

**I ENCONTRO INTERNACIONAL EM  
DIREITO E INOVAÇÃO**

**POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESENVOLVIMENTO E  
EFETIVIDADE DO DIREITO II**

---

P769

Políticas públicas de desenvolvimento e efetividade do direito - II [Recurso eletrônico on-line] organização I Encontro Internacional em Direito e Inovação: Universidade Católica de Pernambuco – Recife/PE;

Coordenadores: Lais Faleiros Furuya, Marcelo Toffano e Welington Oliveira de Souza dos Anjos Costa – Recife: Universidade Católica de Pernambuco, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-431-9

Modo de acesso: [www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br) em publicações

Tema: Sustentabilidade, Consensualidade, Governança Digital e Inteligência Artificial.

1. Consensualidade. 2. Governança Digital. 3. Inteligência Artificial. I. Encontro Internacional em Direito e Inovação (1:2025 : Recife, PE).

CDU: 34

---

# **I ENCONTRO INTERNACIONAL EM DIREITO E INOVAÇÃO**

## **POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESENVOLVIMENTO E EFETIVIDADE DO DIREITO II**

---

### **Apresentação**

É com imensa satisfação que apresentamos à comunidade acadêmica os frutos colhidos durante o I Encontro Internacional em Direito e Inovação (I EIDI), realizado de 4 a 7 de novembro de 2025.

As páginas que se seguem reúnem as pesquisas que foram aprovadas e apresentadas nos Grupos de Trabalho (GTs) deste evento, que já nasce como um marco para os estudos na intersecção entre o Direito e as novas tecnologias.

O I EIDI nasceu do anseio de criar um fórum qualificado para debater os desafios contemporâneos, sob a égide dos temas da Sustentabilidade, Consensualidade, Governança Digital e Inteligência Artificial.

Promovido pelo Programa de Pós-graduação em Direito e Inovação (PPGDI) da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), com fomento do Programa de Apoio a Eventos no País (PAEP-20253520241P) e apoio do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito (CONPEDI), da Escola Judicial do Tribunal de Justiça de Pernambuco - TJPE / ESMAPE, da Placa Mãe.org, da Escola Superior Dom Helder Câmara (MG), do Mestrado Acadêmico em Direito do CESMAC (AL), do Programa de Pós-Graduação em Direito da Faculdade de Direito de Franca – São Paulo (SP), do Programa de Pós-Graduação em Direito do Centro Universitário 7 de Setembro (UNI7) – Fortaleza (CE), do Programa de Pós-Graduação em Direitos Fundamentais – PPGDF/UNAMA (PA), do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável (UPE/PE) e do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Santa Cecília (Unisanta) - Mestrado em Direito da Saúde, o evento buscou fomentar um diálogo transdisciplinar e global, conectando pesquisadores em torno de soluções inovadoras para as complexas demandas do século XXI.

A resposta da comunidade acadêmica ao nosso chamado foi, em si, um testemunho da pertinência e da urgência de nossa proposta. Recebemos um volume extraordinário de 148 submissões de resumos expandidos, um número que superou todas as nossas expectativas para uma primeira edição. Após um rigoroso processo de avaliação por pares duplo-cego, que garantiu a impessoalidade e a excelência do processo, 130 trabalhos foram aprovados para apresentação em nossos onze Grupos de Trabalho.

A abrangência do encontro manifestou-se na diversidade de origens, com a valiosa participação de pesquisadores de todas as regiões do Brasil e de colegas da Argentina, Colômbia e Itália, consolidando o caráter internacional de nossos debates.

Este e-book representa, portanto, um recorte desta rica produção intelectual. Cada resumo expandido aqui presente reflete o engajamento, a profundidade e o espírito inovador que permearam as discussões em seu respectivo Grupo de Trabalho. São contribuições que não apenas diagnosticam os desafios atuais, mas que, sobretudo, apontam para novos caminhos, novas interpretações e novas soluções.

Nossa gratidão estende-se a todos que tornaram este projeto possível: aos autores, pela excelência de suas pesquisas; aos coordenadores dos Grupos de Trabalho, pela maestria na condução dos debates; ao Comitê Científico e aos pareceristas, pelo trabalho criterioso e dedicado de avaliação imparcial; e, de forma especial, ao Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito (CONPEDI), cuja parceria foi fundamental para viabilizar este legado editorial.

