

**XIV ENCONTRO INTERNACIONAL
DO CONPEDI BARCELOS -
PORTUGAL**

**GOVERNO DIGITAL, DIREITO E NOVAS
TECNOLOGIAS**

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 Haydêe Dal Farra Napolini - 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. Edinilson 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

G326

Governo digital, direito e novas tecnologias [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Ana Catarina Almeida Loureiro; Danielle Jacon Ayres Pinto; José Renato Gaziero Cella. – Barcelos, CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-207-0

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

Tema: Direito 3D Law

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Internacionais. 2. Governo digital. 3. Direito e novas tecnologias. XIV Encontro Internacional do CONPEDI (3; 2025; Barcelos, Portugal).

CDU: 34



XIV ENCONTRO INTERNACIONAL DO CONPEDI BARCELOS - PORTUGAL

GOVERNO DIGITAL, DIREITO E NOVAS TECNOLOGIAS

Apresentação

No XIV Encontro Internacional do CONPEDI, realizado nos dias 10, 11 e 12 de setembro de 2025, o Grupo de Trabalho - GT “Governo Digital, Direito e Novas Tecnologias”, que teve lugar na tarde de 12 de setembro de 2025, destacou-se no evento não apenas pela qualidade dos trabalhos apresentados, mas pelos autores dos artigos, que são professores pesquisadores acompanhados de seus alunos pós-graduandos. Foram apresentados artigos objeto de um intenso debate presidido pelos coordenadores e acompanhado pela participação instigante do público presente no Instituto Politécnico do Cávado e do Ave - IPCA, em Barcelos, Portugal.

Esse fato demonstra a inquietude que os temas debatidos despertam na seara jurídica. Cientes desse fato, os programas de pós-graduação em direito empreendem um diálogo que suscita a interdisciplinaridade na pesquisa e se propõe a enfrentar os desafios que as novas tecnologias impõem ao direito. Para apresentar e discutir os trabalhos produzidos sob essa perspectiva.

Os artigos que ora são apresentados ao público têm a finalidade de fomentar a pesquisa e fortalecer o diálogo interdisciplinar em torno do tema “Governo Digital, Direito e Novas Tecnologias”. Trazem consigo, ainda, a expectativa de contribuir para os avanços do estudo desse tema no âmbito da pós-graduação em direito, apresentando respostas para uma realidade que se mostra em constante transformação.

Os Coordenadores

Prof. Dr. José Renato Gaziero Cella

**RISCOS DO AVANÇO E AMPLIAÇÃO DO USO DAS INTELIGÊNCIAS
ARTIFICIAIS POR CONTA DO AUMENTO DO USO DE RECURSOS NATURAIS,
EM ESPECIAL A ÁGUA**

**RISKS OF ADVANCING AND EXPANDING THE USE OF ARTIFICIAL
INTELLIGENCES DUE TO THE INCREASED USE OF NATURAL RESOURCES,
ESPECIALLY WATER**

**Vladmir Oliveira da Silveira
Oscar Silvestre Filho ¹
Ariadne Hamanovik Quio**

Resumo

O presente artigo analisa os riscos jurídicos associados à crescente demanda por recursos hídricos decorrente da expansão das inteligências artificiais (IA), com foco no consumo intensivo de água por data centers e outras infraestruturas digitais. Parte-se da constatação de que esse fenômeno tem impactos relevantes não apenas sobre o meio ambiente, mas também sobre direitos fundamentais e os marcos regulatórios vigentes, tanto em âmbito nacional quanto internacional. O estudo examina como o uso intensivo de água por essas tecnologias pode comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas, exigindo respostas normativas adequadas. O artigo propõe diretrizes concretas voltadas à construção de um modelo regulatório sólido e sustentável, tais como o estabelecimento de um licenciamento hídrico específico para projetos digitais, a exigência de relatórios públicos de consumo hídrico e a criação de incentivos à adoção de tecnologias mais eficientes no uso da água. Argumenta-se que a natureza intensiva dessas infraestruturas impõe a aplicação do princípio da precaução, com vistas a prevenir danos irreversíveis e assegurar uma gestão racional dos recursos naturais. Finalmente, defende-se a formulação de um novo regime jurídico voltado à governança hídrica no contexto da revolução digital, orientado pela função socioambiental da tecnologia e fundamentado na justiça hídrica intergeracional. Trata-se de reconhecer a interdependência entre inovação tecnológica e sustentabilidade, garantindo que o avanço das IA ocorra em harmonia com os princípios do direito ambiental e com a proteção dos bens

from the premise that this phenomenon has significant impacts not only on the environment but also on fundamental rights and the existing regulatory frameworks, both at national and international levels. It examines how the intensive use of water by these technologies can undermine the sustainability of ecosystems, thereby requiring appropriate normative responses. The article proposes concrete guidelines aimed at building a solid and sustainable regulatory model, such as the establishment of specific water licensing for digital projects, the requirement of public water consumption reports, and the creation of incentives for the adoption of more water-efficient technologies. It argues that the resource-intensive nature of such infrastructures necessitates the application of the precautionary principle, in order to prevent irreversible damage and ensure the rational management of natural resources. Finally, the article advocates for the development of a new legal regime focused on water governance in the context of the digital revolution, guided by the socio-environmental function of technology and grounded in the principle of intergenerational water justice. It calls for the recognition of the interdependence between technological innovation and sustainability, ensuring that the advancement of AI occurs in harmony with environmental law principles and the protection of common goods.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Artificial intelligence, Water resources, Environmental law, Sustainability, Precaution

INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial das inteligências artificiais (IA) configura uma revolução tecnológica sem precedentes, com impactos profundos e transversais sobre a economia global, os modos de vida e os sistemas jurídicos contemporâneos.

