

XXXII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI SÃO PAULO - SP

DIREITO E SUSTENTABILIDADE IV

MARIA CLAUDIA DA SILVA ANTUNES DE SOUZA

TÚLIO AUGUSTO TAYANO AFONSO

CLAUDIA MARIA DA SILVA BEZERRA

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydée Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRIO - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Ednilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

Comunicação:

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

Educação Jurídica

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - PR

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - MS

Eventos:

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Comissão Especial

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - PB

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG

Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

D597

Direito empresarial I[Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Viviane Coêlho de Séllos Knoerr, Ricardo Augusto Bonotto Barboza – Florianópolis: CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-326-8

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

Tema: Os Caminhos Da Internacionalização E O Futuro Do Direito

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito. 3. Empresarial. 2. Direito civil. 3. Contemporâneo. XXXII Congresso Nacional do CONPEDI São Paulo - SP (4: 2025: Florianópolis, Brasil).

CDU: 34

XXXII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI SÃO PAULO - SP

DIREITO E SUSTENTABILIDADE IV

Apresentação

É com grande satisfação que apresentamos os trabalhos integrantes do Grupo de Trabalho Direito e Sustentabilidade IV no âmbito do XXXII Congresso Nacional do CONPEDI, realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie entre os dias 27 e 29 de novembro de 2026.

O presente GT reuniu pesquisas que dialogam com alguns dos mais urgentes desafios contemporâneos relacionados à transformação ecológica, ao enfrentamento da crise climática e à construção de modelos jurídicos capazes de promover justiça socioambiental. Os trabalhos selecionados refletem a diversidade temática e metodológica que caracteriza o campo do Direito Ambiental e da Sustentabilidade, incorporando perspectivas constitucionais, filosóficas, tecnocientíficas, comunitárias, internacionais e interseccionais.

Em consonância com a Agenda 2030 da ONU e com as discussões que orientam a governança ambiental global, este conjunto de pesquisas demonstra que o Direito possui papel estratégico na mediação entre inovação, proteção ambiental, participação democrática e salvaguarda dos grupos vulnerabilizados pelos impactos das mudanças climáticas.

A seguir, apresentamos os 22 artigos científicos discutidos no GT, organizados em seis eixos temáticos que refletem convergências analíticas e afinidades teóricas entre as contribuições apresentadas.

1. Direitos da Natureza e novas epistemologias ambientais

Os trabalhos reunidos neste primeiro bloco evidenciam uma mudança paradigmática na compreensão jurídica da natureza, apontando para abordagens que transcendem o tradicional antropocentrismo. As propostas dialogam com a emergência de novos sujeitos ecológicos, a valoração dos serviços ambientais e práticas comunitárias de cuidado e manejo coletivo. Em conjunto, esse grupo revela um avanço significativo rumo a epistemologias ambientais que buscam maior integração entre sociedades humanas e ecossistemas, reforçando princípios de justiça ecológica.

2. Constitucionalismo ambiental, governança e políticas públicas

As pesquisas deste eixo destacam o papel central da Constituição na estruturação da tutela ambiental e na exigibilidade de políticas públicas comprometidas com a sustentabilidade. Os debates abordam desde a efetividade de instrumentos constitucionais até os desafios de governança diante da urgência climática. As análises demonstram como marcos legais inovadores, decisões judiciais, políticas setoriais e diretrizes administrativas são elementos essenciais para fortalecer a proteção ambiental, a gestão integrada dos recursos naturais e a atuação do Poder Público na agenda climática.

3. Mudanças climáticas, justiça ambiental e vulnerabilidades

Os estudos agrupados neste bloco enfatizam os efeitos assimétricos da crise climática sobre populações vulneráveis. Os artigos abordam deslocamentos forçados, eventos extremos e desigualdades ambientais que atingem de forma mais intensa grupos marginalizados, como comunidades rurais, mulheres do campo e populações periféricas. Também se discutem estruturas de gestão de desastres que podem reproduzir lógicas de exclusão ou seletividade. Esse conjunto evidencia a necessidade urgente de políticas que incorporem justiça ambiental, equidade social e responsabilidade interseccional.

4. Tecnologia, inovação e sustentabilidade

Neste grupo, a tecnologia aparece como instrumento estratégico para o fortalecimento da governança ambiental, seja no monitoramento, fiscalização ou aprimoramento de mecanismos de controle. As reflexões analisam ferramentas como inteligência artificial, blockchain e sistemas digitais de rastreabilidade, identificando sua capacidade de promover maior transparência e eficiência na proteção ambiental. Ao mesmo tempo, os trabalhos alertam para desafios éticos, riscos regulatórios e a necessidade de garantir que a inovação tecnológica seja orientada por princípios de sustentabilidade, proteção de dados e responsabilidade social.

5. Biodiversidade, produção agrícola e socioambientalismo

O quinto eixo reúne estudos que abordam a relação entre biodiversidade, práticas agroecológicas, sociobiodiversidade e participação social. As análises discutem modelos sustentáveis de uso da terra, sistemas produtivos alternativos e a importância da atuação cidadã nos processos de tomada de decisão ambiental. Os trabalhos destacam que a proteção dos recursos naturais depende da integração entre saberes tradicionais, experiências comunitárias e políticas públicas que valorizem iniciativas socioambientais em diferentes territórios.

6. Energia, transição ecológica e participação democrática

Por fim, o último grupo trata da transição energética em uma perspectiva crítica e inclusiva. As pesquisas enfatizam a necessidade de que a descarbonização seja acompanhada de mecanismos efetivos de participação social e de cooperação internacional. Destacam-se as oportunidades e desafios de uma transição que deve ser justa, transparente e atenta aos impactos sociais. Os trabalhos reforçam que políticas energéticas alinhadas à sustentabilidade exigem processos democráticos robustos e compromisso institucional com direitos humanos.

O conjunto dos trabalhos apresentados no GT Direito e Sustentabilidade IV revela um panorama vibrante, plural e interdisciplinar da produção acadêmica brasileira sobre Direito Ambiental e sustentabilidade. Os debates demonstram que o enfrentamento da crise climática exige abordagens integradas, baseadas em diálogo entre saberes, participação social e rigor científico.

Ao mesmo tempo, evidencia-se que o Direito permanece como ferramenta essencial para garantir equidade, transparência, responsabilização e proteção de populações vulneráveis diante das mudanças ambientais aceleradas. As discussões realizadas neste GT reafirmam o compromisso da comunidade jurídica com a construção de sociedades mais sustentáveis, resilientes e justas, em consonância com os desafios contemporâneos e com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil.

Agradecemos a todas e todos os autores, debatedores e participantes, cuja contribuição intelectual e engajamento fortaleceram sobremaneira a qualidade das reflexões e o avanço das pesquisas apresentadas.

O DESAFIO DA IA VERDE NO DIREITO BRASILEIRO: ANÁLISE DO MARCO REGULATÓRIO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO BRASIL (PL 2338/2023) E A BUSCA POR UMA SUSTENTABILIDADE DIGITAL

THE CHALLENGE OF GREEN AI IN BRAZILIAN LAW: ANALYSIS OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE REGULATORY FRAMEWORK IN BRAZIL (BILL NO. 2338/2023) AND THE QUEST FOR DIGITAL SUSTAINABILITY.

