científica e pelos marcos regulatórios ambientais. Trata-se de uma contradição que coloca em xeque a coerência entre os meios tecnológicos utilizados e os fins ambientais propostos. Em vez de apenas buscar soluções tecnológicas para a crise climática, torna-se urgente refletir sobre o próprio custo ecológico da tecnologia, suas etapas de desenvolvimento e os passivos ambientais que produz.

No caso da Amazônia, bioma essencial para o equilíbrio climático global, esse debate ganha contornos ainda mais críticos. A região concentra uma das maiores biodiversidades do planeta e, ao mesmo tempo, é uma das mais vulneráveis aos efeitos da mudança do clima.

Embora diretamente impactada pelo aumento das emissões globais, inclusive aquelas decorrentes do processamento digital e da intensificação dos centros de dados, a Amazônia permanece à margem do processo de produção, regulação e debate sobre as tecnologias que afetam seu futuro. Tal exclusão reforça desigualdades históricas e fragiliza os objetivos de uma transição ecológica efetiva, justa e territorialmente sensível.

A relevância deste estudo reside na necessidade de evidenciar os impactos invisibilizados da IA sob a ótica do direito ambiental, destacando a urgência de adaptar seu desenvolvimento aos princípios do desenvolvimento sustentável. Em uma era marcada por transformações tecnológicas aceleradas, torna-se imprescindível repensar o modelo de inovação dominante, a fim de que ele não reproduza assimetrias, mas contribua efetivamente para a preservação ecológica e a justiça climática, sobretudo em contextos vulnerabilizados como a Amazônia.

Nesse cenário, a pesquisa parte da seguinte problemática: em que medida os modelos

de inteligência artificial, concebidos como instrumentos para a sustentabilidade, estão contribuindo para a intensificação de novos danos ambientais, e quais são os desafios jurídicos e éticos para enquadrá-los sob os marcos do desenvolvimento sustentável, com especial atenção aos impactos sobre a Amazônia?

O objetivo desta pesquisa é o de analisar, sob a perspectiva do Direito Ambiental, os impactos ecológicos da inteligência artificial enquanto tecnologia intensiva em energia e recursos computacionais, e refletir sobre a necessidade de sua adequação aos princípios do desenvolvimento sustentável.

A metodologia que será utilizada nesta pesquisa é a do método dedutivo; quanto aos meios, utilizar-se-á de referências bibliográficas e documentos disponíveis na rede mundial de computadores, e quanto aos fins, a pesquisa será qualitativa.

1 O Paradoxo da IA Verde: Sustentabilidade Prometida, Sustentabilidade Ameaçada

A inteligência artificial – IA - é um ramo da ciência da computação que objetiva criar máquinas com capacidade de realizar tarefas que normalmente exigem inteligência humana e, o objetivo destas “máquinas” é o de substituir o trabalho humano em condições e tempo aumentados. Essas tarefas incluem aprendizagem, raciocínio, resolução de problemas, reconhecimento de padrões e tomada de decisões.

Neste sentido, a IA tem sido frequentemente apresentada como uma ferramenta de apoio às agendas ambientais globais. Sua aplicação em projetos de monitoramento ambiental, gestão de recursos naturais e combate ao desmatamento tem conferido à IA um *status* de “solução verde” capaz de aliar inovação e sustentabilidade. Neste sentido, Souza, Sales, Simas e Justiniano (2024, p. 3) destacam que:

Avanços em tecnologias de monitoramento ambiental, como drones, sensoriamento remoto via satélite e inteligência artificial, estão revolucionando o monitoramento e meios de proteção dos ecossistemas naturais. Essas tecnologias permitem a coleta de dados em tempo real e em grande escala, fornecendo informações detalhadas sobre o uso do solo, a cobertura vegetal e a qualidade da água. **Com essas ferramentas, é possível identificar áreas de risco, monitorar mudanças ambientais e planejar ações de conservação de maneira mais eficaz.** (gn)

Sua capacidade de lidar com grandes volumes de dados, prever eventos ambientais extremos, otimizar recursos naturais e monitorar ecossistemas complexos é constantemente destacada como um avanço promissor no combate às mudanças climáticas e na promoção da governança ambiental. Essa visão tem sustentado um discurso cada vez mais recorrente na

literatura científica e nos relatórios institucionais que apresentam a IA como uma ferramenta alinhada à agenda do desenvolvimento sustentável.