Mais do que uma transformação técnica, a IA representa uma mutação estrutural no próprio conceito de racionalidade operativa, de decisão e de governança, reconfigurando os alicerces sobre os quais se fundam as democracias, os mercados e as instituições.

No entanto, ao lado dos reconhecidos benefícios da automação e da tomada de decisão baseada em algoritmos, emerge um desafio ambiental inquietante e ainda pouco debatido no campo jurídico: o alto consumo de recursos naturais, especialmente da água, associado à infraestrutura material que sustenta a inteligência artificial em larga escala.

A operação de sistemas de IA requer data centers, estruturas físicas altamente energointensivas, cuja manutenção e resfriamento dependem, em muitos casos, de volumes expressivos de água. Além disso, a fabricação dos componentes eletrônicos envolvidos, como chips, placas, servidores e sistemas de refrigeração, demanda igualmente uma cadeia de produção baseada em consumo hídrico elevado e, muitas vezes, invisibilizado nas estatísticas ambientais tradicionais.

Diante de um contexto mundial de escassez hídrica, desigualdade de acesso à água potável e aceleração das mudanças climáticas, o modelo atual de crescimento tecnológico se mostra incompatível com os princípios da sustentabilidade e da equidade ambiental. Essa realidade impõe uma análise crítica do marco jurídico vigente, bem como uma reinterpretação dos deveres do Estado e das empresas no contexto da economia digital.

A justificativa deste estudo parte do reconhecimento de que os impactos ambientais da infraestrutura tecnológica, sobretudo os de natureza hídrica, permanecem subestimados no campo jurídico e regulatório. A água, tradicionalmente tutelada por marcos normativos ambientais e sanitários, ainda não é plenamente integrada como variável essencial nas políticas públicas voltadas à inovação tecnológica.

A ausência de integração entre o direito ambiental e a regulação da IA produz lacunas normativas que fragilizam os compromissos assumidos pelo Brasil e por outras nações nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6 (água e saneamento) e o ODS 13 (ação contra a mudança climática).

A relevância científica e social deste trabalho reside, portanto, em trazer à luz uma dimensão negligenciada da sustentabilidade tecnológica: a dependência hídrica da inteligência artificial.

A metodologia adotada é de natureza qualitativa e exploratória, com base em revisão bibliográfica e documental, combinando autores do campo jurídico, ambiental, tecnológico e político. Foram utilizados instrumentos do direito comparado (França, Alemanha, EUA e União Europeia) e da análise normativa crítica, sobretudo a partir dos princípios do Direito Ambiental Internacional, tais como o princípio da precaução, da função socioambiental da atividade econômica e da equidade intergeracional. A pesquisa também se valeu de relatórios de organismos internacionais como a ONU, OCDE, UNEP e WWF, além de dados técnicos de instituições como a International Energy Agency (IEA), Water Resources Institute (WRI) e Agência Nacional de Águas (ANA).

O referencial teórico mobilizado parte da tradição do Direito Ambiental Constitucional, com base em autores como Paulo Affonso Leme Machado e Édis Milaré, articulando-se com as contribuições mais recentes do Direito da Tecnologia (Daniel Sarmento, Mireille Hildebrandt, Luciano Floridi), da governança digital ambiental (Shoshana Zuboff, Benjamin Bratton) e do direito fundamental à água (Borràs Pentinat, Léo Heller). A noção de colonialismo digital, conforme proposta por Renata Ávila e reconectada ao impacto ambiental invisível da IA, serve como lente crítica para pensar as desigualdades globais na distribuição dos riscos e encargos ecológicos da revolução digital.

A partir dessa abordagem crítica, o artigo sustenta que o avanço das tecnologias de IA, embora repleto de potencial inovador, exige uma resposta jurídica urgente e multidisciplinar que incorpore o eixo ambiental como vetor estruturante do desenvolvimento digital.

Defende-se a construção de um marco jurídico específico, baseado em instrumentos regulatórios robustos, transparência hídrica, licenciamento ambiental adaptado e mecanismos redistributivos, que articulem direito ambiental, regulação tecnológica e justiça social.

A tese central é que o direito pode e deve antecipar riscos, corrigir assimetrias e garantir que a era da inteligência artificial não se transforme em um novo ciclo de espoliação ecológica silenciosa.

Sob essa perspectiva, o presente artigo se propõe a contribuir para o debate acadêmico e institucional sobre a governança hídrica na era da inteligência artificial, apontando caminhos normativos, éticos e políticos para a construção de um paradigma tecnológico que seja, ao mesmo tempo, inteligente, sustentável e justo.

1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS NATURAIS

A atual geração de inteligências artificiais (IAs) demanda infraestrutura computacional de altíssima densidade e desempenho e esses sistemas são alimentados por redes de data centers interconectados, responsáveis por processar e armazenar grandes volumes de dados em tempo

real, cuja expansão tem ocorrido de forma exponencial e impulsionada pelo aumento da demanda por capacidades de processamento e armazenamento.

O relatório da Cisco (2020) mencionou que até 2023 o número de dispositivos conectados à internet no mundo ultrapassaria 29 bilhões, impulsionando significativamente a demanda por infraestrutura de data centers e processamento em nuvem, em grande parte proveniente do aceleração da tecnologia e Inteligência Artificial.

