

XXXII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI SÃO PAULO - SP

DIREITO E SUSTENTABILIDADE III

REGINA VERA VILLAS BOAS

MARIA EDELVACY MARINHO GILLOT

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. 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

D597

Direito e sustentabilidade III[Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Regina Vera Villas Boas, Maria Edelvacy Marinho gillot – Florianópolis: CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-328-2

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. Sustentabilidade. 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 III

Apresentação

O "XXXII Congresso Nacional do CONPEDI" foi realizado entre os dias 26 e 28 de novembro de 2025. O evento designou um marco de excelência acadêmica e colaboração científica, reunindo pesquisadores e estudiosos de inúmeras áreas do Direito.

Destaque especial é ofertado aos artigos apresentados no Grupo de Trabalho intitulado "Direito, e Sustentabilidade – III" (GT- 37), os quais demonstraram a relevância e a profundidade dos estudos sobre as temáticas investigadas. O Grupo de Trabalho foi coordenado pelas Professoras Doutoras Regina Vera Villas Boas (Pontifícia Universidade Católica de São Paulo) e Maria Edelvacy Marinho Gillot (Universidade Plesbiteriana Mackenzie), as quais propiciaram aos pesquisadores um espaço privilegiado às apresentações e aos debates sobre questões fundamentais a respeito da sustentabilidade.

O Grupo de Trabalho recebeu para apreciação inúmeros artigos de qualidade metodológica e de importância crítica, entre os quais são destacados os seguintes títulos: Políticas públicas em uma perspectiva biocêntrica: o reconhecimento dos direitos da natureza e seus efeitos práticos; Análise da responsabilidade civil na jurisprudência brasileira pelos danos causados a saúde em razão do uso de agrotóxicos; ESG e sustentabilidade: o propósito além do lucro, uma análise da responsabilidade sociambiental das empresas; Saneamento básico em territórios ribeirinhos de Belém: um ensaio sobre direitos, ausências e justiça ambiental; direito, sustentabilidade e imprevisibilidade: A revisão dos contratos de arrendamento rural diante das enchentes no rio grande do sul de 2024; Reconhecimento da identidade pesqueira artesanal no brasil: Perspectivas jurídicas e de sustentabilidade; Agenda 2030 da organização das nações unidas, objetivos de desenvolvimento sustentável e desenvolvimento: aportes ao debate teórico-metodológico; Submissão ecológica e racionalidade econômica: barreiras à eficácia do direito internacional do meio ambiente; A Lei Geral do Licenciamento ambiental: análise crítica a partir do direito da sociobiodiversidade; Projeto de lei da devastação: uma análise jurídica da interseção entre neoliberalismo, retrocessos na proteção ambiental e o acordo de Escazú ; Regulação climática e mercado financeiro: Impactos sobre a litigância climática; Os custos socioambientais do uso de inteligência artificial; o direito municipal: competências do município à sadia qualidade de vida; Compromisso climático brasileiro na NDC 24: a inovação tecnológica como vetor de sustentabilidade; Instrumentalizando a política ambiental municipal; Educação ambiental crítica nas escolas: limites, desafios e possibilidades para uma transformação social sustentável; Cidades resilientes e mobilidade

urbana sustentável: uma análise do programa cidades verdes resilientes; Sustentabilidade na prática: como as escolas estaduais de minas gerais gerenciam seus resíduos sólidos; Educação, licenciamento e clima: um caminho para a sustentabilidade; Políticas públicas e economia circular: promovendo a transição para um desenvolvimento sustentável.

Foram expostos, também, no referido Grupo de Trabalho (GT-37), entre outras, a pesquisa intitulada “Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: amadurecimento dos conceitos a partir da ECO 92, RIO+20 e Agenda 2030 da ONU” (do GT-36).

A qualidade dos trabalhos expostos foi admirável, refletindo o alto nível, a inovação acadêmica e o compromisso dos pesquisadores-autores com a pesquisa acadêmica. As contribuições dos estudiosos trouxeram reflexões significativas que enriqueceram e desafiaram os debates sobre a temática que é atual e contemporânea, designando perspectivas decisivas do Direito.

O "XXXII Congresso Nacional do CONPEDI", além de consolidar a sua vocação de canal de referência no cenário acadêmico nacional e internacional, reafirma relevante compromisso com a excelência da qualidade científica e da produção do conhecimento jurídico.

Nesse sentido, estão todos convidados a apreciarem a verticalidade e atualidade dos preciosos artigos promovidos pelo “XXXII Congresso Nacional do CONPEDI”, por meio de todos os canais disponíveis pelo Congresso, destacada a presente publicação, que propicia uma leitura integral dos artigos que foram expostos no Grupo de Trabalho “Direito e Sustentabilidade – III”.

Agradecemos a todos os participantes, coordenadores e apoiadores por tornarem o evento um sucesso e, também, por contribuírem para o avanço contínuo da pesquisa jurídica no Brasil.

Saudações dos coordenadores.