André Serotini¹

Resumo

Este artigo objetiva analisar o potencial e os desafios da Inteligência Artificial (IA) no fortalecimento da justiça ambiental e do desenvolvimento sustentável no Brasil. Para tanto, utiliza-se análise jurídica e bibliográfica, aliada a estudos de caso, para explorar a lacuna normativa existente e os dilemas éticos. A pesquisa revela que, apesar do papel da IA como ferramenta para o monitoramento e conservação ambiental, seu ciclo de vida – envolvendo data centers e treinamento de modelos – impõe um vultoso consumo de energia e recursos naturais, gerando uma considerável pegada de carbono, configurando o 'paradoxo energético da IA'. Identifica-se uma expressiva carência regulatória no Brasil para gerir esses impactos, bem como os desafios éticos e jurídicos, como vieses algorítmicos, sublinhando a premente necessidade de um sistema normativo consistente. Neste contexto, o Projeto de Lei (PL) nº 2338/2023 é essencial, visando estabelecer princípios e diretrizes para um uso responsável e a promoção da 'IA Verde'. Além disso, o estudo demonstra a relevância de iniciativas internacionais (União Europeia, UNESCO) na busca por uma Inteligência Artificial Sustentável (IAS). Como resultado, conclui-se que a aprovação e implementação efetiva do PL 2338/2023 são fundamentais para direcionar a inovação tecnológica, garantindo que a IA contribua para a proteção ambiental e a equidade social. A capacidade do ordenamento jurídico em antecipar e mitigar tais desafios será determinante para que a tecnologia sirva ao bem-estar humano e à preservação planetária.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Sustentabilidade ambiental, Paradoxo energético, Regulamentação, Direito ambiental

Abstract/Resumen/Résumé

This article aims to analyze the potential and challenges of Artificial Intelligence (AI) in strengthening environmental justice and sustainable development in Brazil. To this end, it employs legal and bibliographic analysis, combined with case studies, to explore the existing regulatory gap and ethical dilemmas. The research reveals that, despite AI's role as a tool for environmental monitoring and conservation, its lifecycle — involving data centers and model training — imposes vast energy and natural resource consumption, generating a considerable

¹ Pós-Doutor em Direito (USP/FDRP). Doutor em Ciência Política. Professor de Direito e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). E-mail: andre.serotini@uemg.br

carbon footprint, thus forming the 'AI energy paradox'. An expressive regulatory gap in Brazil for managing these impacts is identified, as are ethical and legal challenges like algorithmic biases, underlining the pressing need for a consistent normative system. In this context, Bill of Law (PL) No. 2338/2023 is essential, seeking to establish principles and guidelines for responsible use and the promotion of 'Green AI'. Furthermore, the study demonstrates the relevance of international initiatives (European Union, UNESCO) in the pursuit of Sustainable Artificial Intelligence (SAI). As a result, it concludes that the effective approval and implementation of PL 2338/2023 are fundamental for guiding technological innovation, ensuring AI contributes to environmental protection and social equity. The legal system's capacity to anticipate and mitigate such challenges will determine whether technology serves human well-being and planetary preservation.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Artificial intelligence, Environmental sustainability, Energy paradox, Regulation, Environmental law

1 INTRODUÇÃO

A evolução do ordenamento jurídico-ambiental tem sido moldada pelos avanços da Inteligência Artificial (IA). A outrora projeção de um futuro dominado por máquinas concretizou-se em um presente com sistemas computacionais autônomos, capazes de otimizar e, em algumas situações, substituir atividades humanas. No âmbito jurídico, a IA já se manifesta na elaboração de peças processuais e, conforme o Art. 17, VII, do Projeto de Lei (PL) nº 2338/2023 (Brasil, 2023), pode auxiliar autoridades judiciárias na investigação de fatos e na aplicação da lei. Nesse contexto, o escopo de atuação da IA no Direito Ambiental demonstra um espectro consideravelmente mais amplo, alinhado ao Art. 1º do referido PL, que visa estabelecer

normas gerais de caráter nacional para o desenvolvimento, implementação e uso responsável de sistemas de inteligência artificial (IA) no Brasil, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais e garantir a implementação de sistemas seguros e confiáveis, em benefício da pessoa humana, do regime democrático e do desenvolvimento científico e tecnológico (Brasil, 2023).

O suporte tecnológico oferecido pela IA ao meio ambiente é extenso e promissor, abrangendo desde a utilização de drones em atividades agrícolas até o monitoramento de áreas de preservação e de risco. A IA emerge como um instrumento eficiente para aperfeiçoar processos de fiscalização, monitoramento e formulação de políticas públicas, contribuindo para a proteção e conservação ecossistêmica (Jubilut, 2024).

Exemplos como o projeto PrevisIA, do Instituto Imazon, exemplificam sua aplicação no monitoramento de áreas de desmatamento na Amazônia (Sarlet; Filter, 2023, p. 41). No Judiciário, a IA tem sido empregada para indexar processos judiciais aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, categorizando-os por conteúdo e vinculando-os expressamente a essas metas (Caldi; Fachin, 2024, p. 261). O PL 2338/2023 reconhece a vasta gama de aplicações da IA, incluindo seu emprego em infraestruturas essenciais, saúde e investigação criminal, as quais podem gerar implicações ambientais diretas ou indiretas (Brasil, 2023).

Não obstante, a utilização desmedida e irresponsável dessa tecnologia, que exige recursos consideráveis, engendra um dilema ambiental e ético. A IA desempenha um "duplo e ambivalente papel" na sustentabilidade, atuando simultaneamente como instrumento para a resolução de problemas ambientais e como fonte de degradação (Hupffer; Sbaraine; Martins,

2024, p. 20). Essa contraposição é formalmente reconhecida no Art. 2º, IV, do PL 2338/2023, que estabelece a "proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável" como um de seus fundamentos e o "crescimento inclusivo, desenvolvimento sustentável e bem-estar" como um de seus princípios, no Art. 3º, I (Brasil, 2023).

Diante desse cenário, o presente artigo propõe-se a explorar soluções para esse dilema, com fundamento em análises jurídicas, bibliográficas e estudos de caso. A crescente integração da IA em diversos setores sociais torna imperiosa a busca e aplicação de normas jurídicas que regulamentem seu uso no âmbito do Direito Ambiental e da "IA Verde".

A realidade da IA no Brasil espelha o contexto global. Como nação que possui ampla biodiversidade e crescente preocupação com a sustentabilidade, o uso disseminado da IA no meio ambiente, somado à ausência de regulamentação estatal, cria um vácuo jurídico que necessita de preenchimento. Proposições legislativas anteriores, como o Projeto de Lei (PL) nº 5051/2019, já apontavam a necessidade de uma "ação proativa na regulação das aplicações da Inteligência Artificial" (Brasil, 2019), embora este tenha sido reprovado.

A crise ambiental global demanda soluções inovadoras para a sustentabilidade planetária e a proteção dos direitos ambientais. Nesse sentido, o PL 2338/2023 aborda o desenvolvimento, o fomento e o emprego ético e responsável da IA, pautando-se na centralidade da pessoa humana, com o propósito de harmonizar, na disciplina legal, a proteção de direitos e liberdades fundamentais, a valorização do trabalho e da dignidade da pessoa humana e a inovação tecnológica representada pela inteligência artificial (Brasil, 2023).