Esse crescimento exponencial no volume de usuários e dispositivos conectados gera uma pressão direta sobre a infraestrutura computacional que para garantir um funcionamento contínuo e confiável da internet, bilhões de transações online dependem do desempenho de milhões de servidores físicos alocados em centros de dados que oferecem energia, resfriamento e conectividade em escala industrial.

Segundo Shehabi et al. (2016), estima-se que cerca de 40% desses servidores ainda estejam localizados em pequenos data centers, como instalações empresariais descentralizadas ou salas técnicas adaptadas.

É possível observar uma tendência crescente à centralização da infraestrutura computacional em megaestruturas conhecidas como data centers hyperscale¹ (centro de dados hiper escaláveis) que ocupam centenas de milhares de metros quadrados e são operadas por grandes corporações de computação em nuvem, como a Amazon Web Services (AWS) que embora não divulgue seu consumo total de água, em seus relatórios públicos disponibilizados indicam que seus data centers utilizam, em média, 1,8 litros de água por quilowatt-hora consumido.

Já no relatório ambiental de 2024, a Google revelou que o avanço da inteligência artificial contribuiu para um aumento de 17% na pegada hídrica da empresa em 2023, em comparação com o ano anterior. Esse crescimento foi impulsionado pelas demandas de resfriamento de seus data centers, decorrentes do aumento da capacidade computacional necessária para suportar produtos e serviços baseados em IA. O volume total de água utilizado para resfriamento atingiu 6,1 bilhões de galões, aumento que também acompanhou o crescimento do consumo energético da companhia. Esses ambientes concentram não apenas poder computacional, mas também demandas energéticas e hídricas significativas, tornando-se um elemento central na discussão sobre os impactos ambientais da transformação digital.

Além da água utilizada diretamente para o resfriamento, é necessário considerar o

¹ *Hyperscale* é a denominação dada a centros de dados projetados para operar com altíssima capacidade de processamento, armazenamento e conectividade, capazes de escalar recursos automaticamente conforme a demanda. Essas infraestruturas suportam serviços massivos de computação em nuvem e inteligência artificial, exigindo robustos sistemas de energia e resfriamento, o que as torna relevantes no debate sobre consumo ambiental e sustentabilidade digital.

impacto indireto do consumo energético sobre a matriz hídrica, já que boa parte da eletricidade em países como os Estados Unidos provém de usinas termelétricas ou nucleares que também utilizam grandes volumes de água em seus processos de geração e assim há uma dupla pressão hídrica direta, pelo uso em resfriamento, e indireta, pela geração de energia.

A crescente utilização de IA generativa como os modelos Gemini, ChatGPT e Copilot, tende a intensificar ainda mais essa demanda ao passo que aumenta o número de aplicações de alto desempenho processual. O treinamento de um único modelo de IA de grande porte pode consumir milhões de litros de água quando somados os ciclos de energia e resfriamento durante semanas de operação contínua.

Como menciona Pilz e Heim (2023), esse crescimento da indústria de data centers acarreta pressões significativas sobre recursos naturais, sobretudo energia e água, em virtude do uso intensivo de sistemas de resfriamento. Um data center de grande porte por exemplo, operando em regime contínuo e com resfriamento evaporativo pode chegar a consumir milhões de litros de água por dia dependendo da potência instalada (em MW - megawatt) e da eficiência do sistema térmico. Por exemplo, um centro com carga de 15 MW pode consumir, segundo a faixa indicada, entre 648.000 e 1.044.000 litros de água por hora, o que daria de 15 a 25 milhões de litros por dia em funcionamento constante, o que corrobora a estimativa de 3 a 5 milhões de litros por dia para data centers menores ou moderados.

Como destaca Fiuza (2021), “o consumo hídrico da infraestrutura digital ultrapassa o patamar de mera externalidade ambiental, tornando-se elemento central de análise jurídica da atividade tecnológica”.

O impacto desse consumo massivo de água tem sido verificado, em polos tecnológicos dos Estados Unidos, como em Dalles (Oregon), onde data centers de grandes corporações tecnológicas consomem mais de 1,25 bilhão de litros de água anualmente. Tal volume afeta o abastecimento municipal, agricultura local e compromete os equilíbrios hídricos da região.

No Brasil, onde a legislação ambiental estabelece a água como bem público de uso comum (art. 1º da Lei 9.433/97) a expansão de infraestruturas de IA exige regulação específica, com especial atenção ao princípio da função socioambiental da tecnologia.

Conforme defende Silvestre Filho (2021), o princípio da precaução deve orientar o uso de tecnologias intensivas em recursos naturais, “assegurando a reversibilidade dos impactos e a distribuição equitativa dos riscos”. A legislação internacional também impõe limites ao uso não sustentável de recursos naturais.

A Convenção sobre a Diversidade Biológica e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), também notadamente os ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e 12

(Consumo e Produção Responsáveis) impõem obrigações normativas que se projetam sobre o desenvolvimento tecnológico.

Além da água outros recursos naturais têm sido cada vez mais pressionados pela cadeia produtiva da inteligência artificial e a extração de minerais como lítio, cobalto e outras terras raras, necessários para a fabricação de chips, baterias e componentes de hardware tem gerado impactos socioambientais significativos, especialmente em países do Sul Global. Tais processos frequentemente resultam em degradação ambiental, contaminação de aquíferos e violações de direitos de comunidades locais, o que intensifica a complexidade dos riscos jurídicos relacionados à infraestrutura digital.