Contudo, a adoção acrítica dessa narrativa mascara um conjunto significativo de impactos socioambientais relacionados à própria infraestrutura que sustenta os sistemas de inteligência artificial. O treinamento e a execução dos modelos de IA exigem recursos materiais e energéticos que, longe de serem neutros, têm contribuído de forma crescente para o agravamento do quadro ambiental global.

Antes de se converter em algoritmo e código, a ideia de máquinas dotadas de “inteligência” já fazia parte do imaginário humano. Como observa Silva (2020, p. 33), “a projeção de habilidades mentais e motoras em outros entes é propósito antigo, que remonta pensamentos formuladores de seres mitológicos, com características motoras humanas ou animais”. Essa origem imaginária revela o fascínio humano por simular suas próprias capacidades em artefatos. Hoje, no entanto, a IA não habita mais o campo da mitologia, ela é uma tecnologia concreta, sustentada por infraestrutura física e recursos ambientais tangíveis, cujos impactos precisam ser dimensionados com urgência.

Em contraste com o discurso da IA como inovação limpa e eficiente, estudos técnicos e científicos revelam que os modelos de aprendizado de máquina consomem quantidades elevadas de energia elétrica e geram emissões significativas de gases de efeito estufa. Segundo Iglesias e Ferrari (2024, p. 4):

Menos noticiados talvez sejam os impactos ambientais gerados pela utilização dessa Inteligência Artificial, como a emissão de gases de efeitos estufa pela energia computacional e dos hardwares usados para o treinamento, desenvolvimento e a execução dos algoritmos da IA ou os resíduos sólidos gerados pelo arsenal eletrônico empregado.

Dessa forma, revela uma contradição central: enquanto a IA é promovida como solução para os problemas ambientais, sua cadeia de produção e operação constitui, por si só, um fator relevante de degradação. Esse paradoxo é agravado pelos dados alarmantes sobre a pegada de carbono gerada pelo treinamento dos grandes modelos. Neste mesmo sentido, continuam Iglesias e Ferrari (2024, p. 8) “a pegada de carbono do treinamento de um único grande modelo de linguagem é igual a cerca de 300.000 kg de emissões de dióxido de carbono, o que representa 125 voos de ida e volta entre Nova York e Pequim. Estima-se que o setor de tecnologia seja responsável por 2 a 3% das emissões globais de gases de efeito estufa”.

Grande parte desse custo ambiental está relacionado aos data centers, que estruturas responsáveis por treinar e manter os modelos de IA em operação. Nesse sentido, a Agência Internacional de Energia – IEA (2024, p. *on line*) destaca que:

O treinamento e a implantação de modelos de inteligência artificial (IA) ocorrem principalmente em data centers. Compreender o papel dos data centers como atores no sistema energético requer, antes de tudo, a compreensão de seus componentes. **Data centers são instalações utilizadas para abrigar servidores, sistemas de armazenamento, equipamentos de rede e componentes associados, instalados em racks e organizados em fileiras.** Esses equipamentos de TI, e uma série de equipamentos auxiliares necessários para mantê-los em funcionamento, compreendem o seguinte: Servidores são computadores que processam e armazenam dados. Eles podem ser equipados com unidades centrais de processamento (CPUs) e aceleradores especializados, como unidades de processamento gráfico (GPUs). Em média, eles respondem por cerca de 60% da demanda de energia elétrica em data centers modernos, embora isso varie muito entre os tipos de data center. **Os sistemas de armazenamento são dispositivos usados para armazenamento e backup centralizado de dados e representam cerca de 5% do consumo de eletricidade.** Os equipamentos de rede incluem switches para conectar dispositivos dentro do data center, roteadores para direcionar o tráfego e balanceadores de carga para otimizar o desempenho. Os equipamentos de rede representam até 5% da demanda de eletricidade. Refrigeração e controle ambiental referem-se a equipamentos que regulam a temperatura e a umidade para manter os equipamentos de TI operando em condições ideais. **A participação dos sistemas de refrigeração no consumo total do data center varia de cerca de 7% para data centers de hiperescala eficientes a mais de 30% para data centers corporativos menos eficientes.** Baterias de fonte de alimentação ininterrupta (UPS) e geradores de energia de reserva são necessários para manter o data center energizado durante interrupções. Tanto UPS quanto geradores de reserva são raramente usados, mas são necessários para garantir os altíssimos níveis de confiabilidade que os data centers devem atingir. Outra infraestrutura como iluminação e equipamentos de escritório para funcionários no local, etc. (gn)

