

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E DANO AMBIENTAL

Patrícia Iglecias¹

Vanessa Ferrari²

INTRODUÇÃO

A terminologia empregada para o artefato Inteligência Artificial³ nos remete a um instrumento complexo, por vezes incompreensível, que aguça nosso imaginário como se nesse instrumento houvesse atributos para além da inteligência humana. Em verdade, “a projeção de habilidades mentais e motoras em outros entes é propósito antigo, que remonta pensamentos formuladores de seres mitológicos, com características motoras humanas ou animais”, como adverte Nilton Silva (2020, p. 35).

Para além do imaginário, exemplos dos benefícios da Inteligência Artificial na proteção do meio ambiente se avolumam rapidamente. Redes elétricas inteligentes permitem redução de perdas no transporte e a identificação e mapeamento das emissões de gases de efeito estufa ajuda-nos no desafio das mudanças climáticas. A economia de insumos de energia e de agrotóxicos bem como o monitoramento de florestas, mares e águas, na tutela da biodiversidade também são proveitos noticiados recentemente (ActuIA, Le magazine de l’Intelligence Artificielle, 2020). A geotecnologia tem

1 Livre-docente, Doutora e Mestre em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade São Paulo (USP). Professora e Superintendente de Gestão Ambiental da USP; Presidente do Instituto o Direito por um Planeta Verde; Sócia de Wald Advogados; Foi Secretária do Meio Ambiente de São Paulo e Presidente da CETESB.

2 Doutoranda em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade São Paulo (USP). Juíza no Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo. Bacharel em Direito pela PUC-SP. Professora de Direito Ambiental da Escola Paulista da Magistratura (EPM) e de cursos preparatórios para concursos.

3 Os termos Inteligência Artificial e IA serão utilizados ao longo do texto como equivalentes e a depender de melhores cadência e fluidez do texto.

sido estudada pelo nosso Tribunal de Contas da União (Ferraz *et al.*, 2015) para controle externo, com o monitoramento de obras – como da ferrovia Transnordestina –, o uso de imagens de satélite para verificar avanço de obras e identificação de descarte de material em local inadequado, bem como a erosão do terreno.

Menos noticiados talvez sejam os impactos ambientais gerados pela utilização dessa Inteligência Artificial, como a emissão de gases de efeitos estufa pela energia computacional e dos *hardwares* usados para o treinamento, desenvolvimento e a execução dos algoritmos da IA ou os resíduos sólidos gerados pelo arsenal eletrônico empregado⁴. Esses efeitos negativos têm sido apresentados por meio de artigos científicos, indicando a ocorrência de possíveis danos ambientais (Notley, 2019). Como no livro *Primavera Silenciosa*, Carson trouxe à superfície o lento envenenamento pelo mau uso de pesticidas químicos a que nos submetíamos (Carson, 2013), o silêncio jurídico em torno do tema reclama, a partir da experiência danosa de eventos pretéritos, o olhar da Ciência do Direito, para o presente e futuro próximo, cumprindo a sua principal função de manutenção da ordem social, compatibilizando os interesses econômicos da tecnologia com o equilíbrio ambiental.

Neste influxo, a hipótese de pesquisa está delimitada na possível ocorrência de danos ambientais, em razão do crescente emprego da Inteligência Artificial e dos seus avanços tecnológicos. Conjugando duas áreas distintas: Direito Ambiental e Ciência, Tecnologia e Inovação, por meio de método indutivo, busca-se responder, do ponto de vista do Direito Ambiental, se a Inteligência Artificial tem aptidão de gerar danos ao meio ambiente.