O PL 2338/2023, uma vez aprovado, terá papel central na mitigação de dilemas como o do uso intensivo da IA e seu impacto energético. A regulamentação é essencial para assegurar que a IA contribua para a sustentabilidade sem comprometer a equidade ambiental, um dos desafios primordiais (Donti et al., 2020). Sem um marco normativo, contudo, a aplicação da IA no Brasil corre o risco de ser desproporcional e gerar consequências adversas. Torna-se, portanto, indispensável que o PL 2338/2023, após sua promulgação, seja efetivamente implementado e amplamente difundido nos setores de produção ambiental para normatizar essa área.

O PL 2338/2023, por exemplo, prevê a publicização das avaliações preliminares dos sistemas de IA desenvolvidos, implementados ou empregados pelo poder público, independentemente do grau de risco, e detalha as medidas de governança para sistemas de IA

com o objetivo de assegurar a segurança e a proteção dos direitos das pessoas afetadas, incluindo a gestão de dados e a segurança da informação (Brasil, 2023). Portanto, a implementação da IA no meio ambiente não demanda uma transformação radical, mas sim um aperfeiçoamento por meio da normatividade do sistema jurídico brasileiro, visto que o debate sobre a regulamentação do emprego adequado e sustentável da IA é essencial para um desenvolvimento socioambiental equilibrado.

1.1 Justificativa

A crescente utilização da IA em variados setores sociais atribui a este artigo uma relevância social considerável, uma vez que sistemas computacionais autônomos estão cada vez mais incorporados ao cotidiano humano, por meio de dispositivos tecnológicos, desenvolvimento de drones e ferramentas de suporte climático, entre outras aplicações.

Esta pesquisa visa elucidar como o Direito pode atuar estrategicamente na proteção e preservação do meio ambiente por meio da IA, com o objetivo de suprir a lacuna jurídica referente à responsabilidade ambiental da tecnologia. O PL 2338/2023 aborda diretamente a questão da responsabilidade civil, estabelecendo que o fornecedor ou operador de sistema de IA que cause dano patrimonial, moral, individual ou coletivo é obrigado a repará-lo integralmente, independentemente do grau de autonomia do sistema. Para sistemas de alto risco ou risco elevado, a responsabilidade é objetiva (Brasil, 2023).

O emprego descontrolado e não regulamentado da IA pode acarretar questões como responsabilidade civil, crimes ambientais, aplicação desproporcional e vazamento de dados, além de induzir uma dependência socioambiental no mercado. Os riscos da IA são diversificados, abrangendo impactos no mercado de trabalho, utilização para fins bélicos, disseminação de desinformação, violação da privacidade e, fundamentalmente, discriminação algorítmica (Barroso; Mello, 2024, p. 19-23).

Algoritmos treinados em dados históricos podem reproduzir vieses e preconceitos preexistentes, resultando em discriminações de gênero, raça ou socioeconômicas (Barroso; Mello, 2024, p. 22). Os riscos sistêmicos da IA incluem vieses algorítmicos, acesso desigual à tecnologia e falhas em cascata, que podem exacerbar a degradação ambiental e aprofundar desigualdades (Hupffer; Sbaraine; Martins, 2024, p. 21).

A intrincabilidade da regulação é acentuada pela celeridade das transformações tecnológicas, pela assimetria de informação entre empresas e reguladores, e pela necessidade de harmonização global (Barroso; Mello, 2024, p. 25-26). O PL 2338/2023 busca mitigar

esses riscos, alinhando-se a princípios como a privacidade, a proteção de dados, a prevenção e mitigação de riscos sistêmicos, e a não maleficência e proporcionalidade (Brasil, 2023).

Adicionalmente, o projeto detalha a categorização de riscos (Capítulo III) e as medidas de governança (Capítulo IV), incluindo a avaliação de impacto algorítmico, que visam identificar e mitigar potenciais danos e vieses (Brasil, 2023). Assim, a pesquisa visa demonstrar a eficácia e a relevância jurídica das normas e regras para o emprego adequado da IA, em benefício da sociedade.

1.2 Objetivos

A pesquisa analisa o potencial da Inteligência Artificial no fortalecimento da justiça ambiental e do desenvolvimento sustentável no Brasil, considerando suas aplicações no setor produtivo-ambiental, seu emprego pelo poder público, a lacuna normativa existente e os desafios éticos a ela intrínsecos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: CONCEITOS, PARADOXOS E IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Conforme John McCarthy (1992), criador do termo, a inteligência artificial consiste na "ciência e engenharia de produzir sistemas inteligentes". Tais sistemas simulam o pensamento humano, conferindo uma "humanização" às máquinas (Barbosa; Portes, 2023). A IA pode ser compreendida, em um sentido jurídico e funcional, como um conjunto de tecnologias que processam informações e simulam capacidades cognitivas humanas, como aprendizado, raciocínio e percepção, a partir de algoritmos e dados (Ferrari, 2023, p. 203).

O PL 2338/2023, em seu Art. 4º, I, complementa essa compreensão ao definir legalmente um sistema de inteligência artificial como:

(...) sistema computacional, com graus diferentes de autonomia, desenhado para inferir como atingir um dado conjunto de objetivos, utilizando abordagens baseadas em aprendizagem de máquina e/ou lógica e representação do conhecimento, por meio de dados de entrada provenientes de máquinas ou humanos, com o objetivo de produzir previsões, recomendações ou decisões que possam influenciar o ambiente virtual ou real (Brasil, 2023).

Apesar de seu potencial e de se tornar cada vez mais cotidiano e indispensável, a IA não é imaterial. Ela depende de extensos centros de dados (*data centers*) que consomem volumes consideráveis de dados, exigindo alta velocidade e capacidade computacional. Esses *data centers* geram calor, demandando uso intensivo de água para resfriamento (Noujaim et al., 2025, p. 7). Quanto maior o volume de dados, mais precisos tendem a ser os resultados, o que, por sua vez, implica maior consumo de energia e recursos (Barroso; Mello, 2024, p. 8).

Esse dilema, denominado "paradoxo energético da IA", reside na contradição entre o potencial da IA para promover a sustentabilidade e o vultoso consumo energético e de recursos naturais inerente ao seu ciclo de vida, que abrange desde o treinamento de modelos elaborados até a inferência e o armazenamento de dados (Ferrari, 2023, p. 201). A proliferação de *data centers*, infraestruturas indispensáveis para a IA, acarreta impactos ambientais significativos, incluindo a geração de lixo eletrônico, o consumo expressivo de água para resfriamento e a demanda por grandes quantidades de eletricidade, frequentemente proveniente de fontes não renováveis (PNUMA, 2024; Spohr, 2024).

Estima-se que uma única solicitação ao ChatGPT consuma dez vezes mais eletricidade do que uma pesquisa no Google (PNUMA, 2024; AFP, 2025), e o treinamento de um grande modelo de linguagem pode gerar aproximadamente 300.000 kg de emissões de dióxido de carbono (Spohr, 2024; AFP, 2025). Essa realidade contrapõe-se à "IA Verde", que busca o desenvolvimento de IA que produz resultados sem aumentar os custos computacionais, idealmente reduzindo-os (Ferrari, 2023, p. 209). Em contrapartida, a "IA Vermelha" implica um rápido aumento nos custos computacionais e, consequentemente, maior emissão de carbono, expondo a materialidade e o custo ambiental intrínseco dessa tecnologia (Ferrari, 2023, p. 209).