Que a leitura destas páginas inspire novas reflexões, fomente novas pesquisas e contribua para o avanço contínuo do Direito em uma sociedade em constante transformação. Este é apenas o marco inicial de uma jornada que esperamos continuar a trilhar junto a todos vocês.

Livia Dias Barros

Coordenadora da Comissão Organizadora

Coordenadora do PPGDI/UNICAP

Vinicius de Negreiros Calado

Coordenador do Comitê Científico

Professor Fundador do PPGDI/UNICAP

# **INFRAESTRUTURA INVISÍVEL: SUSTENTABILIDADE E POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA**

## **INVISIBLE INFRASTRUCTURE: SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL PUBLIC POLICIES IN THE ERA OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

**Júlia Mesquita Ferreira  
Daniel Alexandre Pinto de Paiva  
Marcelo Toffano**

### **Resumo**

A presente pesquisa busca analisar os impactos ambientais decorrentes da expansão das inteligências artificiais generativas e a insuficiência das políticas públicas voltadas à sua regulação sustentável. Embora essas tecnologias sejam comumente associadas à imaterialidade digital, seu funcionamento depende de uma complexa infraestrutura física, composta por data centers, redes elétricas e sistemas de resfriamento, os quais consomem grandes volumes de energia, água e minerais. Tal realidade, como destaca Kate Crawford em Atlas da IA, permanece amplamente invisível à sociedade, mascarada por metáforas como “a nuvem”. Assim, a pesquisa de caráter qualitativo e exploratório, adota o método dedutivo e fundamenta-se em revisão bibliográfica e documental para examinar a relação entre inovação tecnológica, exploração de recursos naturais e regulação jurídica. No contexto brasileiro, observa-se um descompasso entre o ritmo da inovação e a capacidade normativa do Estado, revelando lacunas na governança ambiental. Conclui-se que o avanço da inteligência artificial exige políticas públicas efetivas, baseadas nos princípios da precaução, prevenção e desenvolvimento sustentável, capazes de assegurar transparência, responsabilidade socioambiental e efetividade na era digital.

**Palavras-chave:** Políticas públicas, Inteligência artificial, Data centers, Direito ambiental, Sustentabilidade tecnológica

### **Abstract/Resumen/Résumé**

This research seeks to analyze the environmental impacts resulting from the expansion of generative artificial intelligence and the inadequacy of public policies aimed at its sustainable regulation. Although these technologies are commonly associated with digital immateriality, their operation depends on a complex physical infrastructure, consisting of data centers, power grids, and cooling systems, which consume large volumes of energy, water, and minerals. This reality, as Kate Crawford highlights in AI Atlas, remains largely invisible to society, masked by metaphors such as "the cloud." Thus, this qualitative and exploratory research adopts the deductive method and is based on a literature and documentary review to examine the relationship between technological innovation, natural resource exploitation, and legal regulation. In the Brazilian context, a mismatch is observed between the pace of

innovation and the state's regulatory capacity, revealing gaps in environmental governance. The conclusion is that the advancement of artificial intelligence requires effective public policies, based on the principles of precaution, prevention, and sustainable development, capable of ensuring transparency, socio-environmental responsibility, and effectiveness in the digital age.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Public policies, Artificial intelligence, Data centers, Environmental law, Technological sustainability

# 1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais, especialmente das inteligências artificiais generativas, transformou de forma profunda as dinâmicas sociais, econômicas e informacionais da contemporaneidade. Ferramentas de criação automática de textos, imagens e sons tornaram-se parte do cotidiano, impulsionando novos modelos de interação, produção e inovação.

Atualmente, é quase impossível imaginar o cotidiano sem o uso dessas tecnologias para otimização ou até mesmo para entretenimento. Todavia, o que desconhece-se é que o funcionamento dessas IAs depende de uma complexa infraestrutura física composta por centros de processamento de dados, redes elétricas e sistemas de resfriamento, elementos que demandam recursos naturais em larga escala. Essa estrutura material, frequentemente invisível para a população, revela que o desenvolvimento tecnológico não é nem ambientalmente neutro.