Regina Vera Villas Bôas - Professora Doutora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Maria Edelvacy Marinho Gillot - Professora Doutora da Universidade Presbiteriana Mackenzie

OS CUSTOS SOCIOAMBIENTAIS DO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL COSTS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Gabriela Soldano Garcez ¹
Leonardo Bernardes Guimarães ²

Resumo

O presente artigo aborda, através da metodologia crítica-dedutiva, feita por referencial bibliográfico, a importância das novas tecnologias no processo de desenvolvimento social, econômico e cultural da sociedade, principalmente quanto ao uso de Inteligência Artificial (IA). Em seguida, analisa a utilização desta IA pela Sociedade de Risco, definida por Ulrich Beck, indicando que se apresentam como uma oportunidade para o crescimento, mas também um desafio para a sustentabilidade das presentes e futuras gerações, uma vez que, para a sua manutenção e utilização, é necessária uma grande quantidade de água potável para o resfriamento dos data centers. A assertiva também é analisada dentro do contexto do ganho ambiental pela utilização racional das ferramentas em face da utilização de forma aleatória pelas grandes massas, as quais, utilizam para tarefas simples, até mesmo desnecessárias ao poder computacional que as ferramentas se propõem. Ao final, apresenta-se como exemplo destes custos socioambientais, a utilização de meio litro de água a cada 20 ou 30 perguntas realizadas pelos usuários, levando em consideração que essas ferramentas são utilizadas por 400 milhões de usuários a cada semana. Assim, os custos socioambientais da utilização da IA são altíssimos, e podem comprometer a obtenção deste direito humano e fundamental.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Pegada hídrica, Inteligência artificial, Futuras gerações, Sociedade de risco

Abstract/Resumen/Résumé

The present article addresses, through a critical-deductive methodology based on bibliographic references, the importance of new technologies in the process of social, economic, and cultural development of society, especially regarding the use of Artificial Intelligence (AI). It then analyzes the use of this AI by the Risk Society, as defined by Ulrich Beck, indicating that it presents itself as an opportunity for growth, but also a challenge for the sustainability of present and future generations, since its maintenance and use require a large amount of drinking water for cooling data centers. The assertion is also analyzed within

¹ Professora permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Católica de Santos. Pós doutora pela Universidade Santiago de Compostela/Espanha e pela Universidade de Coimbra/Portugal.

² Professor de Pós-graduação na PUC Minas. Doutorando em Direito Ambiental Internacional pela Universidade Católica de Santos. Mestre em Direito Ambiental.

the context of the environmental gain from the rational use of tools as opposed to their random use by the masses, who use them for simple tasks, even unnecessary for the computational power that the tools propose. Finally, an example of these socio-environmental costs is presented, with the use of half a liter of water for every 20 or 30 questions asked by users, considering that these tools are used by 400 million users every week. Thus, the socio-environmental costs of using AI are extremely high and may compromise the attainment of this fundamental human right.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Sustainability, Water footprint, Artificial intelligence, Future generations, Risk society

Introdução

O direito à água potável é um direito humano reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Resolução nº. 64/292, de 2010, como sendo um direito indispensável à vida com dignidade, tendo em vista que, sem água potável disponível, suficiente, acessível, gratuita, e com qualidade, é impossibilidade obter saúde e bem-estar para as presentes e próximas gerações.

Entretanto, este também é o recurso ambiental finito utilizado para a manutenção e viabilização de novas tecnologias digitais que são essenciais para os processos de desenvolvimento e crescimento da sociedade atual, como é o caso da Inteligência Artificial (IA), que utiliza meio litro de água a cada 20 ou 30 perguntas respondidas por meio eletrônico.

É preciso, portanto, instituir um novo olhar sobre esta questão, principalmente diante de uma Sociedade de Risco, que utiliza dos recursos naturais para as grandes atividades industriais. O que leva a todos os Estados e demais atores não estatais a pensar sobre o assunto sobre novas perspectivas mais sustentáveis.

O exemplo dado é um dos inúmeros impactos “invisíveis” da utilização da inteligência artificial, também havendo outras inúmeras pegadas ambientais. O crescente uso da inteligência artificial, demanda igualmente, um maior consumo de energia e os processos oriundos de sua captação, bem como de sua utilização, apresentam pegadas em outros recursos naturais, ou ainda, apresentam como resultado o aumento dos gases do efeito estufa.

Nessa linha de raciocínio, o presente artigo visa, através de uma metodologia crítica-dedutiva, feita por meio de referencial bibliográfico, abordar, primeiramente, a importância do uso de novas tecnologias no processo de crescimento (nos mais diversos níveis, e não apenas econômico), indicando, assim, o crédito que deve ser fornecido aos mecanismos digitais, principalmente aqueles desenvolvidos na última década, conhecida como IA para o processo de desenvolvimento da sociedade.

Em seguida, aborda a utilização desta IA na atual Sociedade de Risco, conforme definida por Ulrich Beck, demonstrando de que forma estas novas tecnologias se apresentam tanto como uma oportunidade quanto um desafio para as presentes e futuras gerações. A lógica do presente ponto é apresentar de forma crítica ao leitor, o custo x risco, o “ganho x perda” oriundo da natural interdependência econômica existente dentro de sistemas complexos.

Estes sistemas acabam por apresentar, dentro de uma lógica cartesiana, os ganhos, a eficiência gerada, dentre outras formas de melhor aproveitamento, por exemplo, de recursos

naturais. Contudo, tais sistemas complexos apresentam de outro lado, riscos mensuráveis e imensuráveis, com perdas sensíveis e invisíveis.

Desta forma, o estudo da IA dentro da sociedade de risco de justifica exatamente pelo ganho potencial de um lado em face dos riscos a serem suportados de outro, os quais, surgem, por exemplo, da utilização irracional destas ferramentas pelas grandes massas.