3 O QUADRO JURÍDICO, ÉTICO E AS PROPOSTAS DE REGULAMENTAÇÃO DA IA

Após a exploração dos conceitos fundamentais da Inteligência Artificial e a identificação do paradoxo energético inerente ao seu desenvolvimento, esta seção se dedica a analisar o panorama jurídico e ético que emerge para lidar com os desafios e oportunidades apresentados por essa tecnologia. Serão examinados os esforços regulatórios, as discussões sobre responsabilidade e os princípios que guiam a busca por uma IA ambientalmente responsável, tanto no cenário nacional quanto internacional.

3.1. Visão Jurídica: A Necessidade de Regulamentação da IA no Brasil

A base jurídica tradicional, caracterizada por sua metodologia e formalidade, mostra-se inadequada diante da era tecnológica. Os novos recursos advindos da revolução digital, embora aplicados no meio jurídico, carecem de regulamentação, comprometendo sua licitude. O Direito necessita de uma reorientação, com foco na gestão preventiva de riscos e em novas formas de sociabilidade, sob pena de perder sua relevância para a regulação por meio de códigos (Resta, 2008).

Adicionalmente, Cantarini (2023) defende a atualização da Constituição Brasileira, propondo a criação de uma "Constituição Digital", tema já debatido na Alemanha, destinada a abordar especificamente questões tecnológicas inseridas na sociedade. Considerando que a Constituição representou um processo de conquista de direitos e deveres do cidadão, sua adaptação para regulamentar o emprego da IA significaria um avanço significativo para diversos setores sociais, incluindo o meio ambiente.

O Projeto de Lei (PL) nº 5051/2019, que buscava estabelecer princípios para o emprego da IA no Brasil (Art. 1º) e definir diretrizes para a atuação do Estado (Art. 5º) (Lietz, 2021), reprovado no Senado Federal, dispunha que:

Art. 1º Esta Lei estabelece os princípios para o uso da Inteligência Artificial no Brasil.(...)

Art. 5º Constituem diretrizes para a atuação da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios no desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil: I – a promoção da educação para o desenvolvimento mental, emocional e econômico harmônico com a Inteligência Artificial; II – a criação de políticas específicas para proteção e para qualificação dos trabalhadores; III – a garantia da adoção gradual da Inteligência Artificial; IV – a ação proativa na regulação das aplicações da Inteligência Artificial (Brasil, 2019).

O PL 2338/2023, de autoria do Senador Rodrigo Pacheco, foi elaborado por uma Comissão de Juristas com o objetivo de subsidiar a criação de um substitutivo para diversas proposições legislativas sobre IA, incluindo o mencionado PL 5051/2019. Este PL, conhecido

como o marco regulatório da inteligência artificial no Brasil, foi aprovado no Senado Federal e está atualmente em tramitação na Câmara dos Deputados, indicando uma evolução na discussão legislativa e buscando um panorama mais abrangente e detalhado.

No Direito Ambiental, o Princípio da intervenção estatal obrigatória na defesa do meio ambiente, delineado pelo Princípio 17 da Declaração de Estocolmo de 1972 e no Art. 225, caput, da Constituição Federal de 1988, assegura ao Estado a prerrogativa de adotar políticas públicas e programas de ação para a proteção ambiental. Os princípios basilares do Direito Ambiental, como precaução, prevenção, poluidor-pagador e desenvolvimento sustentável, são adequados para abordar os impactos da IA (Ferrari, 2023, p. 207).

Segundo Mello (2014), o princípio constitui o mandamento nuclear de um sistema, seu alicerce fundamental, que irradia sobre as normas, conferindo-lhes espírito e servindo de critério para sua exata compreensão e inteligência, por definir a lógica e a racionalidade do sistema normativo, atribuindo-lhe sentido harmônico. Sob essa perspectiva, o estabelecimento de princípios em um regime normativo é de suma importância para a efetiva aplicação de uma lei, conferindo-lhe um fundamento jurídico para a deliberação do poder legislativo.

O marco regulatório da inteligência artificial no Brasil aprofunda essa base principiológica, estabelecendo como fundamentos para o desenvolvimento, implementação e emprego de sistemas de inteligência artificial: a centralidade da pessoa humana; o respeito aos direitos humanos e aos valores democráticos; o livre desenvolvimento da personalidade; a proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável; a igualdade, a não discriminação, a pluralidade e o respeito aos direitos trabalhistas; o desenvolvimento tecnológico e a inovação; a livre iniciativa, a livre concorrência e a defesa do consumidor; a privacidade, a proteção de dados e a autodeterminação informativa; a promoção da pesquisa e do desenvolvimento; e o acesso à informação e à educação, e a conscientização sobre os sistemas de inteligência artificial e suas aplicações (Brasil, 2023).

Adicionalmente, o PL 2338/2023 elenca princípios a serem observados, tais como: o crescimento inclusivo, o desenvolvimento sustentável e o bem-estar; a autodeterminação e a liberdade de decisão e de escolha; a participação humana no ciclo da inteligência artificial e a supervisão humana efetiva; a não discriminação; a justiça, a equidade e a inclusão; a transparência, a explicabilidade, a inteligibilidade e a auditabilidade; a confiabilidade e a solidez dos sistemas de inteligência artificial e segurança da informação; o devido processo legal, a contestabilidade e o contraditório; a rastreabilidade das decisões; a prestação de

contas, a responsabilização e a reparação integral de danos; a prevenção, a precaução e a mitigação de riscos sistêmicos; e a não maleficência e a proporcionalidade (Brasil, 2023).

O cenário regulatório brasileiro para a IA, especialmente em sua aplicação nos serviços públicos, é caracterizado por iniciativas setoriais e esparsas, sem coordenação ou planejamento central. Essa fragmentação, aliada à falta de capacitação dos servidores, impede que a IA seja plenamente empregada para a concretização dos objetivos de desenvolvimento sustentável (Maksym, 2021).

A legislação atual mostra-se defasada em relação aos impactos ambientais da IA, evidenciando a ausência de normas claras para o consumo de recursos por suas infraestruturas, como os *data centers*. As regras existentes foram aprovadas para condições anteriores à disseminação da IA, mostrando-se insuficientes para abranger a era atual (Noujaim et al., 2025, p. 7). O marco legal da IA, embora debatido, ainda não possui uma definição clara para os impactos ambientais dessa tecnologia, sugerindo que a regulação seja mais eficaz no âmbito da atividade específica, com a mensuração dos impactos a cargo dos órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento (Noujaim et al., 2025, p. 16).

Maksym (2021) fundamenta a necessidade de normatização da IA no Brasil precisamente na omissão estatal em regular essa tecnologia, argumentando que os riscos potenciais, mesmo que incertos, justificam a adoção de medidas preventivas para salvaguardar o meio ambiente e a sociedade. A reflexão sobre a natureza da IA, conforme Rech (2020, p. 20), reforça a relevância dos princípios do Direito Ambiental, especialmente o da precaução e o da sustentabilidade, defendendo que a extensão da inteligência humana em máquinas deve respeitar o meio ambiente natural.