O avanço da Inteligência Artificial e seus data centers devem ser compreendidos como parte de uma cadeia tecnológica material que embora digital na aparência é profundamente dependente de bens naturais que são finitos e por isso é preciso refletir sobre os limites do atual modelo de crescimento tecnológico baseado em consumo intensivo de recursos e a inteligência artificial embora dotada de grande potencial transformador que vem redefinindo estruturas produtivas, decisões corporativas e políticas públicas em escala global, não pode ser dissociada de compromissos éticos e ambientais. A construção de um paradigma tecnológico sustentável depende em grande medida da capacidade jurídica de antecipar, regular e mitigar os danos ambientais associados à sua expansão.

2. IMPACTOS JURÍDICO-ECONÔMICOS DO CONSUMO HÍDRICO PELA IA

O uso intensivo de água por parte das tecnologias de IA impacta diretamente a economia, o direito empresarial e as políticas públicas voltadas à inovação sustentável. Os data centers movem a nova economia digital, mas ao custo de um elevado consumo hídrico que afeta cadeias produtivas locais, disponibilidade de água para fins humanos e equilíbrio do ecossistema.

Empresas que operam essas infraestruturas estão sujeitas a regimes jurídicos distintos, que nem sempre contemplam limites ou condicionantes ambientais específicos quanto ao uso da água e essa lacuna regulatória compromete a segurança jurídica dos contratos de fornecimento, de concessão e de uso de recursos hídricos, gerando incertezas tanto para os operadores de tecnologia quanto para os entes públicos responsáveis pela regulação e fiscalização ambiental.

Esse cenário acende um alerta para a sustentabilidade do modelo de expansão tecnológica atual. O consumo hídrico de data centers muitas vezes invisibilizado nos debates públicos, representa uma externalidade ambiental significativa que ainda carece de regulação específica em diversas jurisdições, inclusive no Brasil. Em regiões já afetadas pela escassez hídricas ao redor do mundo como partes do interior de São Paulo, Minas Gerais, da Califórnia ou dos Países Baixos, a instalação de data centers tem gerado pressões adicionais sobre os recursos hídricos locais, levando autoridades a reverem critérios de licenciamento e transparência ambiental.

É importante ressaltar que os relatórios de sustentabilidade das grandes corporações de tecnologia raramente incluem dados transparentes sobre o consumo hídrico de suas operações e a ausência de mecanismos de “water disclosure²” (transparência hídrica) compromete o controle social e regulatório, dificultando a implementação de políticas públicas baseadas em evidências. É essencial a exigência de relatórios de impacto ambiental específicos para o setor tecnológico que contenham indicadores voltados à pegada hídrica, à emissão de carbono e à circularidade dos materiais utilizados. A exigência de métricas ambientais obrigatórias pode ser comparada ao que ocorre no setor energético, onde grandes consumidores são obrigados a declarar uso e eficiência energética e algo similar poderia ser incorporado à gestão hídrica digital.

Como bem observa Amaral Júnior (2020), “a previsibilidade normativa é essencial para a legitimidade e continuidade dos investimentos, especialmente quando envolvem bens de natureza difusa, como a água”.

No plano econômico, o aumento da demanda por água pelas grandes plataformas tecnológicas gera distorções no mercado, afetando o preço da água e o custo de produção em setores estratégicos como agricultura, mineração e indústria alimentícia sendo os pequenos e médios produtores os mais vulneráveis a esses impactos indiretos. A pressão sobre bacias hidrográficas locais pode gerar conflitos distributivos, criando disputas entre diferentes usos da água, urbanos, industriais e rurais, com potencial de judicialização e tensões federativas.

A análise jurídica da IA deve ser ampliada para incluir uma perspectiva ecossistêmica, que reconheça a interdependência entre inovação tecnológica e a preservação ambiental e tal abordagem ultrapassa os marcos tradicionais do direito ambiental e demanda a incorporação de princípios orientadores que assegurem um equilíbrio entre progresso técnico e sustentabilidade.

O princípio da precaução também deve ser considerado uma vez que os efeitos cumulativos do consumo hídrico associado à IA ainda não são plenamente conhecidos, exigindo políticas baseadas em avaliação de riscos.

² Prática adotada internacionalmente que viabiliza empresas a divulgarem publicamente seus dados de consumo hídrico e estratégias de mitigação.

Sob essa perspectiva, destaca-se a aplicação do princípio do “poluidor-pagador”, segundo o qual os agentes econômicos devem arcar com os custos ambientais decorrentes de suas atividades, especialmente quando estas envolvem o uso intensivo de bens comuns como a água. Adicionalmente, o princípio da “responsabilidade compartilhada” reforça a ideia de que a proteção ambiental é um dever conjunto do setor público, da iniciativa privada e da sociedade civil, o que inclui tanto as empresas desenvolvedoras de IA quanto os estados que fomentam sua difusão e esses princípios quando devidamente operacionalizados, permitem a construção de uma governança ambiental mais robusta, transparente e compatível com os desafios impostos pela era digital. É importante também incorporar incentivos regulatórios para a adoção de tecnologias de resfriamento com menor consumo hídrico, como sistemas de recirculação, uso de águas residuais ou soluções baseadas em inteligência ambiental.

Sob o ponto de vista jurídico-constitucional, o consumo exacerbado de água por essas atividades pode colidir com o disposto no art. 225 da Constituição Federal de 1988 que assegura o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. A tutela desse bem jurídico de natureza difusa impõe ao Estado e à sociedade a obrigação de adotar medidas que garantam a sustentabilidade hídrica, especialmente frente a tecnologias intensivas em recursos naturais.