Por fim, o presente artigo aborda os custos socioambientais da IA, principalmente no que se refere ao uso de enormes quantidades de água potável para a manutenção do funcionamento de tais tecnologias. Este fator em específico, delimita, por exemplo, dentro da finitude do recurso, qual de fato é a possibilidade de utilização destes sistemas de IA. Ou seja, dentro do risco, há o limite para o crescimento.

1. Inteligência artificial: considerações iniciais sobre a importância para o processo de desenvolvimento

A IA é a tentativa do ser humano de replicar sua forma de gerar interações com o mundo externo, gerando resultados a partir de ações. Ou seja, a IA busca emular a capacidade humana de resolução de problemas, sejam de ordem “mecânica” (entendida como as tarefas repetitivas), sejam de ordem “criativa” (aquelas tarefas originais); em síntese: é a tentativa de emular o pensamento humano (Boden, 1996).

Seu desenvolvimento surge a partir da ideia de que há um potencial econômico por detrás de sua aplicação. Tal potencial, claramente passa por uma evolução dos meios de produção, pois visa, inicialmente, automatizar determinadas funções tidas como “mecânicas” dentro do próprio desenvolver do pensar humano¹ (Acemoglu; Restrepo, 2018).

Mais a mais, há também potencial econômico naquelas chamadas inteligências artificiais generativas, capazes de emular a capacidade criativa ou ao menos, replicar resultados a partir de um aprendizado pretérito (Banh; Strobel, 2023). Seu conceito passa pela formatação de redes neurais capazes de aprendizado profundo (em inglês, *deep Learning*, utilizado como termo técnico para tal instrumental), as quais, apresentam resultados a partir de solicitações feitas por um usuário humano.

Parte da construção social e acadêmica sobre o assunto afirma que parte desta nova economia passa necessariamente pela interação humano-máquina. Cunhou-se um termo,

¹ No caso apresentado em referência, Christopher Naugler e Deirdre L. Church apresentam o impacto da inteligência artificial dentro da operação ordinária de laboratórios de exames médicos. Na pesquisa, os professores abordam a eficiência na análise e entrega de resultados, bem como a substituição da mão de obra pelo algoritmo.

“*Smart Economy*” (Bolton et al.; 2018). Esta interação faria uma simbiose (que é, inclusive, o conceito de *cyborg*) ao passo que devolveria resultados pretendidos pelo usuário, o auxiliando em suas atividades, tornando-o mais eficiente, pois apresentaria resultados mais rápidos.

Inclusive, a IA se apresenta por vezes aliada ao meio ambiente, diante desta mesma eficiência, pois viabiliza, por exemplo, auxílio em soluções de economia circular (Tutore, et al, 2024) e possíveis soluções em engenharia ambiental (Yetilmezsoy; Ozkaya; Cakmakci, 2011).

Sem retirar o mérito dos avanços acima apresentados, trazemos como exemplo marcante e determinante dentro da área de estudo da sustentabilidade, a capacidade de influência da IA em processos de tomada de decisão (Cortès et al., 2000), pois, tendo a capacidade de analisar sistemas complexos, poderia apresentar como resultado solicitado pelo usuário, a melhor opção dentre a gama de decisões possíveis.

Evoluindo esta visão, teríamos então sua aplicação para gerenciamento e monitoramento, o que traria resiliência ao meio ambiente (Wani et al.; 2024). No exemplo explorado por Atif Khurshid Wani (2024), os ganhos surpreendem no que diz respeito ao setor de gerenciamento de resíduos sólidos, apresentando resultados e ganhos ao setor e ao meio ambiente.

Dentro do escopo e da evolução apresentada anteriormente, temos especificamente a utilização da IA para o gerenciamento e monitoramento de sistemas de captação e abastecimento de água. Krishnan et al. (2022), referenciando Nandhini et al. (2017), exemplifica bem a abrangência da utilização de sistemas de internet das coisas nas práticas relativas ao gerenciamento e monitoramento da água:

Nandhini et al. desenvolveu um sistema eficaz de gestão de água e detecção de intrusão usando IoT. O sistema de irrigação automática foi utilizado para medir parâmetros do solo, incluindo umidade do solo, pH e umidade. Os valores detectados pelo sensor de pressão são exibidos no painel de controle. Com a ajuda de um sensor PIR, o sistema de detecção de intrusos é realizado, e os pássaros são impedidos de alcançar o campo agrícola. Um canal de comunicação entre o agricultor e o campo agrícola foi criado usando o módulo GSM. O agricultor é atualizado sobre o estado atual do campo por SMS e, através do painel de controle, isso ajuda os agricultores a reduzir a mão de obra e o tempo (Krishnan et al. apud Nandhini et al., 2017)

O exemplo acima trazido apresenta a junção de todo o escrito neste artigo até o momento, no qual a conjunção de humano e máquina gera uma solução econômica inteligente. Ou seja, dentro do apresentado a solução pela IA apresenta inúmeros ganhos dentro dos campos apresentados.

Sem prejuízo de outras aplicações, pois inúmeras, o que nos cumpre tecer no momento é o fato de que tais soluções apresentam ganhos diretos dentro destas atividades econômicas específicas. Há uma primazia, inclusive pela solução cartesiana dada, em encontrar o viés de aumento de eficiência, ou diminuição do desperdício.

Os ganhos são inegáveis, contudo, outro escopo dado às soluções em IA apresentam o lado invisível destas aplicações. O consumo de energia e as emissões de gases do efeito estufa, bem como a utilização de outros recursos naturais são contrapontos determinantes.