A descrição, acima, evidencia que a inteligência artificial, apesar de operar no plano imaterial dos dados e algoritmos, depende de uma estrutura física concreta, intensiva em energia e recursos naturais. Data centers não são espaços abstratos, são, em verdade, grandes edifícios repletos de servidores, equipamentos de rede, sistemas de refrigeração e segurança energética. O funcionamento contínuo desses ambientes exige um consumo elétrico considerável, cuja matriz energética, dependendo da região, pode ampliar significativamente a emissão de gases de efeito estufa. Esses impactos incluem não apenas o consumo energético dos data centers responsáveis pelo processamento das redes neurais, mas também a produção de resíduos eletrônicos, a extração de minérios estratégicos – como o lítio – e a dependência de matrizes energéticas nem sempre limpas. Sobre esse aspecto físico e extrativo, Kaufman (2022, p. *on line*) alerta que “a constituição do hardware reclama estrutura física dependente de recursos naturais, em especial, o lítio”.

É importante reconhecer que por trás da abstração algorítmica da IA existe uma base material intensiva em recursos naturais, frequentemente extraídos de forma ambientalmente e socialmente danosa. A “inteligência” da máquina não paira no ar, ela consome, aquece, desgasta, impacta.

Trata-se, portanto, de um paradoxo ambiental: uma tecnologia criada para mitigar impactos ambientais, mas que, ao ser treinada e operada em escala global, reproduz e intensifica

os mesmos padrões de degradação que busca combater. O discurso da sustentabilidade prometida pela IA precisa ser confrontado com a realidade da sustentabilidade ameaçada por seu próprio funcionamento.

2 Um Novo Tipo de Dano Ambiental: Pegada de Carbono Digital e Inércia Científica

Apesar dos dados alarmantes sobre o consumo energético e as emissões de carbono associadas à inteligência artificial, o debate público e regulatório em torno da sustentabilidade digital permanece incipiente. A ausência de transparência por parte das grandes corporações de tecnologia quanto às emissões de seus modelos contribui para obscurecer os reais impactos ambientais da IA e compromete qualquer tentativa séria de quantificação ou mitigação desses efeitos. A Universidade de Stanford, citada por O AI Index Report (2024, p. *on line*), também alerta para esse cenário:

Um dos principais desafios para **avaliar os impactos ambientais dos modelos de IA é a falta de transparência quanto às emissões**. De forma consistente com achados de outros estudos, a maioria dos principais desenvolvedores de modelos não divulga suas emissões de carbono, dificultando os esforços para realizar avaliações minuciosas e precisas desse indicador. Por exemplo, muitos desenvolvedores proeminentes, como OpenAI, Google, Anthropic e Mistral, não reportam as emissões geradas durante o treinamento, embora a Meta o faça. (gn)

Este relatório da Universidade de Stanford revela um cenário de obscuridade informacional que impede a formulação de diagnósticos confiáveis. A recusa das empresas em divulgar os dados ambientais de seus modelos não é meramente uma lacuna técnica, mas um indicativo claro da assimetria de poder entre o setor tecnológico e os órgãos reguladores, dificultando a responsabilização ambiental e a adoção de mecanismos de mitigação

Essa lacuna de informações, como já salientado, constitui barreira decisiva à transparência climática e à responsabilização corporativa. Keith Kirkpatrick (2023, p. *on line*) observa que “o maior obstáculo para compreender a pegada de carbono da IA é a falta de transparência das empresas de desenvolvimento de IA com fins lucrativos”, evidenciando o quanto a lógica concorrencial da indústria tecnológica ainda se sobrepõe aos compromissos com a sustentabilidade e a ética ambiental.

Essa omissão deliberada revela uma negligência, pois mesmo diante da crescente pressão global por práticas empresariais sustentáveis, parte significativa da indústria da IA ainda trata o impacto climático de seus sistemas como um tema marginal. A ausência de relatórios públicos e verificáveis sobre a pegada de carbono digital impede a formulação de políticas baseadas em evidências e perpetua uma cultura de irresponsabilidade ecológica

travestida de inovação.

Em um contexto global onde setores industriais são pressionados por metas climáticas e obrigações de compliance ambiental, a IA permanece em uma zona de exceção, ancorada na aura da inovação e na promessa de progresso tecnológico, o que dificulta sua regulação efetiva.

Esse tipo de impacto ambiental escapa, em grande medida, dos mecanismos clássicos de responsabilização ambiental, que foram estruturados para lidar com formas tangíveis de poluição – como a contaminação hídrica, atmosférica ou do solo. No caso da IA, a poluição é gerada por dados, algoritmos e servidores; sua materialidade é energética e eletrônica, ainda que operando sob a aparência do imaterial. Neste sentido, Iglesias e Ferrari (2024, p. 12) destacam que “[...] o silêncio jurídico em torno do tema reclama, a partir da experiência danosa de eventos pretéritos, o olhar da Ciência do Direito, para o presente e futuro próximo, cumprindo a sua principal função de manutenção da ordem social, compatibilizando os interesses econômicos da tecnologia com o equilíbrio ambiental”.