Consequentemente, no que concerne à Constituição Brasileira, a defesa do meio ambiente constitui um bem inalienável. O Art. 225, caput, estabelece o dever de protegê-lo e preservá-lo. Assim, a normatização da IA no país estaria em consonância com um princípio constitucional de proteção ambiental. O direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado implica a necessidade de que o desenvolvimento tecnológico, incluindo a IA, observe critérios de sustentabilidade energética e eficiência, considerando o vultoso consumo de recursos e a pegada hídrica e energética já identificados em suas infraestruturas.

3.2 Desafios Éticos e Jurídicos da IA

De acordo com Machado (2023), o direito ambiental constitui o conjunto de princípios e normas jurídicas voltadas à proteção da qualidade do meio ambiente. Essa definição abrange o preceito constitucional de que todos possuem o direito a uma vida sadia e ecologicamente equilibrada, provida pelo Estado.

Inerente a esse conceito, o emprego da IA no meio ambiente visa proporcionar aprimoramento da qualidade ambiental e otimização das condições para a climatologia, produção agroindustrial, preservação ambiental e combate a crimes ambientais. O PL 2338/2023, em sua justificação, ressalta que a IA pode gerar "mudanças econômicas e sociais ainda mais profundas" e busca conciliar a inovação tecnológica com a proteção de direitos e liberdades fundamentais (Brasil, 2023). Consequentemente, sua aplicação ética mitigaria as irregularidades ambientais.

Não obstante, persistem os desafios éticos relacionados ao emprego indiscriminado da IA. Embora a utilização da IA no meio ambiente proponha melhorias e desenvolvimento, em contrapartida, é um recurso oneroso e potencialmente prejudicial aos recursos naturais, apresentando dilemas éticos quanto à sua pegada ambiental e aos custos de produção de seus componentes.

A utilização de algoritmos em processos decisórios, como no licenciamento ambiental, suscita preocupações quanto à fragilidade da proteção ambiental e à violação do Princípio da Precaução, uma vez que a IA tem dificuldade em prever objetivamente impactos ambientais futuros, exigindo análise caso a caso (Salib; Garcia, 2021, p. 1). A relação da IA com o meio ambiente é caracterizada como um *wicked problem* (problema indomável), devido à sua intrincabilidade, à ausência de formulação definitiva para as questões, à informação insuficiente e à racionalidade limitada (Noujaim et al., 2025, p. 18).

Isso implica que os modelos normativos tradicionais de regulação são insuficientes para lidar com essa intrincabilidade, exigindo uma abordagem mais flexível e baseada em princípios, em vez de uma regulação prescritiva (Noujaim et al., 2025, p. 19). A reprodução de vieses e preconceitos preexistentes em algoritmos treinados com dados históricos, por exemplo, pode resultar em discriminações de gênero, raça ou socioeconômicas (Barroso; Mello, 2024, p. 22). Tais lacunas normativas e os desafios ético-jurídicos são acentuados pela capacidade da IA de reproduzir e ampliar vieses sociais, como o racismo e o sexism, especialmente quando os códigos são elaborados por grupos homogêneos (Gonçalves, 2022, p. 94, 98).

Haraway argumenta que "artefatos tecnológicos nada mais são do que artefatos políticos" que absorvem visões de mundo e formas de exercício de poder (Haraway, 2009, p. 63, apud Gonçalves, 2022, p. 100). Isso impõe ao Direito o desafio de garantir a imparcialidade e a não discriminação algorítmica, exigindo transparência e explicabilidade dos sistemas para que a cidadania possa compreender e questionar as decisões automatizadas (Gonçalves, 2022, p. 97).

A implementação da IA na administração pública, embora proporcione benefícios de eficiência, enfrenta desafios como o viés de dados, a ausência de interoperabilidade entre sistemas, os custos de infraestrutura e a resistência institucional. Do ponto de vista jurídico, a automatização de decisões administrativas encontra limites nos princípios constitucionais do devido processo legal, contraditório e ampla defesa, exigindo que a IA seja um instrumento de apoio e não um substituto do juízo crítico do servidor público (Ribeiro; Silveira, 2025, p. 18).

A ausência de regulamentação e supervisão independente sobre os impactos ambientais da IA, como o consumo energético e a geração de resíduos eletrônicos, são desafios que demandam enfrentamento para garantir um ecossistema digital sustentável em nível global (Cavalcante; Garcia, 2024, p. 95). A IA, se não for adequadamente alimentada por dados, pode gerar resultados imprecisos, e a ausência de discernimento emocional na máquina levanta questões sobre a aplicação da Análise Econômica do Direito (AED) em decisões que exigem valores humanos (Mendes; Contani, 2022, p. 10-15).

O PL 2338/2023 aborda essas preocupações, estabelecendo princípios como a prevenção, a precaução e a mitigação de riscos sistêmicos, e a não maleficência e a proporcionalidade. O projeto prevê, ainda, medidas de governança, como a gestão de dados para mitigar e prevenir vieses discriminatórios e a adoção de medidas de segurança da informação desde a concepção até a operação do sistema (Brasil, 2023). Inserida no campo da IA, essa prerrogativa estatal possibilita uma atuação regulamentada do poder público. O PL 2338/2023, em seu Art. 21, por exemplo, estabelece diretrizes específicas para órgãos e entidades do poder público ao contratar, desenvolver ou empregar sistemas de IA considerados de alto risco. Isso inclui a realização de consulta e audiência públicas prévias, a definição de protocolos de acesso e utilização, e o emprego de dados provenientes de fontes seguras e testadas contra vieses discriminatórios (Brasil, 2023).

Ademais, a ausência de normatização estatal, sem diretrizes éticas claras e com proteção inadequada de dados, representa um risco crescente ao equilíbrio entre inovação

tecnológica e sustentabilidade socioambiental. O PL 2338/2023 reconhece a privacidade, a proteção de dados e a autodeterminação informativa como fundamentos e direitos das pessoas afetadas por sistemas de IA (Brasil, 2023).

Nesse sentido, o PL 2338/2023 configura-se como uma das propostas mais avançadas no Brasil sobre a regulação da IA, combinando múltiplas iniciativas legislativas, ampla participação da sociedade civil e inspiração em legislações internacionais. Entretanto, o projeto ainda está em tramitação na Câmara dos Deputados, com etapas futuras que envolvem possíveis emendas, audiências públicas e ajustes antes do parecer final.

Como resultado, a existência de tal discussão legislativa no Brasil demonstra o caráter de urgência da regulamentação dessa tecnologia. O fato de o assunto fazer parte dos debates no âmbito legislativo, bem como dos textos de lei em análise, evidencia a relevância do tema. Dessa forma, são consideradas não apenas as questões ambientais, tecnológicas e sociais, mas também as preocupações e os desafios éticos que cercam o assunto.

Assim, é essencial que o emprego da IA respeite a ética ambiental, que pressupõe uma relação de cuidado, respeito e corresponsabilidade com os sistemas ecológicos. Nesse sentido, o ecocentrismo jurídico, debatido por doutrinadores como Milaré (2021) e Machado (2023), reforça a ideia de que o meio ambiente possui valor intrínseco, e não apenas utilitário, exigindo, portanto, limites éticos ao avanço tecnológico.

3.3 Contexto Internacional e Modelos de IA Verde

No cenário internacional, a União Europeia e a Itália têm se destacado como pioneiras na elaboração de marcos regulatórios sobre a IA, buscando equilibrar inovação e proteção dos direitos fundamentais dos cidadãos. A União Europeia, por meio de propostas como o Artificial Intelligence Act (EU AI Act/2024), estabelece diretrizes para o emprego responsável da IA (Zaganelli; Reboli, 2025).