Pimenow; Pimenowa; Prus (2024). nos demonstram um cenário em que, apesar de ganhos de um lado, há perdas em outro, pois tais soluções apresentam impactos diretos no gasto de energia e emissões de gases do efeito estufa. Ristic; Madani; Makuch (2015) analisam a pegada de gasto de água dentro de data centers e as metodologias aplicadas, apresentando preocupação em face da cada vez maior exigência de sua utilização:

A medida que os data centers (DCs) proliferam para acomodar essa crescente demanda, seus impactos ambientais também aumentam. Embora a eficiência energética dos DCs tenha sido amplamente pesquisada, sua pegada hídrica (WF) até agora recebeu pouca ou nenhuma atenção (Idem).

A preocupação, não só acerca da metodologia de aferição, apresenta um problema sistêmico, de uma sociedade na qual a complexidade natural do progresso determina e é determinada pelo risco das atividades.

A oportunidade e o risco se apresentam lado a lado, sendo determinantes para aferição do balanço final acerca da utilização ou não da IA. A pergunta final é simples: vale a pena ambientalmente, dentro da sociedade de risco, utilizar a IA diante de seu custo ambiental, mais notadamente, diante de suas pegadas?

Neste tópico, apesar da apresentação do contraponto, ainda não é possível determinar a resposta de forma contundente, há a necessidade de aferição do apresentado frente a Sociedade de Risco, conceito este cunhado por Ulrich Beck (1998) e que se apresenta em contemporaneidade com a discussão apresentada.

2. Sociedade de Risco e Inteligência Artificial

Um desafio e uma oportunidade. A acumulação de riscos em situações análogas à apresentada só pode ter três reações possíveis, segundo Ulrich Beck (1968): negação, apatia e transformação. Cada uma trará um custo: a primeira, político, a segunda apresenta uma

conformação com o destino e a terceira destaca a necessidade de antecipação futura das consequências das ações humanas, permitindo assim a transformação.

O risco como “efeitos colaterais não intencionais, não desejados e frequentemente imperceptíveis de decisões e ações industriais” (Beck, 1968). afeta a todos igualmente, ainda que sua percepção e seus efeitos sejam mitigados por características pessoais, como posição social, posição política ou posição geográfica.

A interdependência complexa quando o assunto é meio ambiente é vista quando analisados modelos de interdependência do homem e o meio (Zhang, 2023), ou analisando de forma temática e cartesiana como quando da análise do sistema climático (Steinhaeuser; Gangul; Chawla, 2012), ou quando da análise de modelos de dependência de recursos hídricos (Hao; Singh, 2016).

Os exemplos são variados e refletem a própria estrutura do “todo”, do “meio”, “de tudo que nos cerca”. Dentre as incertezas, algumas são fabricadas, mas dentro destas, há aquelas reais, mas que se aparentam virtuais diante da impossibilidade de cálculo. Segundo Beck (Idem), estas incertezas criam futuros alternativos, modernidades com resultados não catastróficos possíveis.

Segundo sua visão, o próprio risco se torna fonte de cooperação, de diálogo. Este diálogo por si só é transformador e orientador no sentido que obriga a todos parte do problema serem parte da solução.

No caso de fundo trazido, o que chama a atenção é a utilização cada vez maior de recursos hídricos como fonte necessária ao arrefecimento dos *data centers* responsáveis pelas operações aritméticas realizadas pelas solicitações cada vez maiores de usuários que utilizam inteligências artificiais, generativas ou não.

Pois bem, as aplicações, como ventilado no tópico antecedente, são inúmeras e orientadoras de processos e operações nas quais, inclusive, apresenta-se ganhos ambientais. Dentro do exemplo trazido, em um cenário de utilização exponencial de IA, teríamos a escassez de água.

Agora em um cenário no qual as ferramentas são racionalizadas para utilizações voltadas, por exemplo ao monitoramento e gestão de recursos hídricos, gestão e monitoramento da disposição de resíduos sólidos, gestão e monitoramento de grades de fornecimento de energia, de utilização em determinados horários de fontes renováveis e em outros, de fontes mais poluentes; nos parece que há positividade no uso de tais ferramentas de IA.

Merryn Ekberg, em seu artigo intitulado: “Os parâmetros da sociedade de risco: revisão e exploração”, afirma que a Teoria é bem sucedida em descrever a sociedade contemporânea:

A tese da sociedade de risco consegue descrever o surgimento de um ethos de risco, o desenvolvimento de uma identidade coletiva de risco e a formação de comunidades unidas por uma crescente vulnerabilidade ao risco. Ela chama a atenção para como a natureza essencialista do risco foi transformada e como as origens e o impacto do risco foram reavaliados. A teoria aponta para uma reconfiguração na forma como o risco é identificado, avaliado, comunicado e governado. A sociedade de risco expande o conceito tradicional de risco, entendido como a soma da probabilidade de um evento adverso e a magnitude das consequências, para incluir a percepção subjetiva do risco, a comunicação intersubjetiva do risco e a experiência social de viver em um ambiente de risco. Finalmente, os teóricos da sociedade de risco conseguem iterar que não são apenas a saúde e o meio ambiente que estão em risco, mas também os valores sociopolíticos fundamentais de liberdade, igualdade, justiça, direitos e democracia estão agora em risco.

Dentro destes cenários de catástrofe, como, por exemplo no caso da falta de água, o modelo é capaz de descrever, inclusive, uma ética oriunda do risco. Essa consciência, inclusive está atrelada a valores como liberdade, igualdade, justiça, direitos e democracia.