Essa percepção convoca o Direito Ambiental a um reposicionamento, já que não se trata apenas de aplicar normas existentes, mas de construir uma nova gramática jurídica para lidar com formas emergentes de dano. A pegada digital precisa ser reconhecida como parte integrante das pressões antrópicas sobre o planeta, exigindo inovações normativas compatíveis com a complexidade dos sistemas computacionais.

A própria natureza imaterial da IA dificulta sua percepção como agente poluidor. A computação em nuvem, os sistemas autônomos e os modelos de linguagem parecem habitar um espaço virtual que, por sua aparência intangível, sugere inocuidade ecológica. No entanto, como demonstrado anteriormente, há uma infraestrutura física intensiva por trás dessa abstração tecnológica, baseada em minerais raros, consumo de energia, água e estruturas refrigeradas.

A omissão do impacto ambiental da IA nos marcos regulatórios também é sintomática. Neste sentido, o Projeto de Lei nº 2.338/2023, que visa estabelecer um marco legal para a inteligência artificial no Brasil, ignora completamente essa dimensão. Conforme apontam Iglesias e Ferrari (2024, p. 12), “em termos de governança, o Brasil conta com o Projeto de Lei nº 2.338 de 2023 [...], que, no entanto, à semelhança de outros países, parece desatento aos impactos ambientais gerados pela IA inexistindo, ao longo dos seus 45 artigos, qualquer menção ao tema.”

Conclusão

A problemática que instigou esta pesquisa foi a de se verificar em que medida os modelos de inteligência artificial, concebidos como instrumentos para a sustentabilidade, estão

contribuindo para a intensificação de novos danos ambientais, e quais são os desafios jurídicos e éticos para enquadrá-los sob os marcos do desenvolvimento sustentável, com especial atenção aos impactos sobre a Amazônia

Os objetivos da pesquisa foram alcançados à medida em realizou-se uma análise doutrinária a respeito do assunto, bem como que dos dispositivos legais e principiológicos a respeito dos impactos ecológicos da IA enquanto tecnologia intensiva em energia e recursos computacionais e sua adequação aos princípios do desenvolvimento sustentável.

Como resultado, conclui-se que os modelos de inteligência artificial, embora potencialmente úteis à agenda ambiental, têm contribuído, em sua forma atual de produção e operação, para a intensificação de novos danos ambientais. Esse cenário impõe ao Direito Ambiental o desafio de reconhecer a pegada de carbono digital como uma forma legítima de degradação, exigindo respostas normativas compatíveis com a complexidade dos sistemas algorítmicos. A construção de uma governança digital orientada pela sustentabilidade e sensível aos territórios vulnerabilizados, como a Amazônia, é não apenas uma demanda jurídica, mas um imperativo ético diante da crise ecológica do presente.

Referências

- BRASIL. Constituição da República Federativa do. Congresso Nacional, Brasília, DF: 1.988
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/declrio92.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.
- IGLESIAS, Patrícia; FERRARI, Vanessa. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E DANO AMBIENTAL. **DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO ECOLÓGICAMENTE SUSTENTÁVEL**, p. 97–117, 2024.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy and AI – Analysis – IEA**. 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- KAUFMAN, D. **Desmistificando a inteligência artificial**. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.
- KIRKPATRICK, Keith. The carbon footprint of artificial intelligence. **Communications of the ACM**, v. 66, n. 8, p. 18-20, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1145/3608547>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- SILVA, N. C. Inteligência Artificial. In: FRAZÃO, A.; MULHOLLAND, C. **Inteligência Artificial e Direito**. 2. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020. p. 33-50.
- SOUZA, Alcian Pereira de; SALES, Ricardo Augusto Campolina de; SIMAS; Danielle Costa de Souza; JUSTINIANO; Jeibson dos Santos. Tecnologia e proteção legal do meio ambiente amazônico: monitoramento e conservação da biodiversidade através de inovações tecnológicas. **REVISTA DELOS**, v. 17, n. 57, p. e1586-e1586, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382673780_Tecnologia_e_protecao_legal_do_meio_ambiente_amazonico_monitoramento_e_conservacao_da_biodiversidade_atraves_de_inovacoes_tecnologicas. Acesso em: 18 jun. 2025.