Além disso, o impacto ambiental dessas estruturas permanece quase invisível e raramente é discutido, principalmente no meio acadêmico. O lítio, presente em celulares e outros dispositivos, já é descartado na natureza há décadas, mas o que preocupa agora é a escala massiva e contínua com que esses materiais são extraídos, utilizados e descartados, ampliando significativamente os efeitos sobre o meio ambiente, o qual é finito.

Nesse cenário, surge a necessidade de políticas públicas que conciliem o avanço da inteligência artificial com a preservação ambiental e o uso responsável de recursos naturais. Assim, a pergunta que orienta o presente trabalho é: como as políticas públicas podem garantir que o desenvolvimento das inteligências artificiais generativas ocorra de forma ambientalmente sustentável e juridicamente efetiva?

A obra de Kate Crawford (2025), evidencia de forma muito clara que a inteligência artificial depende de uma infraestrutura física intensiva em recursos naturais, energia e minerais, cujos impactos ambientais e sociais permanecem amplamente invisíveis. Crawford utiliza como exemplos *data centers* e empresas como a Amazon, nos quais grande parte das operações ocorre de forma pouco perceptível ao público. Essa perspectiva fornece a base teórica para a análise proposta, ao destacar a relação entre inovação tecnológica, exploração de recursos e a necessidade de políticas públicas capazes de garantir a sustentabilidade.

Para tanto, o presente trabalho, de caráter ainda inicial, adota o método dedutivo como procedimento de pesquisa, buscando analisar o problema exposto. Ainda, a abordagem é

qualitativa e possui caráter exploratório e analítico, uma vez que investiga um campo ainda recente e pouco estudado. Por fim, o estudo baseia-se em pesquisa bibliográfica e documental, utilizando livros, artigos científicos e documentos normativos que tratam de inteligência artificial e da proteção ambiental.

## **2 OS IMPACTOS DOS *DATA CENTERS* NO MEIO AMBIENTE**

O avanço tecnológico, com seu crescimento exponencial na última década, como as plataformas, nuvens e dispositivos inteligentes passaram a fazer parte do dia a dia da sociedade, em especial, as Inteligências Artificiais Generativas. Nesse cenário, houve a difusão dessas tecnologias para o usuário padrão, indubitavelmente, alterou as atividades cotidianas e modos de interação em si, o que impactou desde o trabalho à circulação de informação (Meneses, 2025, p. 19).

É, portanto, preciso compreender a infraestrutura que sustenta esses sistemas, os chamados *data centers*. Esses centros dependem de fatores materiais que costumam ser invisíveis aos olhos da população, tais como o uso de energia proveniente de fontes poluentes, como petróleo e carvão, emissão elevada de CO<sub>2</sub>, extração intensiva de minerais para a fabricação de componentes, geração de resíduos e lixo eletrônico, e alto consumo de água necessário ao resfriamento e à manutenção contínua dos sistemas (Santos; Leyendecker, 2025, p. 1).

Outrossim, 2022 representou um marco no tocante à IA generativa, com o lançamento de ferramentas de grande alcance público: Imagen (Google), Stable Diffusion (Stability AI), DALL-E e DALL-E 2 (OpenAI), além do ChatGPT, disponibilizado em novembro do mesmo ano, consolidando o tema na agenda pública e acadêmica (Santaella; Kaufman, 2024, p. 39). É precisamente nesse contexto que se insere o recorte deste trabalho que versará sobre como os modelos como *ChatGPT*, *Gemini*, *Manus*, dependem de centros de processamento de alto desempenho, armazenamento intensivo de dados e ciclos constantes de treinamento, o quê, por consequência, gera impacto ambiental.

No cenário nacional, para que se possa exemplificar em números, dada empresa situada no Estado de São Paulo, consome, tecnicamente, o que uma cidade de 150 mil habitantes utiliza de energia elétrica (Santos, Leyendecker, 2025, p.2). Compreende-se, portanto, que a tecnologia

debatida se apresenta como inteligência artificial, mas na verdade, não há nada de artificial, haja vista que, por trás há infraestrutura, prédios, máquinas, rede elétrica e dentre outros fatores, os quais o usuário não vislumbra e justamente por não ver, tendem a imaginar que não existe.