Um marco relevante é a "Recomendação Internacional sobre a Ética da Inteligência Artificial" da UNESCO (2021), que aborda explicitamente a preocupação com o meio ambiente e os ecossistemas, exigindo a avaliação dos impactos ambientais diretos e indiretos da IA, abarcando a pegada de carbono e o consumo de energia (Ferrari, 2023, p. 208). Essa iniciativa demonstra uma preocupação global com a sustentabilidade da IA. O Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) da União Europeia, embora focado na privacidade, indiretamente incentiva a minimização de dados, o que pode levar a uma menor demanda por armazenamento e, consequentemente, menor consumo energético.

Por sua vez, a Itália complementa esse esforço no seu cenário interno com uma nova legislação. Em consonância com as diretrizes estabelecidas pela União Europeia, o país transalpino engaja-se ativamente em discussões voltadas às iniciativas que regulam a IA no âmbito nacional, por meio de legislação interna específica (Zaganelli; Reboli, 2025).

Nesse sentido, o 'Comunicado de imprensa do Conselho de Ministros nº 78' explicitou:

Nesta perspectiva, o projeto de lei não se sobrepõe ao Regulamento Europeu sobre Inteligência Artificial aprovado em 13 de março pelo Parlamento Europeu, que será emitido em breve, mas acompanha seu marco regulatório nos espaços específicos do direito interno, levando em consideração que o regulamento se baseia em uma arquitetura de riscos vinculados ao emprego da inteligência artificial (IA) (Governo Italiano, 2024).

Comparativamente, o modelo jurídico brasileiro concernente à IA demanda a aprovação dos projetos de lei existentes e sua ampliação, a fim de que alcance modelos regulatórios como os da União Europeia e Itália. Isso permitiria uma atuação efetiva na sociedade, estabelecendo o melhor desenvolvimento social e ambiental para o emprego ético e sustentável da IA. A justificação do PL 2338/2023 destaca que a Comissão de Juristas responsável por sua elaboração realizou um estudo sobre a regulamentação da IA em mais de trinta países integrantes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o que permitiu analisar o panorama normativo mundial da matéria e fundamentar a proposta brasileira (Brasil, 2023).

O Relatório de Inteligência Artificial (AI Index Annual Report) de 2023, produzido pela Universidade de Stanford, reitera que os sistemas de IA podem gerar sérios impactos ambientais. Tal constatação tem sido abordada em trabalhos acadêmicos que apontam que a Inteligência Artificial produz impactos significativos no meio ambiente e que os termos empregados na denominação do artefato (inteligência e artificial) são contraproducentes à compreensão dos riscos envolvidos (Iglecias; Ferrari, 2024, p. 100).

Portanto, o contexto internacional da inteligência artificial aplicada às questões ambientais revela uma intersecção de preocupações jurídicas e socioambientais que transcendem o ambiente digital. Essas preocupações são incorporadas pelas esferas governamentais como pautas sociais, considerando que a IA, quando empregada de forma

legal e regulamentada, oferece benefícios substanciais. Ademais, quando supervisionada pelo Estado, seus potenciais efeitos negativos podem ser mitigados e gerenciados.

A partir dos avanços da IA, emergiu o conceito de IA Verde, que estabelece a tecnologia aplicada ao desenvolvimento ecologicamente sustentável. A busca por uma 'IA Verde' é essencial para a computação sustentável, referindo-se à pesquisa e desenvolvimento de IA que produz resultados sem aumentar os custos computacionais, idealmente reduzindo-os (Ferrari, 2023, p. 209).

O emprego equilibrado e fiscalizado desse recurso pelos órgãos públicos acarreta avanços ecossociais no meio ambiente e para a sociedade. Nesse contexto, a justificação do PL 2338/2023 busca conciliar a inovação tecnológica com a proteção de direitos e liberdades fundamentais, a valorização do trabalho e da dignidade da pessoa humana (Brasil, 2023).

A IA Verde enfatiza a eficiência como critério de avaliação essencial, promovendo práticas que reduzam o consumo de energia e as emissões de carbono. Isso inclui, por exemplo, a adoção de técnicas como a quantização, que otimiza o emprego de recursos computacionais e energéticos ao reduzir a precisão dos parâmetros do modelo e diminuir o tamanho do modelo, ou o compartilhamento de modelos pré-treinados, que evita a redundância na utilização de recursos (Ferraro et al., 2024).

A IA pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, reduzindo a intensidade das emissões de GEE, melhorando a eficiência energética e otimizando cadeias de abastecimento, além de auxiliar na remoção ambiental e tecnológica de gases de efeito estufa (Wedy; Iglecias, 2023, p. 24-25). Pode ser aplicada para atender a diversos propósitos de sustentabilidade, promovendo a economia circular e a eficiência de recursos, água e energia (Cavalcante; Garcia, 2024, p. 89-93).

A busca por uma Inteligência Artificial Sustentável (IAS) é um imperativo ético que visa integrar o valor da sustentabilidade em todo o ciclo de vida da IA, desde sua concepção até sua desativação (Terrones Rodríguez, 2023, p. 2). Startups chinesas, como DeepSeek e Alibaba (Qwen 2.5), estão desenvolvendo modelos de IA generativa que utilizam menos dados, chips menos sofisticados, menor poder computacional e custos reduzidos, o que representa um caminho para a 'IA Verde' (Noujaim et al., 2025, p. 9).

No contexto da expansão da IA Verde, a vasta extensão florestal brasileira merece destaque. Como um país tropical com ampla diversidade climática e vegetal, o Brasil demanda, anualmente, consideráveis investimentos governamentais e estaduais para a

manutenção da estabilidade de seus biomas, fauna e flora, a exemplo das queimadas regulares na vegetação do Cerrado e do desmatamento ilegal na floresta amazônica.

Com esse entendimento, a ADPF 760 (Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental), ajuizada pelo Partido Socialista Brasileiro, no Supremo Tribunal Federal, refere-se à proteção da Amazônia e às políticas de combate ao desmatamento, visando combater a omissão do poder executivo federal em implementar políticas eficazes de prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal (Brasil, 2020).

No mesmo raciocínio, os programas de monitoramento, sejam florestais ou climáticos, empregam a inteligência artificial para garantir sua eficácia. Assim, considerando seus benefícios indiretos, a IA já é amplamente utilizada pelo poder estatal para preservação do meio ambiente, a exemplo de programas financiados e monitorados por instituições como o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), entre outros.

Todavia, Dora Kaufman explica que há uma relação direta entre a capacidade dos modelos de IA e seu custo ambiental: quanto maior a capacidade, maior o processamento de dados, resultando em aumento do consumo de energia e emissões de GEE (Noujaim et al., 2025, p. 11), salientando que modelos generativos diversificados, como ChatGPT e Gemini, possuem um custo significativamente maior do que modelos de IA que realizam uma única tarefa (Noujaim et al., 2025, p. 11).