Segundo a teoria, a sociedade se reorganizaria de acordo com a segurança contra o risco ou a catástrofe e não mais de acordo com estes valores. No caso da IA, parece seguir o mesmo caminho.

Tomas Hellström (2003), ao analisar o conceito de inovação responsável, trata da ideia de inovação dentro de uma perspectiva de que esta estaria enraizada na infraestrutura da sociedade. A ideia da manufatura é trazida em paralelo a introjecção da tecnologia na sociedade e aponta para as mesmas bases trazidas por Beck, ou seja, a usos racionais e usos irracionais, equivalentes a riscos aceitáveis e riscos inaceitáveis.

Sobra-se como alternativa à cultura e consciência, a própria regulação, a qual é vislumbrada, seja de seu ponto de vista mais estado-cêntrico (Finocchiaro, 2024) buscando metas geopolíticas, seja de seu ponto de vista participativo quando aliada à ferramentas de governança (De Almeida; Dos Santos; Farias, 2021).

Ou seja, dentro da construção desta sociedade de risco, apesar dos usos racionais apresentados acima e reafirmados no tópico antecedente, mensuráveis e até aceitáveis dentro do ponto de vista do ganho ambiental, temos a contrapartida da utilização pelas massas de forma irracional para atividades dispensáveis, ou ainda que necessárias, talvez não demandasse tamanho poderio computacional, fazendo surgir um custo socioambiental decorrente da própria utilização destas ferramentas.

3. Inteligência artificial e sustentabilidade: o custo socioambiental das novas tecnologias

Quando as tecnologias derivadas da IA estão se consolidando cada vez mais, devido a sua importância no processo de aceleração das questões desenvolvimentistas, é preciso mapear também as conexões destas tecnologias com as questões ambientais, principalmente as externalidades negativas geradas pelo seu uso.

As ferramentas de IA são utilizadas, geralmente, pela grande “massa” para automatizar tarefas (inclusive aquelas relativamente simples), como (re)escrever mensagens ou gerar imagens. Entretanto, já é sabido que a cada 20 ou 30 perguntas, a IA consome meio litro de água. Tome-se, como exemplo, as inúmeras perguntas que são realizadas ao Chat GPT, que consome uma garrafa de água de 500ml a cada 20 perguntas feitas (Casemiro, 2025, online).

Lembrando que essas ferramentas são utilizadas por 400 milhões de usuários a cada semana (o que equivalente ao uso de eletrodoméstico por quase 3mil anos sem interrupção) (Corban, s/d, online). O que aumenta o consumo de água potável exponencialmente, que representa o suficiente para abastecer uma pequena cidade brasileira por um dia inteiro. Pois, se cada um destes usuários fizer as tais 20 a 50 perguntas, o consumo de água doce seria em torno de 200 milhões de litros de água por semana (Casemiro, 2025, online). O que representa maior quantidade de consumo de água por dia do que cidades inteiras como Guarulhos (SP), João Pessoa (PB ou Niterói (RJ), segundo dados do Instituto Trata Brasil) (Trata Brasil, 2023, online).

E, isso levando, ainda, em consideração que, o Brasil enfrentou a pior seca da história em 2024, que fez inclusive com que o governo brasileiro preferisse aumentar o uso de usina termelétricas, que são mais poluentes pela utilização de combustíveis fósseis (ao invés das clássicas hidroelétricas), como medida de contingência (Cemaden, s/d, online).

A OpenAi, empresa controladora do Chat GPT, já confirmou publicamente que consultar a previsão do tempo para um único dia consome o equivalente de energia de uma lâmpada acesa (Corban, s/d, online).

Isso porque, os dados utilizados pelas IAs são processados por data centers (espaços onde ficam os grandes servidores, que gerenciam os volumes de dados digitais processados e/ou armazenados), que claramente consomem muita energia (em virtude da infraestrutura necessária, que exige imponente poder de computação) e litros de água potável para resfriarem após cada utilização, tendo que manter temperaturas ideais para “servidores densamente

compactados e racks de hardware de computação”, pois o superaquecimento pode causar falhas no sistema e corrupção de dados (Collier, 2024, online).

Após consumo contínuo pelos data centers para resfriamento (pois, o alto consumo gera calor devido ao esforço computacional imenso, e os equipamentos precisam ser resfriados para evitar o superaquecimento), essa água doce utilizada evapora.

Sem esquecer que, essa estimativa de uso de água doce por dia é apenas para as operações diárias dos usuários com relação às tecnologias, sem levar em consideração o consumo também utilizado para treinamento da IA (uma vez que, para que forneça a resposta mais exata, a IA precisa ser treinada através do oferecimento e manipulação da maior quantidade de dados possíveis). Esse treinamento pode levar meses, o que, portanto, aumenta exponencialmente o consumo de água.

Tome-se, como exemplo, o treinamento realizado com uma versão do ChatGPT em Iowa, nos Estados Unidos, em julho de 2022, que utilizou cerca de 41 milhões de litros de água nos tais data centers desta tecnologia, o que representa 6¢ do consumo de toda a água do local num único mês (Casemiro, 2025, online).

Só a IA do Google (conhecida como Gemini) utilizou 6,4 bilhões de galões de água para manter sua estrutura em 2023, enquanto que a Microsoft afirma ter utilizado 12,951 bilhões de litros de água (Corban, s/d, online). Tais números demonstram que, apesar do tratamento por resfriamento já existir anteriormente as IAs, o consumo disparou após a chegada desta tecnologia.