Corrobora-se com o supracitado, a ideia dada de Kate Crawford em sua obra “Atlas de IA”:

Mesmo que os minerais sejam a coluna vertebral da IA, a energia elétrica ainda é o sangue que corre em suas veias. A computação avançada raramente é considerada em termos de pegada de carbono, combustíveis fósseis e poluição; metáforas como ‘a nuvem’ sugerem algo delicado que flutua dentro de uma indústria natural e verde. Os servidores estão escondidos em *data centers* que não chamam atenção, e suas qualidades poluentes são bem menos visíveis do que os rastros de fumaça das chaminés das usinas termelétricas que os alimentam” (Crawford, 2021, p. 54).

Diante disso, urge a necessidade de expor a problemática e desmistificar o entendimento sobre o que se trata propriamente a Inteligência Artificial, assim como os impactos ambientais gerados por essa tecnologia presente na vida de significativa parte da população. A opacidade algorítmica dificulta o entendimento do verdadeiro impacto ambiental, pois as *big techs* não disponibilizam dados que permitam dimensionar integralmente os efeitos provocados por toda a infraestrutura que sustenta essas inteligências artificiais.

Ademais, princípios do Direito Ambiental, como prevenção, precaução e desenvolvimento sustentável, são essenciais para orientar a análise. Em particular, o princípio da precaução recomenda que, diante de incertezas sobre a magnitude dos impactos, o ônus da prova e da transparência recaia sobre quem explora a atividade potencialmente poluidora, e não sobre o Estado ou a sociedade (Colombo, 2005, p. 129).

Nesse sentido, é necessário dispor de dados claros sobre a operação dos *data centers*, demonstrando previamente que a instalação não tensionará de modo desproporcional a rede elétrica local, nem agravará cenários de escassez hídrica ou provocará impactos negativos ao meio ambiente.

Observa-se, portanto, que a questão não é impedir o avanço tecnológico e a inovação, mas assegurar políticas públicas eficazes que permitam o desenvolvimento das inteligências artificiais aliado à preservação ambiental e à justiça socioambiental. Esse cenário evidencia a necessidade de analisar como o Direito e as políticas públicas podem acompanhar e orientar o

desenvolvimento da inteligência artificial, assegurando que a inovação ocorra de forma ambientalmente responsável.

### **3 OS DESAFIOS E AS LACUNAS REGULATÓRIAS**

Após a análise realizada anteriormente sobre os impactos dos *data centers*, o presente capítulo tem como intuito expor os principais desafios enfrentados pelo ordenamento jurídico brasileiro frente às novas tecnologias.

A priori, é necessário ressaltar que a relação entre o Direito e as novas tecnologias sempre se constituiu como uma via de mão dupla, na medida em que o campo jurídico busca responder aos avanços tecnológicos e, simultaneamente, adaptar seus regimes normativos para atender às novas dinâmicas sociais e econômicas (Cohen, 2021, p. 4). Esse movimento evidencia que o ritmo acelerado da inovação em inteligência artificial generativa frequentemente supera a capacidade normativa do Estado, criando lacunas regulatórias importantes.

Logo, enquanto novos modelos e aplicações surgem de forma contínua, os instrumentos legais permanecem lentos e insuficientes para lidar com os impactos ambientais e sociais de grandes infraestruturas digitais, como os *data centers* citados no capítulo anterior.

O licenciamento ambiental tradicional, concebido para atividades físicas convencionais, apresenta limitações quando aplicado a infraestruturas digitais de larga escala. A complexidade das operações, o consumo intenso de energia e água, a extração de minerais e a geração de resíduos, aliados à opacidade algorítmica, tornam difícil avaliar de maneira precisa os impactos ambientais.

Como destaca reportagem da Rádio Senado (2025), durante a audiência sobre o PL 3018/2024, a preocupação ambiental esteve presente e foi apontado que a eficiência energética já se tornou uma exigência para a competitividade do setor de *data centers*. Além disso, artigo do Jornal USP (2025) reforça que a inclusão dos *data centers* no licenciamento ambiental é urgente, considerando seus impactos socioambientais e a necessidade de adaptação normativa.