O Brasil, intrinsecamente ligado aos recursos naturais – desde suas florestas e recursos hídricos até seus produtos de commodities, com uma economia diretamente vinculada a bens advindos do meio ambiente – deve possuir normas claras e estabelecidas para o emprego da IA, seja no agronegócio ou em grandes agroexportadoras, visto que essa tecnologia desempenha um papel central nesse setor econômico. Adicionalmente, a preocupação socioambiental brasileira tem raízes profundas na Constituição, que dedica um capítulo exclusivo (Capítulo VI) ao meio ambiente, evidenciando o direito de todos a uma vida saudável e a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Os modelos de Aprendizagem Profunda (*deep learning*), algoritmos de IA baseados em redes neurais artificiais com múltiplas camadas, são projetados para aprender automaticamente padrões e representações elaboradas de dados. São amplamente utilizados em indústrias e em setores como o de recursos ambientais, saúde, recursos energéticos e proteção de dados florestais, incluindo ambientes acadêmicos de desenvolvimento.

A necessidade de mitigar os impactos energéticos e a significativa pegada de carbono decorrentes do emprego da IA é contemplada pelos princípios do PL 2338/2023, como a 'prevenção, precaução e mitigação de riscos sistêmicos' (Art. 3º, XI) e a 'não maleficência e proporcionalidade' (Art. 3º, XII) (Brasil, 2023).

Portanto, a IA Verde representa uma conquista global significativa, comparável, em termos de impacto revolucionário, à Revolução Verde. Contudo, assim como esta, possui aspectos que, embora concebidos para o fomento ao desenvolvimento de recursos, podem prejudicar o meio ambiente. Entretanto, se regulamentada adequadamente pelo Estado, poderá atuar de maneira a mitigar ou eliminar os prejuízos ambientais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abordou o paradoxo inerente à Inteligência Artificial no contexto da governança ambiental brasileira, evidenciando que, embora a IA se configure como um instrumento essencial para a sustentabilidade e o monitoramento ambiental, seu ciclo de vida acarreta um consumo energético e de recursos naturais considerável, resultando em uma pegada de carbono expressiva. A análise demonstrou a lacuna regulatória existente no Brasil para lidar com os impactos ambientais da IA, ressaltando a relevância do Projeto de Lei (PL) nº 2338/2023 como o marco regulatório em tramitação.

A questão central que guiou esta pesquisa – como o Direito pode incentivar uma IA ambientalmente responsável – encontra resposta na indispensabilidade de um panorama normativo robusto e abrangente. O PL 2338/23, ao estabelecer princípios como a proteção ao meio ambiente, o desenvolvimento sustentável, a prevenção de riscos sistêmicos e a responsabilidade objetiva por danos, representa um avanço essencial para a promoção de uma IA ambientalmente consciente. Sua implementação em âmbito governamental e em larga escala, embora de fácil acesso, demonstra a necessidade de regulamentação normativa específica para que suas consequências não acarretem prejuízos ao Estado e ao meio ambiente. A regulamentação jurídica, portanto, não visa frear a inovação, mas sim direcioná-la para um desenvolvimento tecnológico que harmonize os imperativos de progresso com a proteção ambiental e a equidade social.

As contribuições deste trabalho são diversificadas. Teoricamente, aprofundou-se a compreensão do 'paradoxo energético da IA' sob uma perspectiva jurídica brasileira, integrando conceitos de Direito Ambiental e regulação tecnológica. Praticamente, reforçou-se a urgência da aprovação e implementação de um marco regulatório que estabeleça diretrizes

claras para o desenvolvimento e emprego da IA Verde, incentivando práticas mais eficientes e sustentáveis. As implicações do estudo apontam para a necessidade contínua de monitoramento dos impactos da IA, adaptação das normas jurídicas à evolução tecnológica e cooperação internacional para o estabelecimento de padrões globais de sustentabilidade digital. A efetivação de uma IA ambientalmente responsável dependerá da capacidade do sistema jurídico em antecipar e mitigar os desafios, garantindo que a tecnologia sirva verdadeiramente ao bem-estar humano e à preservação do planeta.

6. AGRADECIMENTOS

Pesquisa realizada com apoio da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG por meio de bolsas concedidas pelo Programa Institucional de Apoio à Pesquisa – PAPq/UEMG – Edital nº. 15/2024

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFP. Impacto ambiental da IA generativa em cinco números. **Exame**, 1 fev. 2025. Disponível em: <https://exame.com/esg/impacto-ambiental-da-ia-generativa-em-cinco-numeros/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

BARBOSA, Lucia Martins; PORTES, Luiza Alves Ferreira. A inteligência artificial. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, p. 16-27, 2023. Disponível em: https://abt-br.org.br/wp-content/uploads/2023/03/RTE_236.pdf#page=16. Acesso em: 18 jun. 2025.

BARROSO, Luís Roberto; MELLO, Patrícia Perrone Campos. Inteligência artificial: promessas, riscos e regulação. Algo de novo debaixo do sol. **Revista Direito e Práxis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 1-45, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8966/2024/84479>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 2338/2023**. Dispõe sobre o desenvolvimento, o fomento e o uso ético e responsável da inteligência artificial com base na centralidade da pessoa humana. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2487262>. Acesso em: 30 jul. 2025.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 23 jun. 2025.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei 5051/2019**. Estabelece os princípios para o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/138790>. Acesso em: 30 jul. 2025.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **ADPF 760 – Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental**. Requerente: Partido Socialista Brasileiro (PSB). Relator: Min. Luís Roberto Barroso. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=6049993>. Acesso em: 27 jul. 2025.

CALDI, Eduardo Lincoln Domingues; FACHIN, Zulmar. Inteligência artificial: indexação dos processos judiciais brasileiros aos objetivos do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 da ONU e os impactos da Portaria 133/2018 do CNJ. **Revista de Direito Público da Procuradoria-Geral do Município de Londrina**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 261-276, 2024. Disponível em: <https://www.aprolon.com.br/pkp/ojs/index.php/rdp-pgmlondrina/article/view/334>. Acesso em: 17 jun. 2024.

CANTARINI, Paola. Desafios ao Estado Democrático de Direito: inteligência artificial, direitos fundamentais e constitucionalismo digital. **Revista Jurídica Unicuritiba**, v. 2, n. 74, 2023. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/6888>. Acesso em: 23 jun. 2025.

CAVALCANTE, Elizabeth Nantes; GARCIA, Rebeca Alves de Souza. Meio ambiente, inteligência artificial e sustentabilidade. In: **ESG e economia circular na gestão 4.0**. Curitiba: Juruá, 2024. p. 89-102. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/05-24275/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

DONTI, P. L. et al. **The carbon footprint of artificial intelligence**. 2020. Disponível em: <arxiv.org>. Acesso em: 25 jun. 2025.

FERRARI, Vanessa. Inteligência Artificial: um paradoxo ambiental? **Cadernos Jurídicos da Escola Paulista da Magistratura**, São Paulo, ano 24, n. 65, p. 201-212, jan./mar. 2023. Disponível em: <https://www.tjsp.jus.br/download/EPM/Publicacoes/CadernosJuridicos/65%2011.pdf?d=638386085705338683>. Acesso em: 16 jun. 2025.

FERRARO, V. R.; GULLO, G.; DA SILVA COSTA, D.; MOURA, P. N. D. S. Aprendizagem Profunda e Inteligência Artificial Verde: Caminhos para um Futuro mais Sustentável. In: workshop de computação aplicada à gestão do meio ambiente e recursos naturaiS (WCAMA), 15., 2024, Brasília/DF. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 159-168. ISSN 2595-6124. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wcama/article/view/29428/29233>. Acesso em: 25 jun. 2025.