Percebe-se que, o uso de recursos naturais finitos é uma preocupação real com o crescimento das IAs, principalmente porque a maioria das empresas controladas destas tecnologias estão localizadas em países cuja matriz energética depende intrinsecamente do uso de combustíveis fósseis (diferente do Brasil em que a principal matriz energética ainda é hidroelétricas – o que se torna um incentivo, inclusive, para investimentos diretos estrangeiros no país vindos das empresas controladas de tais tecnologias). O que, obviamente, incrementa ainda mais os riscos, tendo em vista as emissões de carbono decorrentes.

Assim, a instalação de um grande centro de data center como esses mencionados é um risco no que se refere a elevar a demanda por recursos naturais finitos (como, por exemplo, alto consumo de água doce e potável, além dos efeitos em regiões com risco hídrico e secas recorrentes), sem nenhuma alternativa viável por enquanto.

Tudo isso acontece num mundo em que as estiagens são mais intensas e menos espaçadas, um reflexo claro das mudanças climáticas mundiais. Sem levar em consideração de que muitos dos data centers são instalados em regiões que já se encontram em estresse hídrico

(ou seja, onde não há água doce potável disponível para a demanda já existente, que dirá para a utilização de resfriamento).

A Microsoft já admitiu, num relatório de 2023, que 42% da água consumida pela empresa veio de áreas com estresse hídrico, enquanto o Google afirmou que, em 2024, 15% da água utilizada pela empresa veio de áreas com alta escassez de água (Ecodebate, 2024, online). Num cenário em que: a) 1,1 bilhão de pessoas já não tem acesso a água potável diariamente; b) 2,7 bilhões de pessoas no mundo enfrentam escassez de água pelo menos um mês por ano; c) 2,4 bilhões de pessoas estão expostas a doenças decorrentes dos problemas de saneamento básico, como cólera ou febre tifoide; d) dois milhões de pessoas (a maioria crianças) morrem a cada ano apenas por doenças diarreicas (WWF, s/d, online).

Como medida de compensação, estas empresas têm colocado esforços em distribuição de água potável para outros locais com vulnerabilidade hídrica (Ecodebate, 2024, online). Mas, isso está longe de resolver o problema de seus impactos ambientais, que são claramente transnacionais e intergeracionais.

No Brasil, em 2024, a Scala Data Centers anunciou a vinda ao país, com investimento direto de R\$3 bilhões para a instalação de processamento de dados de IA, na cidade de Eldorado do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, às margens do Rio Guaíba (Barbosa, 2024, online). Mesmo local que vem, segundo dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), enfrentando secas frequentes, tendo inclusive já caracterizado condição de seca extrema, sendo o mais impacto pelo fenômeno da Região Sul do país (Cemaden, s/d, online).

Isso sem levar em consideração os milhões de brasileiros que não tem acesso à água potável tratada dentro de suas residências, num cenário de elevação da temperatura geral do planeta.

As expectativas para o futuro são ainda mais preocupantes. Pois, num relatório de abril de 2025, feito pela Agência Internacional de Energia (IEA) há o alerta de que nos próximos dez anos o consumo global de energia dos data centers das grandes empresas de IA mais do que dobre. A estimativa é de que haja o consumo da mesma energia utilizada pelo Japão por ano até 2030 (IEA, 2025, online).

Resta claro, portanto, que a questão é urgente, pois o problema cresce cada dia mais no mundo em razão do aumento da utilização das IAs. Até o próximo ano, 90% das empresas terão adotado tecnologias conectadas às IAs (Ciodive, 2024, online), precisando, portanto, do uso de água doce contínuo para resfriamento. Enquanto o mundo sofre, em razão das mudanças climáticas com o aumento das regiões mais secas e alterações dos padrões do clima. O que pode

levar algumas escolhas difíceis, como encerrar operações ou sobrecarregar os sistemas de abastecimento de água de regiões inteiras.

Há uma preocupação real em jogo com a segurança hídrica desta e das próximas gerações. E, por isso, é preciso pensar numa verdadeira transformação ecológica que proponha soluções sustentáveis para reduzir a pegada hídrica da utilização destas novas tecnologias no mundo (que, claramente, está cada vez mais em desacordo com a crise global de escassez de água potável).

Isso porque, apesar do nosso planeta ser coberto por 70% de água, a água doce (aquela que mais é utilizada pelas pessoas diariamente, das atividades mais banais às mais incríveis) só pode ser encontrada em 3% do mundo, sendo certo que dois terços dela estão escondidos em geleiras congeladas ou indisponíveis ao uso (WWF, s/d, online).

Ao passo que, também é considerada pela Organização das Nações Unidas (ONU), como um direito humano e fundamental, pois se tratam de direitos essenciais para a vida humana com dignidade e sustentabilidade.

A ONU reforçou o papel primordial da água para o desenvolvimento humano, no Comentário Geral de nº. 15, de 2003 (UN, 2003, online) e na Resolução 64/292, de 2010, da Assembleia Geral da ONU, ao reconhecê-la (ao lado do saneamento básico) como um direito humano e fundamental, pois é capaz de permitir que todas as pessoas tenham uma vida saudável a partir do acesso à água potável segura, suficiente, disponível, acessível e com qualidade, tanto para uso pessoal quanto doméstico. Afirmar, ainda, que é a partir do acesso à água potável e do saneamento básico que os demais direitos humanos podem ser realizados, e, por isso, pedindo para que todos os Estados empreendam esforços a fim de garanti-los, além de solicitar apoio de recursos (tanto financeiro, quanto tecnológico) para que os países em desenvolvimento possam enfrentar adequadamente desafios nesse sentido (OHCHR, s/d, online).