Para tanto, o caminho percorrido, inicialmente, destaca situações antes inimagináveis, que vão desde os avanços da Inteligência Artificial Generativa, com a criação de textos complexos até a realização de tarefas totalmente autônomas, por meio da máquina, gerando impactos econômicos e sociais, descritos por Beck (2015, p. 8), para além do conceito de mudança da sociedade, como Metamorfose do Mundo⁵, o que nos convida à reanálise desse passado recente como forma de questionar os efeitos presentes e futuros da Inteligência Artificial. Em face à essa constatação, descrevendo-se os relatos científicos em torno dos efeitos da IA, questiona-se, por

4 Como anteriormente mencionado por Ferrari (2023, p. 359).

5 Ulrich Beck faz distinção entre Mudança na Sociedade e Metamorfose do Mundo, afirmando que o primeiro conceito é insuficiente para explicar os eventos globais que se desenrolam diante de nossos olhos. A metamorfose desestabiliza certezas e o impensável de ontem é o real e possível de hoje.

consequente, se os impactos ambientais negativos gerados pela Inteligência Artificial guardam relação com os impactos ambientais havidos pela introdução das máquinas a vapor, no contexto da Revolução Industrial, como uma reedição simbólica das nossas antigas chaminés.

Em sequência, compreender a IA como geradora de danos ao meio ambiente exige do operador do Direito a compreensão jurídica do alcance dos conceitos de impacto ambiental, de poluição e de dano ambiental, revelando-se neste contexto as dificuldades havidas para quantificar as externalidades negativas geradas pelo artefato, impondo-se a avaliação dos impactos ambientais diretos e indiretos decorrentes do ciclo de vida da IA e a escolha de métodos mais eficientes.

Em vista da condição pervasiva da Inteligência Artificial, que se faz onipresente na vida de muitos cidadãos, à semelhança da electricidade, é inafastável o dever do Direito de bem compreendê-la para cumprir o seu mister de compatibilização dos diferentes interesses envolvidos.

METAMORFOSE DO MUNDO: IA E SEUS DESDOBRAMENTOS

O apelo midiático do ChatGPT despertou olhares até dos mais desatentos para o tema Inteligência Artificial. Seduzidos pela promessa de textos bem redigidos, com respostas a comandos e a perguntas das mais diversas, a Inteligência Artificial⁶ Generativa⁷, referência ao funcionamento do ChatGPT, é presença constante na mídia, endereçando-nos os desafios éticos, profissionais e pessoais que esse novo artefato nos convida a enfrentar. Para além dos questionamentos sobre a continuidade e modificação da forma como empregos são e serão desempenhados ou os efeitos gerados no processo educacional e a forma de regulação do artefato, os impactos

6 Longe de haver consenso acerca do conceito de Inteligência Artificial, algumas definições trabalham com a ideia de engenharia de artefatos que podem fazer coisas que exigiriam inteligência se as fizéssemos, mas com maior eficiência e eficácia.

7 A qualidade generativa empresta ao artefato a capacidade do computador de criar conteúdo original como texto, imagens, vídeos e músicas. Como o termo sugere, a IA Generativa é capaz de criar algo inesperado, atributo que a IA convencional não desempenha, pois é programada para executar tarefas específicas.

ambientais gerados pelo ciclo de vida da Inteligência Artificial⁸, a despeito de alguns artigos científicos⁹, parecem ser tema invisível, até então, para o Direito.

Neste silêncio jurídico e estimulados pelos potenciais do modelo de linguagem ChatGPT, lançado pela OpenAI, em São Francisco, ou do concorrente Google Bard, há notícias de que a Microsoft, o Google e a Meta estão investindo bilhões de dólares em Inteligência Artificial (IA) Generativa (An; Ding; Lin, 2023). Esses recursos permitem a criação de modelos muito mais avançados do que seus antecessores, mas também impõem um ônus muito maior ao meio ambiente. O aumento na complexidade dos sistemas permite que grandes modelos de linguagem produzam texto inteligente, mas consumam substancialmente mais eletricidade do que as versões anteriores¹⁰.

O Relatório de Inteligência Artificial (AI Index Annual Report) de 2023¹¹, produzido pela Universidade de Stanford, sugere que os sistemas de IA podem gerar sérios impactos ambientais. Tal constatação tem sido abordada em trabalhos acadêmicos que nos sinalizam que a Inteligência Artificial produz significativos impactos no meio ambiente e que os termos empregados na denominação do artefato (inteligência e artificial) são contraproducentes à compreensão dos riscos envolvidos. Como o faz Crawford (2021, p. 22) ao propor: “*? Qué es la inteligencia artificial? Ni artificial ni inteligente*”, afirma-se que a Inteligência Artificial não é inteligente, tampouco artificial.