Por fim, do ponto de vista internacional, o alinhamento da legislação brasileira aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), notadamente o ODS 6 (água limpa e saneamento) e o ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura) é fundamental para consolidar uma governança hídrica comprometida com a justiça intergeracional. A articulação entre direito ambiental, regulação econômica e inovação tecnológica representa um passo decisivo para enfrentar os desafios impostos pela inteligência artificial à segurança dos recursos naturais e essa articulação deve ocorrer de forma integrada e multinível, envolvendo pactos federativos, tratados internacionais e ações coordenadas entre setor público, empresas e sociedade civil organizada.

3. SUSTENTABILIDADE, DIREITOS HUMANOS E EQUIDADE AMBIENTAL

A expansão acelerada das tecnologias baseadas em inteligência artificial (IA) tem intensificado o consumo de recursos naturais, em especial da água, o que impõe novos desafios à sustentabilidade ambiental e à efetivação dos direitos humanos fundamentais. A governança

hídrica diante desse avanço das IAs não pode se restringir à lógica econômica e tecnológica e sim incorporar uma abordagem interdisciplinar que contemple os impactos ecológicos e sociais dessas tecnologias emergentes.

O acesso à água é um direito humano fundamental reconhecido pela Assembleia Geral da ONU (Resolução A/RES/64/292), sendo obrigação dos Estados garanti-lo de forma universal, equitativa e sustentável. Esse reconhecimento internacional deve orientar tanto as políticas públicas quanto a atuação do setor privado, especialmente no que se refere à função socioambiental da tecnologia. A crescente demanda hídrica por centros de processamento de dados e outras infraestruturas digitais representa uma ameaça concreta à efetivação desse direito, particularmente em territórios já marcados por escassez ou vulnerabilidade socioambiental.

Torna-se imperativo que projetos de infraestrutura tecnológica como data centers e sistemas de processamento intensivo de IA, sejam submetidos a uma análise criteriosa sob a perspectiva do direito ambiental e dos direitos humanos. Como sustenta Lafer (2001), “o núcleo dos direitos fundamentais reside na preservação da dignidade humana, o que inclui o direito ao meio ambiente saudável”.

Além da perspectiva jurídica e ambiental é interessante incorporar ao debate o conceito de “colonialismo digital” que tem sido discutido em estudos críticos da tecnologia. Trata-se da lógica segundo a qual grandes corporações transnacionais concentram poder computacional e exploram recursos naturais como água e energia, em países do Sul Global, frequentemente sem distribuir de forma justa os benefícios sociais dessa expansão tecnológica. Quando data centers são instalados em regiões de vulnerabilidade socioambiental apenas por sua disponibilidade hídrica ou energética sem o retorno proporcional à população local, consolida-se um padrão de desigualdade estrutural que desafia os princípios constitucionais de justiça e solidariedade. Sendo assim, os direitos humanos devem ser compreendidos também como instrumentos capazes de mediar conflitos sociais e reconstruir a cidadania, orientando políticas públicas voltadas à superação de desigualdades estruturais, como destacam Silveira e Rocasolano (2012). Essa crítica é aprofundada por Faustino e Lippold (2023), que tratam o colonialismo digital como uma nova forma de expropriação baseada na assimetria tecnológica e no uso extrativista de territórios periféricos, perpetuando dinâmicas coloniais sob roupagens tecnológicas.

Sob essa perspectiva, a equidade ambiental demanda não apenas o acesso justo aos recursos hídricos, mas também a repartição equilibrada dos ônus e benefícios associados à transformação digital. A jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça (REsp 1.114.398/SP)

tem sinalizado nessa direção ao reconhecer o princípio da justiça ambiental como vetor de proteção dos grupos mais vulneráveis.

A interpretação jurídica deve ser orientada por uma perspectiva ecológica dos direitos fundamentais e compreendida à luz da dignidade da pessoa humana (art. 1º, III, CF/88), isso implica garantir que os custos socioambientais da inovação tecnológica não sejam desproporcionalmente arcados por comunidades já fragilizadas, reforçando os princípios da justiça distributiva, da precaução e da solidariedade intergeracional.

Outro ponto que merece destaque é a urgência em estabelecer critérios de “licenciamento hídrico digital”, capazes de vincular a autorização para o funcionamento de infraestruturas tecnológicas ao cumprimento de metas ambientais específicas, como o reuso de água, a eficiência energética e a mitigação de impactos indiretos. Hoje em dia, o licenciamento ambiental brasileiro ainda opera com categorias analógicas que não consideram as particularidades dos ativos digitais intensivos em recursos naturais e a criação de uma matriz regulatória moderna, compatível com as exigências da era da IA permitiria maior previsibilidade jurídica, segurança institucional e eficiência nos processos de fiscalização.

A implantação de infraestruturas digitais em regiões historicamente marcadas por desigualdade socioambiental pode acirrar assimetrias existentes, sobretudo quando não se observam critérios rigorosos de sustentabilidade e de participação social. Esse cenário demanda a adoção de mecanismos regulatórios mais eficazes e preventivos, orientados por evidências empíricas e por processos decisórios inclusivos.