Essa Resolução histórica reconhece, portanto, “the right to safe and clean drinking water and sanitation as a human right that is essential for the full enjoyment of life and all humans rights” (OHCHR, s/d, online). Com isso, o objetivo central é reduzir a pobreza e a desigualdade, melhorando a saúde pública e a obtenção de outros direitos e liberdades fundamentais.

Assim, negar o direito à água às pessoas é negar o direito à própria vida, enquanto que melhorar o acesso, disponibilidade e abastecimento de água potável é crucial para saúde pública, principalmente quando se refere às questões de desenvolvimento (em especial às baseadas em sustentabilidade).

Neste contexto, mais urgente ainda é de se (re)pensar propostas que viabilizem o desenvolvimento sustentável das novas tecnologias, visando um crescimento adequado, de

modo a permitir o seu uso, mas, desde que, seja feito com respeito ao direito humano e fundamental à água potável, principalmente na realidade de Sociedade de Risco atualmente existente, de modo a permitir que as futuras gerações tenham acesso a este bem essencial à garantia de qualidade de vida, num claro princípio de solidariedade e ética intergeracional.

Conclusão

A World Wildlife Federation Estima que 66% da população global enfrentará escassez de água até o final de 2026 (WWF, s/d, online). Dentro do apresentado no presente artigo, temos inicialmente a capacidade que a IA demonstra para soluções ambientais.

Tais soluções demandam, de forma invisível, a utilização de recursos, seja com o aumento dos gastos energéticos, seja com o próprio consumo de água necessário à utilização dos *data centers*.

Dentro deste sistema complexo interligado, deve-se entender que dentro da sociedade de risco, temos também o limite ao crescimento Ou seja, não se pode haver utilização indefinida de forma infinita de recursos naturais.

O Risco em um cenário de múltiplos futuros se torna perda em alguma ponta e isso deve ser sopesado. A ideia de parte do problema parte da solução precisa se manifestar também quando da análise destas tecnologias mais recentes.

Há necessidade de criação de consciência na população em relação ao custo socioambiental pela utilização da IA ou, quem sabe, da necessidade de regulação da utilização destas ferramentas.

Em um mundo em que se aumenta o consumo de tecnologias baseadas em IAs e, portanto, o uso de água doce, bem como no mesmo mundo em que se encara o acesso à água potável como essencial para obtenção dos outros direitos humanos e fundamentais, deve-se equacionar o crescimento do setor às soluções mais eficientes, mais inteligentes como visto no primeiro tópico, bem como conscientes ou reguladas conforme analisado no segundo tópico.

Portanto, dentro deste cenário a água que é considerada atualmente como um assunto estratégico, deve ser equacionada tanto para as novas tecnologias como para o bem-estar das presentes e futuras gerações. Ou seja, o risco futuro deve ser tratado por meio das soluções inteligentes apresentadas.

É preciso pensar então nestas soluções tecnológicas, inclusive para o reuso e reciclagem de água, com objetivo de redução dos custos e da pegada hídrica destas novas tecnologias; trata-se, portanto de um imperativo para a sua operação.

Nesse sentido, há quem fale inclusive em colocação dos grandes data centers abaixo do nível do mar (Casemiro, 2025, online); a utilização de água não potável para reposição do sistema de resfriamento, a fim de preservar recursos hídricos dos locais de instalação dos data centers, encontrando, assim, algum nível de sustentabilidade à medida que a tecnologia evolui, e o seu uso aumenta.

São medidas de proteção ambiental a longo prazo, que visam principalmente a salvaguarda de um direito humano indisponível das presentes e futuras gerações: o acesso à água potável, otimizando processos tecnológicos com vistas a acelerar a transição sustentável. Um desafio de projeto, aquisição e construção de novos padrões para equilibrar o custo do ciclo de vida (da água e das pessoas) em prol da sustentabilidade.

Dentro do escopo apresentado, a própria IA pode ser utilizada como aliada para analisar vastos conjuntos de dados, a fim de identificar padrões de consumo e produção, e propor, com isso, utilizações de energia mais limpas e renováveis, no rumo da transição energética global para, por exemplo, minimizar seus custos relativos a este recurso.

Ou seja, o potencial da IA para gestão e monitoramento pode ser utilizado para limitar o consumo energético e preservar os próprios recursos naturais, inclusive em sua utilização, podendo-se tornar acessível ou de acesso virtualmente ilimitado no futuro.

Referências Bibliográficas

Acemoglu, Daron; Restrepo, Pascual. **Artificial intelligence, automation, and work. In: The economics of artificial intelligence: An agenda.** University of Chicago Press, 2018. p. 197-236.

APA. Meadows, D. H., & Randers, J. **Limits to growth.** Chelsea Green Publishing, 2013.

Banh, Leonardo; Strobel, Gero. **Generative artificial intelligence.** Electronic Markets, v. 33, n. 1, p. 63, 2023.

Barbosa, Fernando. **Scala anuncia investimento de R\$ 3 bilhões em data center no RS.** 2024. Disponível em: <https://teletime.com.br/11/09/2024/scala-anuncia-investimento-de-r-3-bilhoes-em-data-center-no-rs/>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Boden, Margaret A. (Ed.). **Artificial intelligence.** Elsevier, 1996.