Um exemplo emblemático é o projeto Scala AI City, em Eldorado do Sul (RS), descrito pelo site Repórter Brasil (Hofmeister; Harari, 2025). Trata-se do maior complexo de infraestrutura digital da América Latina, localizado em um município afetado por inundações. O empreendimento pode demandar mais energia que a gerada pela quarta maior hidrelétrica do

país, e a legislação municipal prevê licenciamento simplificado, mesmo diante do uso intensivo de água e eletricidade. A empresa responsável afirma que a energia será 100% renovável, mas não detalhou a origem exata nem apresentou informações sobre gestão de recursos hídricos e resíduos, evidenciando lacunas significativas na governança ambiental.

Nota-se, portanto, que a escassez de dados confiáveis compromete a fiscalização e a governança, deixando lacunas significativas na proteção ambiental e na garantia de desenvolvimento sustentável. Diante desse cenário, torna-se clara a necessidade de políticas públicas integradas e adaptativas, que conciliem inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental. Ao destacar a relação entre tecnologia e regulação, evidencia-se que o avanço da inteligência artificial deve ser acompanhado por instrumentos jurídicos capazes de garantir sustentabilidade, transparência e efetividade do Direito, como já discutido por Cohen ao enfatizar a necessidade de o Direito se adaptar constantemente às novas dinâmicas sociais e tecnológicas.

## 4 CONCLUSÃO

Em suma, a presente pesquisa demonstra que a inteligência artificial generativa, apesar de parecer imaterial, depende de uma infraestrutura física complexa e intensiva em recursos naturais, cujos impactos ambientais permanecem pouco visíveis e regulados. *Data centers* consomem muita energia, água e minerais, além de gerar resíduos tecnológicos, evidenciando a necessidade urgente de políticas públicas sustentáveis. A velocidade da inovação contrasta com a lentidão das normas brasileiras, revelando lacunas regulatórias. Fica claro que políticas públicas integradas e adaptativas são essenciais. Aplicar os princípios do Direito Ambiental junto a mecanismos de transparência pode garantir que o avanço da IA seja ambientalmente responsável e juridicamente efetivo. Ainda, por se tratar de um resumo expandido, o estudo busca abrir a discussão e fornecer uma base para debates futuros, propondo caminhos para que o desenvolvimento tecnológico se alinhe à sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COHEN, Julie E. **From Lex Informatica to the Control Revolution**. Berkley Technology Law Journal, v. 36, n.3, 2022.

COLOMBO, Silvana. O princípio da precaução no Direito Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental (REMEA)**, Rio Grande: FURG, v. 14, jan./jun. 2005. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/2889/1644>. Acesso em: 16 out. 2025.

CRAWFORD, Kate. **Atlas da I.A.:** poder, política e os custos planetários da inteligência artificial. Tradução de Humberto do Amaral. São Paulo: Edições Sesc, 2025. ISBN 8594933282.

HOFMEISTER, Naira; HARARI, Isabel. **Maior complexo de infraestrutura digital da América Latina deverá ser erguido em município devastado por inundação.** Repórter Brasil, 22 abr. 2025. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2025/04/cidade-data-centers-rs-energia/>. Acesso em: 16 out. 2025.

MENESES, Isabel Rodrigues de. **Vamos limitar para criar?:** uma análise sobre as exceções e as limitações do direito autoral brasileiro na era da inteligência artificial generativa. Orientador: Anderson Souza da Silva Lanzillo. 2025. 129f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Direito, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025

SANTAELLA, Lucia; KAUFMAN, Dora. A Inteligência artificial generativa como quarta ferida narcísica do humano. **MATRIZES**, São Paulo, Brasil, v. 18, n. 1, p. 37–53, 2024. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/matrizes/article/view/210834>. Acesso em: 16 out 2025.

SANTOS, Anicely; LEYENDECKER, Helton. **IA, data centers e os impactos ambientais.** Recife: Instituto de Pesquisa em Direito e Tecnologia do Recife (IP.rec), 2025. Policy brief. Disponível em: <https://ip.rec.br/wp-content/uploads/2025/05/Policy-Paper-Data-Centers.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.