GONÇALVES, Juliana Alice Fernandes. Os impactos para a cidadania da relação entre democracia e inteligência artificial e a contribuição de Donna Haraway. **International Journal of Digital Law | IJDL**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 89-107, jan./abr. 2022. Disponível em: <https://journal.nuped.com.br/index.php/revista/article/view/goncalves2022>. Acesso em: 16 jun. 2025.

GOVERNO ITALIANO, Presidenza del Consiglio dei Ministri. **Comunicato stampa del Consiglio dei Ministri n. 78**. Disponível em: <https://www.governo.it/it/articolo/comunicato-stampa-del-consiglio-dei-ministri-n-78/25501>. Acesso em: 24 jun. 2025.

HUPFFER, Haide Maria; SBARAINA, Adriano; MARTINS, Danielle Paula. Desafios éticos, jurídicos e de governança para o desenvolvimento de sistemas de IA voltados à sustentabilidade ambiental. In: WEDY, Gabriel; HUPFFER, Haide Maria; WEYERMÜLLER, Andrea Regina (org.). **Direito e inteligência artificial: perspectivas para um futuro ecologicamente sustentável**. São Leopoldo: Casa Leiria, 2024. p. 13-37. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/5416230.1-2>. Acesso em: 17 jun. 2025.

IGLECIAS, Patrícia; FERRARI, Vanessa. Inteligência artificial (IA) e dano ambiental. In: WEDY, Gabriel; HUPFFER, Haide Maria; WEYERMÜLLER, Andrea Regina (org.). **Direito e inteligência artificial: perspectivas para um futuro ecologicamente sustentável**. São Leopoldo: Casa Leiria, 2024. p. 97-118. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/5385477.1-5>. Acesso em: 17 jun. 2025.

JUBILUT, Paulo. O papel da inteligência artificial na preservação do meio ambiente. **Portal Sustentabilidade**, 28 maio 2024. Disponível em: <portalsustentabilidade.com>. Acesso em: 16 jun. 2025.

LIETZ, Bruna. Inteligência artificial, regulação no brasil e o projeto de lei. **Calamidade pública: repensando o direito em tempos de crise**, v. 1, p. 176-187, 2021. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/68238368/e7bc1a317be34fa396f6e98e004c9cad.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 25. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2023.

MAKSYM, Cristina Borges Ribas. Inteligência artificial aplicada nos serviços públicos rumo ao desenvolvimento sustentável. **International Journal of Digital Law | IJDL**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, ed. especial suplementar, mar. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361154066_Inteligencia_artificial_aplicada_nos_servicos_publicos_rumo_ao_desenvolvimento_sustentavel_Artificial_intelligence_applied_in_public_services_towards_the_sustainable_development. Acesso em: 16 jun. 2025.

MCCARTHY, John. **What is AI?** Stanford: Stanford University, 1992. Disponível em: www-formal.stanford.edu. Acesso em: 25 jun. 2025.

MELLO, Celso Antônio Bandeira de. **Curso de direito administrativo**. 31. ed. rev. e atualizada. São Paulo: Malheiros, 2014.

MENDES, Marcelo Barros; CONTANI, Eduardo. Inteligência artificial e a promoção da sustentabilidade: uma perspectiva à luz da análise econômica do direito. **Revista do Instituto de Direito Constitucional e Cidadania – IDCC**, Londrina, v. 7, n. 2, e061, jul./dez., 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.48159/revistadoidcc.v7n2.e061>. Acesso em: 17 jun. 2025.

MILARÉ, Édis. Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco. 12. ed. ver., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2021.

NAÇÕES UNIDAS. Declaração da Conferência da Nações Unidas sobre o meio ambiente humano. Estocolmo, 1972. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/33/2016/09/Declaracao-de-Estocolmo-5-16-de-junho-de-1972-Declaracao-da-Conferencia-da-ONU-no-Ambiente-Humano.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2025.

NOUJAÍM, Alice; KIPNIS, Beatriz; PENZ, Isabel (Org.). **Cadernos Vale a Pena**

Perguntar: Inteligência Artificial e Meio Ambiente. São Paulo: Fundação FHC, 2025.

Disponível em: <https://fundacaofhc.org.br/publicacao/cadernos-vale-a-pena-perguntar-inteligencia-artificial-e-meio-ambiente/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). A IA gera um problema ambiental. **Veja o que o mundo pode fazer a respeito.** UNEP, 21 set. 2024.

Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/ia-gera-um-problema-ambiental-veja-o-que-o-mundo-pode-fazer> 1. Acesso em: 16 jun. 2025.

RECH, Adir Ubaldo. **Inteligência artificial, meio ambiente e cidades inteligentes.** Caxias do Sul: Educs, 2020. Disponível em: <https://www.ucs.br/educs/livro/inteligencia-artificial-meio-ambiente-e-cidades-inteligentes/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

RESTA, Eligio. **Diritto vivente.** Bari: Laterza, 2008.

RIBEIRO, Thiago Lopes; SILVEIRA, Rafael Freitas da. Aplicações da inteligência artificial na análise de autos de infração ambiental: desafios, benefícios e perspectivas jurídico-administrativas. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 6, n. 6, p. e666504, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v6i6.6504>. Acesso em: 16 jun. 2025.

SALIB, Marta Luiza Leszczynski; GARCIA, Denise Schmitt Siqueira. O uso da inteligência artificial e dos algoritmos no licenciamento ambiental e o princípio da precaução. **CONPEDI Law Review**, v. 7, n. 1, p. 01-20, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/conpedireview/article/view/7598>. Acesso em: 16 jun. 2025.

SARLET, Ingo Wolfgang; FILTER, Pedro Agão Seabra. A utilização da inteligência artificial como um instrumento de proteção climática. In: WEDY, Gabriel; SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago (org.). **Curso de direito climático.** São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2023. p. 35-54. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/5385477.1-2>. Acesso em: 17 jun. 2025.

SPOHR, Isadora Fenner. **O impacto ambiental das Inteligências Artificiais – PET Sistemas de Informação.** PET Sistemas de Informação, Santa Maria, 21 out. 2024. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pet/sistemas-de-informacao/2024/10/21/o-impacto-ambiental-das-inteligencias-artificiais>. Acesso em: 16 jun. 2025.

TERRONES RODRÍGUEZ, Antonio Luis. Ética para la inteligencia artificial sostenible. **ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura**, v. 198, n. 806, p. 1-12, out./dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3989/arbor.2022.806013>. Acesso em: 17 jun. 2025.

WEDY, Gabriel; IGLECIAS, Patrícia. Inteligência artificial e aquecimento global. In: WEDY, Gabriel; SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago (org.). **Curso de direito climático**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2023. p. 13-33. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/5385477.1-1>. Acesso em: 16 jun. 2025.

ZAGANELLI, Margareth Vetus; REBULI, Kailany dos Santos. **A regulamentação da Inteligência Artificial na União Europeia e na Itália:** inovação tecnológica e proteção dos direitos fundamentais. Altus Ciência, v. 26, 2025. Disponível em: <http://revistas.fcjp.edu.br/ojs/index.php/altusciencia/article/view/351/245>. Acesso em: 24 jun. 2025.