Bolton, Charlynn et al. **The power of human-machine collaboration: Artificial intelligence, business automation, and the smart economy.** Economics, Management, and Financial Markets, v. 13, n. 4, p. 51-56, 2018.

Casemiro, Poliana. **Fazer perguntas para IAs pode evaporar água suficiente para abastecer cidades**. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2025/05/17/fazer-perguntas-para-ias-pode-evaporar-agua-suficiente-para-abastecer-cidades-governo-quer-atrair-data-centers-com-isencao-de-impo>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Cemaden. **Mapa interativo**. s/d. Disponível em: <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Ciodive. **Gartner urges CIOs to create a generative AI strategy**. 2024. Disponível em: <https://www.ciodive.com/news/generative-AI-strategy-Gartner/696701/#:~:text=Gartner%20predicts%20nearly%20all%20%E2%80%94%20in%2010%20%E2%80%94%20companies%20will%20have%20adopted%20generative%20AI%20by%202025%2C%20though%20only%209%25%20of%20organizations%20have%20an%20AI%20vision%20statement%20with%20established%20principles%20in%20place.%20More%20than%20one%2Dthird%20of%20companies%20had%20no%20plans%20to%20create%20ground%20rules.%C2%A0>. stos.ghhtml. Acesso em: 08 jul. 2025.

Collier, Andrew. **Inteligência artificial está usando uma tonelada de água**. 2024. Disponível em: <https://www.watertechnologies.com.br/blog/artificial-intelligence-using-ton-water-heres-how-be-more-resourceful>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Corban. **Impacto ambiental do uso de inteligência artificial**. s/d. Disponível em: <https://corban.blog.br/2025/06/28/impacto-ambiental-do-uso-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Cortès, Ulises et al. **Artificial intelligence and environmental decision support systems**. *Applied intelligence*, v. 13, n. 1, p. 77-91, 2000.

De Almeida, Patricia Gomes Rêgo; Dos Santos, Carlos Denner; Farias, Josivania Silva. **Artificial intelligence regulation: a framework for governance**. *Ethics and Information Technology*, v. 23, n. 3, p. 505-525, 2021.

Ecodebate. **Inteligência artificial eleva o consumo de água**. 2024. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2024/08/26/inteligencia-artificial-eleva-o-consumo-de-agua/>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Finocchiaro, Giusella. **The regulation of artificial intelligence**. *Ai & Society*, v. 39, n. 4, p. 1961-1968, 2024.

HAO, Zengchao; SINGH, Vijay P. **Review of dependence modeling in hydrology and water resources**. *Progress in Physical Geography*, v. 40, n. 4, p. 549-578, 2016.

HELLSTRÖM, Tomas. **Systemic innovation and risk: technology assessment and the challenge of responsible innovation**. *Technology in Society*, v. 25, n. 3, p. 369-384, 2003.

IEA. **World Energy Outlook**. 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024/executive-summary?language=pt>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Krishnan, Siva Rama et al. **Smart water resource management using Artificial Intelligence—A review**. Sustainability, v. 14, n. 20, p. 13384, 2022.

Nandhini, R.; Poovizhi, S.; Jose, P.; Ranjitha, R.; Anila, S. **Arduino based smart irrigation system using IoT**. In Proceedings of the 3rd National Conference on Intelligent Information and Computing Technologies (IICT '17), Paris, France, 16–17 March 2017; pp. 1–5.

OHCHR. **About water and sanitation: OHCHR and the right to water and sanitation**. s/d. Disponível em: <https://www.ohchr.org/en/water-and-sanitation/about-water-and-sanitation>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Pimenow, Sergiusz; Pimenowa, Olena; Prus, Piotr. **Challenges of artificial intelligence development in the context of energy consumption and impact on climate change**. Energies, v. 17, n. 23, p. 5965, 2024.

Ristic, Bora; Madani, Kaveh; MAKUCH, Zen. **The water footprint of data centers**. Sustainability, v. 7, n. 8, p. 11260-11284, 2015.

Steinhaeuser, Karsten; Ganguly, Auroop R.; Chawla, Nitesh V. **Multivariate and multiscale dependence in the global climate system revealed through complex networks**. Climate dynamics, v. 39, n. 3, p. 889-895, 2012.

Trata Brasil. **Perdas de água**. 2023. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-2023/#:~:text=O%20estudo%20foi%20elaborado%20a%20partir%20de%20dados,pa%C3%AAs%2C%20que%20figuraram%20no%20Ranking%20do%20Saneamento%202023>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Tutore, Ilaria et al. **A conceptual model of artificial intelligence effects on circular economy actions**. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, v. 31, n. 5, p. 4772-4782, 2024.

United Nations - UN. Committee on Economic, Social and Cultural Rights. **General Comment 15: the right to water (Twenty-ninth session, 2003)**. Geneva, 2003.

Wani, Atif Khurshid et al. **Environmental resilience through artificial intelligence: innovations in monitoring and management**. Environmental Science and Pollution Research, v. 31, n. 12, p. 18379-18395, 2024.

WWF. **Water scarcity**. s/d. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Yetilmezsoy, Kaan; Ozkaya, Bestami; Cakmakci, Mehmet. **Artificial intelligence-based prediction models for environmental engineering**. Neural Network World, v. 21, n. 3, 2011.

Zhang, Wei-Bin. **Complexity theory and uncertainties: interdependence between man, society, and the environment**. Springer Nature, 2023.