De fato, a observação é pertinente, pois sob o prisma ecológico, o emprego do adjetivo artificial representa um grande equívoco. Primeiro, pois os algoritmos que tratam os dados, mecanismo essen-

8 “As fases do ciclo de vida do sistema de IA envolvem: i) ‘design, dados e modelos’; que é uma sequência dependente do contexto que abrange planejamento e projeto, coleta e processamento de dados, bem como construção de modelos; ii) ‘verificação e validação’; iii) ‘implantação’; e iv) ‘operação e monitoramento’. Essas fases geralmente ocorrem de maneira iterativa e não são necessariamente sequenciais”. Disponível em <https://oecd.ai/en/ai-principles>. Acesso em: 28 maio 2023

9 Sobre o tema ver: (An; Ding; Lin, 2023); (Kaack *et al.*, 2022); (Lemos; Bitencourt; Santos, 2020); (Martineau, 2020); (Vinuesa, 2020).

-10 Dos modelos comparados (GPT-3, Gopher, OPT e BLOOM), o GPT-3 foi o que mais liberou carbono: 1,4 vez mais do que o Gopher; 7,2 vezes mais que o OPT e 20,1 vezes mais que o do que o BLOOM, que emitiu 1,4 vezes mais carbono do que energia suficiente para abastecer a casa de um americano médio por 41 anos e 25 vezes mais do que o voo de um passageiro (ida e volta) de Nova York a São Francisco.

11 O AI Index é uma iniciativa independente do Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI), liderada pelo AI Index Steering Committee, um grupo interdisciplinar de especialistas da academia e indústria. O relatório anual agrupa dados relacionados à IA, orientando medidas éticas.

cial ao emprego da IA, são programações humanas e a IA depende por completo dessa programação para que os dados tenham valor. Segundo, porque a constituição do *hardware* reclama estrutura física dependente de recursos naturais, em especial, o lítio (Kaufman, 2022) e o treinamento dos algoritmos demanda enorme quantidade de energia. Essa dependência de recursos naturais e energia coloca luz sobre as externalidades negativas da IA, como nos adverte Crawford (Crawford, 2021), externalidades que transcendem os dilemas éticos, produzindo significativas e duradoras alterações geomórficas, em somatória à situação crítica constatada pelo IPCC em relação às mudanças climáticas¹².

O breve olhar ao passado recente nos mostra não ser a primeira vez que um artefato tecnológico produz transformações significativas na sociedade¹³. A arte de fazer – etimologicamente contemplada do latim *arte + factus* (artefato) –, em tempo não muito distante, nos contemplou com modificações sociais importantes. O uso de energia a vapor, permitindo a substituição da produção artesanal por produção de máquinas em fábricas, ou a popularização da eletricidade e a criação de linhas de montagem inauguraram fases da Revolução Industrial, que não apenas impactaram a economia, mas moldaram a estrutura de uma nova sociedade, reconhecida por Beck (2015), na ausência de conceito melhor aplicável, como a *Metamorphose do Mundo*.

Não por acaso, afirma-se estarmos vivenciando uma nova era: a Era Digital. A máquina a vapor, a eletricidade e o computador tiveram a capacidade de transformar a sociedade e, por conta disso, são reconhecidas como GPT (*General Purpose Technology*) (Trajtenberg, 2018) ou, para nós, Tecnologia de Uso Geral. A Inteligência Artificial soma-se a essa lista de artefatos e é denominada como a Tecnologia de Uso Geral do século XXI¹⁴.

Diante do que antes era impensável, como a entrega de uma mercadoria por meio de drones¹⁵ ou aplicativo de transporte com

12 Disponível em: SPM-Portuguese-version.pdf (ipcc.ch). Acesso em: 27 maio 2023.

13 Como enuncia Schumpeter, alguns artefatos tecnológicos, dada sua capacidade destrutiva, determinam alterações profundas nas estruturas sociais e econômicas, que são refletidas na Ciência do Direito (Schumpeter, 1942).

14 Como anteriormente mencionado por Ferrari, em *Desafios éticos e jurídicos do ciclo de vida da Inteligência Artificial na tutela ambiental* (2023, p. 360).