As avaliações de impacto ambiental devem ser aprimoradas para contemplar também as dimensões culturais e socioeconômicas das comunidades afetadas, conforme previsto no art. 225 da Constituição Federal e no art. 6º da Lei nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente). Esses instrumentos legais ainda carecem de integração mais consistente com as normativas internacionais de direitos humanos e com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), estando em destaque o ODS 6 e o ODS 10.

É estratégica a atuação dos órgãos de controle como Tribunais de Contas e Ministérios Públicos na fiscalização do consumo hídrico das infraestruturas digitais. Esses órgãos podem desempenhar um papel central na exigência de relatórios técnicos, auditorias independentes e compromissos de compensação ambiental, além de fomentar o controle social por meio de plataformas de dados abertos, sendo essa transparência entendida não apenas como um valor democrático mas como um instrumento de responsabilização e de fortalecimento da cidadania ambiental.

Sem mecanismos eficazes de controle ambiental, transparência e consulta pública, a instalação de infraestruturas digitais tende a reproduzir padrões de exclusão e esgotamento dos bens naturais comuns, em contrariedade aos princípios da equidade ambiental e da precaução. A efetiva implementação de ferramentas como o Estudo de Impacto Ambiental (EIA)³, torna-se essencial para a promoção de uma governança hídrica democrática, sustentável e centrada nos direitos humanos.

Para finalizar, políticas públicas de incentivo à inovação tecnológica devem priorizar soluções que minimizem a pegada hídrica das IAs como o reuso de água, a utilização de fontes alternativas e a adoção de tecnologias mais eficientes e adicionalmente deve-se exigir contrapartidas ambientais adequadas às externalidades geradas, garantindo que o progresso digital se alinhe com os compromissos globais de justiça ambiental e climática.

4. DESAFIOS JURÍDICOS E PROPOSTAS REGULATÓRIAS

A atual ausência de uma legislação específica que regule o consumo hídrico por data centers e sistemas de inteligência artificial evidencia um vácuo normativo preocupante, que compromete tanto o princípio da segurança jurídica quanto a gestão racional e sustentável dos recursos hídricos.

Essa lacuna normativa em um cenário de crescente demanda tecnológica e pressão sobre os ecossistemas exige a formulação urgente de propostas regulatórias que sejam ao mesmo tempo inovadoras, multidimensionais e juridicamente consistentes, conforme a seguir: I) Cadastro nacional obrigatório de consumo hídrico por data centers: com dados acessíveis ao público e georreferenciados, a fim de garantir rastreabilidade, responsabilidade e controle social; II) Licenciamento ambiental específico para projetos com alto consumo hídrico: com parâmetros técnicos adaptados à complexidade tecnológica e às vulnerabilidades ecológicas regionais; III) Cláusulas de eficiência hídrica e sustentabilidade nos contratos públicos e privados; IV) Cobrança progressiva por uso intensivo e incentivos a tecnologias de menor impacto: associados a incentivos tributários e financeiros para a adoção de tecnologias de baixo impacto ambiental; V) Transparência e controle social no monitoramento do uso da água: com certificação independente e publicidade dos dados, conforme modelos de "environmental disclosure"⁴ adotados

³ O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um instrumento previsto na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) e regulamentado pela Resolução CONAMA nº 01/1986. Trata-se de um estudo técnico multidisciplinar exigido para o licenciamento de atividades potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental, conforme previsto no art. 225, §1º, inciso IV, da Constituição Federal.

⁴ Environmental disclosure refere-se à prática de divulgação pública de informações ambientais por parte de empresas e organizações, incluindo dados sobre consumo de água, emissões de carbono e uso de energia. Essa transparência permite o controle social e a responsabilização ambiental, sendo adotada em iniciativas como o CDP

internacionalmente e; VI) Obrigatoriedade de estudos de viabilidade hídrica prévia em regiões de estresse hídrico, como condicionante para instalação de novas infraestruturas digitais: com observância aos princípios da precaução, prevenção e participação comunitária.

Um ponto crítico que merece destaque é a ausência de responsabilização clara quanto aos impactos hídricos indiretos da operação de sistemas de IA, especialmente em contextos em que a infraestrutura digital é terceirizada. A fragmentação contratual entre desenvolvedores, operadores de data centers, provedores de nuvem e agentes públicos dificulta a atribuição de responsabilidades jurídicas, sendo assim é recomendável a criação de cláusulas contratuais de responsabilização cruzada e a definição de deveres de diligência ambiental entre as partes envolvidas. A aplicação da responsabilidade solidária ou subsidiária, conforme o grau de ingerência sobre os processos de consumo hídrico pode ser um caminho para preencher essa lacuna normativa.

A experiência internacional também oferece exemplos práticos relevantes, como na França, em que iniciativas como o centro de dados PA10 operado pela Equinix em Paris tem demonstrado soluções inovadoras, como o reaproveitamento do calor gerado pelos servidores para aquecer instalações públicas, como o Centro Aquático Olímpico. Essas soluções, somadas ao uso crescente de sistemas de resfriamento por ar externo (free cooling⁵) e projetos de reuso de água, revelam uma tendência de conciliação entre eficiência tecnológica e responsabilidade ambiental e embora não estejam previstas de forma vinculante em lei, essas práticas vêm sendo incentivadas por políticas públicas locais e investimentos sustentáveis.

Outro elemento essencial é a necessidade de integrar os mecanismos de monitoramento hídrico com ferramentas digitais de governança de dados como o blockchain ambiental ou sistemas de inteligência artificial voltados à fiscalização em tempo real. Esses instrumentos podem aumentar a precisão na medição do consumo, prevenir fraudes e facilitar auditorias públicas e privadas. A transformação digital da fiscalização ambiental deve caminhar junto à transformação digital da economia, assegurando coerência entre o uso da tecnologia e os princípios da sustentabilidade.