15 Disponível em <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/02/como-funciona-um-a-entrega-de-delivery-por-drone/>. Acesso em: 22 maio 2023.

veículos integralmente autônomos¹⁶, a Metamorfose do Mundo, nos ensinamentos de Beck, implica transformação radical, nas quais velhas certezas desaparecem e o inimaginável emerge. A Inteligência Artificial, em especial a Inteligência Artificial Generativa, diante do poder transformador que apresenta, nos convida à reanálise desse passado recente como forma de questionar os efeitos presentes e, talvez, antever alguns efeitos futuros da Inteligência Artificial.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: A REEDIÇÃO DAS CHAMINÉS?

Houve época em que a imagem de grandes chaminés, com volumosa quantidade de gases sendo emitida, era símbolo de desenvolvimento e poder. Não por acaso, a destacada Declaração das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, adotada durante a Conferência das Nações Unidas, realizada em Estocolmo, Suécia, de 5 a 16 de junho de 1972, deixou registrada na história a divisão do mundo em duas abordagens distintas: os desenvolvimentistas e os preservacionistas, impondo a busca por um equilíbrio entre a promoção do desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental.

Transpondo-se ao cenário atual e a despeito dos relatos sobre Inteligência Artificial e o poder de realização de tarefas que seriam penosas ou impossíveis de serem processadas pela mente humana, há impactos ambientais adversos já experimentados pela adoção desse artefato. Pesquisadores da Universidade de Massachusetts Amherst (Martineau, 2020) analisaram vários modelos de treinamento de processamento de linguagem natural (NLP) disponíveis *online* para estimar o custo de energia em quilowatts necessários para seu treinamento, prática inerente ao desenvolvimento da IA. Convertendo esse consumo de energia em emissões aproximadas de carbono e custos de eletricidade, os autores estimaram que a pegada de carbono do treinamento de um único grande modelo de linguagem é igual a cerca de 300.000 kg de emissões de dióxido de carbono, o que representa 125 voos de ida e volta entre Nova York e Pequim. Estima-se que o setor de tecnologia seja responsável por 2 a 3% das emissões globais de gases de efeito estufa. Por exemplo, *data centers* que mineram a criptomoeda Bitcoin consumiram o equivalente sozinho à eletricidade da Bélgica, em igual período (IEA, 2022).

16 Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2023/04/11/interna_tecnologia,1479940/uber-sem-motorista-jovem-mostra-carro-que-dirige-sozinho-e-viraliza.shtml. Acesso em: 22 maio 2023.

Ainda, na hipótese de o *data center* estar localizado em uma região na qual a fonte de energia é derivada de combustíveis não renováveis, como petróleo ou carvão mineral, a pegada de carbono da Inteligência Artificial será mais impactante. Estudo da Universidade de Cambridge (Neumeller, 2022) indica aumento da participação de fontes não renováveis na mineração da *bitcoin*, o que pode estar ligado à realocação das operações que saíram da China para outros países, como o Cazaquistão, com matrizes elétricas mais poluentes (Malar, 2022). Por isso, ainda merece destaque a preocupação com os sistemas de resfriamento, com emprego de energias renováveis para contenção do aumento da demanda de eletricidade.

Nessa linha de pesquisa, o artigo científico *Aligning Artificial Intelligence with Climate Change Mitigation* (Kaack, et al., 2022) também reafirma que os impactos ambientais abrangem a energia computacional e dos *hardwares* usados para o treinamento, desenvolvimento e a execução dos algoritmos da IA. As fases do ciclo de vida de um modelo de *Machine Learning (ML)*¹⁷, subárea da IA, são desenvolvidas, a partir de *inputs*, com o treinamento de muitas variantes de modelos, em diferentes conjuntos de dados, para conceber uma variante que funcione melhor na configuração do problema. Fato é que para cada uma dessas fases do ciclo de vida do modelo de *Machine Learning* há energia gasta, que a despeito de ser maior ou menor a depender da fase, será repetida na ordem de bilhões de vezes ao dia.