Além dessas medidas, a previsão contratual de instrumentos alternativos de resolução de conflitos ambientais como arbitragem ambiental e Dispute Boards⁶ em contratos de operação e

(Carbon Disclosure Project) e relatórios de sustentabilidade corporativa.

⁵ Free cooling é uma técnica de resfriamento utilizada em data centers que aproveita condições ambientais externas como o ar frio do ambiente ou água em baixa temperatura para reduzir a necessidade de sistemas mecânicos de refrigeração, como chillers e compressores. Essa abordagem visa aumentar a eficiência energética e reduzir o consumo de recursos naturais, especialmente energia elétrica e água, sendo uma estratégia relevante para a sustentabilidade de infraestruturas digitais de grande escala.

⁶ *Dispute Boards* são comitês técnicos constituídos no início de contratos complexos, especialmente em obras de infraestrutura, com a função de acompanhar a execução contratual e resolver, de forma preventiva e célere, eventuais conflitos entre as partes. Podem atuar de forma consultiva ou decisória, com o objetivo de evitar litígios judiciais

manutenção de data centers, revela-se uma estratégia prudente e tecnicamente qualificada. Tais mecanismos permitem a mediação de conflitos complexos envolvendo múltiplos atores, promovendo decisões mais eficazes e legitimadas no contexto da sustentabilidade e da governança colaborativa.

Ademais, o fortalecimento da atuação conjunta entre agências ambientais, órgãos de proteção de dados e entes reguladores do setor tecnológico se mostra essencial para a construção de uma abordagem transversal e adaptativa, compatível com os princípios da precaução, da prevenção e da função socioambiental da propriedade.

É fundamental destacar que todas essas propostas e iniciativas devem estar plenamente alinhadas com as obrigações internacionais assumidas pelo Brasil, especialmente aquelas firmadas no contexto da Agenda 2030 das Nações Unidas. Esse alinhamento é essencial para garantir que as ações adotadas no plano interno estejam em consonância com os compromissos multilaterais de desenvolvimento sustentável dos quais o país é signatário. Ganha especial relevância o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que orientam uma agenda global integrada voltada à promoção do bem-estar coletivo, da proteção ambiental e da inclusão social.

Dentre os ODS que merecem atenção prioritária no contexto dessas iniciativas se destacam o ODS 6 que trata do acesso universal à água limpa e ao saneamento básico; o ODS 9 que é voltado à promoção da indústria, da inovação e da infraestrutura; o ODS 10 que busca a redução das desigualdades dentro dos países e entre eles; o ODS 12 relacionado ao consumo e à produção responsáveis e o ODS 13 que trata da ação urgente contra a mudança global do clima.

A abordagem adotada, portanto, deve ser integrada, sistêmica e transversal, que não apenas reconheça a interdependência entre os diferentes eixos do desenvolvimento, mas que também seja orientada por uma perspectiva de direitos, sendo essa abordagem capaz de harmonizar de forma concreta o avanço da inovação tecnológica com os princípios da justiça climática e da sustentabilidade hídrica, promovendo soluções que sejam ao mesmo tempo eficazes, inclusivas e comprometidas com as gerações futuras.

CONCLUSÃO

A intensificação do consumo hídrico pela infraestrutura de inteligência artificial revela um dos paradoxos centrais da era digital: ao mesmo tempo em que tecnologias emergentes oferecem soluções disruptivas para desafios históricos da humanidade, seus alicerces operacionais ainda dependem fortemente de recursos naturais finitos, em especial a água.

Esse recurso essencial à vida, e já reconhecido como direito humano pela Resolução 64/292 da Assembleia Geral da ONU (2010), passa a integrar, muitas vezes de forma invisível, a cadeia produtiva de uma economia digital altamente intensiva em dados, conectividade e energia. A invisibilização do custo hídrico da IA constitui um novo tipo de externalidade ambiental, tecnicamente sofisticada, mas social e juridicamente desprotegida.

A expansão global das tecnologias baseadas em IA, sobretudo aquelas que dependem de grandes data centers e sistemas de computação em nuvem, tem produzido impactos ambientais relevantes, muitos dos quais permanecem fora do alcance da regulação ambiental tradicional.

Em um cenário de escassez hídrica, mudanças climáticas e desigualdade no acesso à água, o modelo tecnológico vigente, baseado em crescimento acelerado e demanda energética/hídrica exponencial, torna-se insustentável se não for acompanhado de uma resposta jurídica à altura. O atual modelo de desenvolvimento digital precisa ser tensionado à luz do princípio da função socioambiental da tecnologia, reconhecendo que a inovação, para ser legítima, deve ser também responsável, equitativa e ecologicamente integrada.

Nesse contexto, torna-se urgente a construção de um marco jurídico inovador, intersetorial e interdisciplinar, que trate a governança hídrica no ecossistema da inteligência artificial não como um subtema setorial, mas como um dos pilares da regulação ambiental contemporânea.

Tal arcabouço normativo deve incorporar mecanismos regulatórios robustos e preventivos, como: I) cadastros públicos e transparentes sobre o consumo hídrico de grandes instalações tecnológicas; II) licenciamento ambiental adaptado às especificidades do setor de tecnologia da informação; III) incentivos fiscais e financeiros à eficiência hídrica e energética; IV) cláusulas socioambientais obrigatórias em contratos de concessão e fomento; e V) sistemas híbridos de resolução de conflitos ambientais com participação técnica e comunitária.

A governança desse processo deve ser orientada por evidências científicas, indicadores técnicos auditáveis e participação democrática, articulando diferentes esferas da administração pública, setor privado, academia e sociedade civil. Nesse sentido, a regulação da água na economia digital não se trata apenas de definir limites quantitativos, mas de consolidar um novo ethos regulatório, baseado em transparência, corresponsabilidade e justiça climática.

A equidade ambiental, nesse cenário, deve ser compreendida em sentido ampliado: não apenas como redistribuição do acesso a bens comuns, mas também como redistribuição dos riscos, encargos e responsabilidades associados à transição digital.

O conceito de colonialismo digital, conforme abordado neste artigo, mostra como a expansão desenfreada das infraestruturas de IA pode reproduzir, em nova escala, os padrões históricos de exploração territorial, deslocamento de impactos e assimetrias entre Norte e Sul globais, especialmente quando os grandes centros de extração de dados e consumo energético se

concentram em países desenvolvidos, ao passo que os custos ambientais e sociais são arcados por comunidades periféricas e territórios vulneráveis.

A proteção ambiental, portanto, não pode ser vista como obstáculo ao avanço tecnológico, mas como condição estruturante da governança democrática e da justiça intergeracional. Regular os impactos ambientais da IA é reconhecer que o futuro digital está intrinsecamente ligado à preservação dos sistemas ecológicos que o sustentam. Assim como o direito já regula o uso da terra, do ar e da energia, deve também atuar sobre a infraestrutura digital, cujos efeitos já extrapolam o campo do virtual para interferir concretamente no equilíbrio ecológico e nos direitos fundamentais.

A experiência internacional mostra que soluções regulatórias são viáveis e replicáveis, desde que amparadas por três vetores: vontade política, rigor técnico e compromisso com a responsabilidade coletiva. Países como França, Suécia e Alemanha já introduziram padrões regulatórios para monitoramento de emissões e consumo hídrico em data centers.

Organismos como a OCDE e a ONU têm defendido diretrizes para o uso responsável da IA com foco ambiental e climático. Esses exemplos demonstram que é possível construir uma governança digital ambientalmente responsável, que alie inovação tecnológica à sustentabilidade ecológica.

Por fim, deve-se afirmar que um paradigma tecnológico verdadeiramente sustentável não se constrói apenas com ganhos de eficiência, mas com ética regulatória, justiça social e respeito aos limites planetários. A regulação ambiental do consumo hídrico na era da IA não deve ser vista como uma barreira ao progresso, mas como um dos elementos que asseguram a legitimidade, a inclusão e a durabilidade desse progresso.

Cabe ao direito assumir um papel estratégico: antecipar riscos, corrigir desigualdades, integrar saberes e orientar a inovação com base em critérios de equidade, responsabilidade socioambiental e desenvolvimento sustentável.

Quando articulada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), aos compromissos climáticos multilaterais e aos tratados de direitos humanos, essa regulação representa não apenas uma resposta jurídica, mas um salto civilizatório rumo à construção de uma economia digital justa, verde e democrática.

REFERÊNCIAS

AMARAL JÚNIOR, José Levi Mello do. *Direito Administrativo Econômico*, 2. ed. São Paulo: RT, 2020.

AMAZON. *Water stewardship: Managing our use of Water responsibly*. [S.I.] Amazon.com, Inc., [2024] Disponível em: <https://sustainability.aboutamazon.com/natural-resources/water>.²⁵⁷

BENJAMIN, Herman. *A responsabilidade civil ambiental*. RDA, v. 86, 2017.

CISCO. *Cisco Annual Internet Report (2018–2023)*. San Jose: Cisco Systems, 2020. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/executive-perspectives/annual-internet-report/index.html>.

EQUINIX. *PA10 Paris Data Center*. Equinix, 2024. Disponível em: <https://www.equinix.com/br/pt/data-centers/europe-colocation/france-colocation/paris-data-centers/pa10>

FAUSTINO, Deivison; LIPPOLD, Walter. *Colonialismo digital: por uma crítica hacker-fanoniana*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2023

FIUZA, César. *Responsabilidade civil ambiental*. Belo Horizonte: Del Rey, 2021.

GOOGLE. Relatório Ambiental 2024. Mountain View: Google LLC, 2024. Disponível em: <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2024-environmental-report.pdf>

JORGE, Lilian. *Consulta prévia e controle jurídico*. Rev. Bras. Dir. Fund. & Justiça, 2023.

LAFER, Celso. *A reconstrução dos direitos humanos*. São Paulo: Cia das Letras, 2001.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>

ONU. Resolução A/RES/64/292. Nova York, 2010. OIT.

Convenção 169. Genebra, 1989.

PILZ, K.; HEIM, L. *Compute at Scale: A Broad Investigation into the Data Center Industry*. ArXiv, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.02651>.

SILVESTRE FILHO, Oscar. *Globalização e direito humano ambiental*. São Paulo: EDUC, 2021.

SHEHABI, A. et al. *United States Data Center Energy Usage Report*. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2016. (LBNL-1005775). Disponível em: <http://www.osti.gov/servlets/purl/1372902/>.

SILVEIRA, Vladimir Oliveira da; ROCASOLANO, Maria Mendez. *Direitos humanos: conceitos, significados e funções*. 1ª ed., São Paulo: Saraiva, 2010.