Todavia, o custo de carbono do treinamento de grandes modelos de aprendizado de máquina é apenas parte do problema. Conjectura-se que maior acesso à informação pode conduzir a uma exploração excessiva dos recursos, merecendo essa área de pesquisa a atenção dos estudiosos. A exploração inadequada de recursos foi objeto de relatório do Greenpeace Reports, ao relatar como as empresas de tecnologia têm auxiliado grandes lucros do petróleo em detrimento da tutela climática (Greenpeace, 2020). Isso porque a *cloud computing* e o software de IA ajudam na descoberta, extração, distribuição, refinação, e comercialização de petróleo e gás. Como exemplo, as inovações tecnológicas desde a fratura hidráulica à perfuração horizontal ajudaram a impulsionar o *boom* do xisto americano, e como resultado, depósitos de petróleo e gás que antes eram

17 Machine Learning é um subcampo da inteligência artificial (IA) que envolve o desenvolvimento de algoritmos e modelos que permitem que os computadores aprendam e melhorem automaticamente a partir de dados sem serem explicitamente programados. Em vez de seguir instruções específicas, utilizam dados e exemplos para aprender padrões e tomar decisões ou realizar tarefas específicas.

considerados demasiado arriscados ou caros foram abertos para exploração.

Demais disso, as aplicações de *Machine Learning* podem representar significativo impacto a depender da forma pela qual a Inteligência Artificial vai ser encaminhada para uso no mercado (Kaack *et al.*, 2022). O estudo relaciona os impactos causados pela forma que os indivíduos se comportam diante do uso das Inteligências Artificiais. Como exemplo, menciona-se a distribuição da publicidade, tendo em vista os anúncios publicitários recebidos via celular ou computador. Por meio desses, os mecanismos de IA coletam dados expostos pela pessoa na *internet* e, a partir deles, os algoritmos disponibilizam os anúncios que estão mais de acordo com a sua vontade.

Para que se tenha a noção dos prejuízos ambientais gerados a partir desses anúncios, interessante estudo debruçou-se sobre as cadeias de desinformação – notícias falsas e *clickbait* – relacionadas com o derramamento de petróleo, em 2019, ao longo da costa nordeste do Brasil, comparando, a partir de uma mesma ordem de equivalência, a quantidade de barris derramados pelo desastre ambiental com a quantidade equivalente pelo consumo de energia para reprodução de desinformação e de conteúdo jornalístico (Lemos; Bittencourt; Santos, 2020).

O estudo relaciona as quantidades de energia consumidas ao número de *tweets*, ou a uma simples pesquisa no Google, identificando para ambas a grandeza equivalente de 0,2 g de CO₂ emitido para a atmosfera. Estima-se que mais de 500 milhões de *tweets* por dia de manhã sejam responsáveis por cerca de 13,39 toneladas métricas de CO₂ emitidas a cada 24 horas (Danielle, 2018). O estudo prossegue comparando a pegada de carbono gerada pelas *fake news*, com as notícias de conteúdo jornalístico e o derramamento de petróleo ocorrido no Brasil, ao longo da costa do Nordeste (Pena *et al.*, 2020).

A conclusão verificada no estudo é alarmante, porquanto ao se comparar o número de barris derramados efetivamente na costa brasileira com métricas similares calculadas pela emissão de gases de efeito estufa, por conta da energia gasta com as notícias falsas e com as matérias de caráter jornalístico, constata-se que o equivalente à métrica de barris derramados pela desinformação de dois milhões de usuários sobre a catástrofe ambiental representa quase ao dobro do petróleo derramado na costa do Piauí. É possível dizer que, a partir da desinformação produzida pelas mídias digitais, houve o derramamento do derramamento de óleo na costa brasileira em termos de danos ambientais.

Pondera-se, a despeito das constatações negativas, como uma nova Tecnologia de Uso Geral, o artefato não é bom ou mau, em si, e dependerá das formas de emprego. Fato é que certos impactos ambientais, quando observados isoladamente, podem sugerir inexistência de danos ambientais. Todavia, da mesma forma que chaminés isoladas podiam não denunciar as fragilidades ambientais a indicar poluição do ar, o efeito sinérgico de diversos *data centers*, consumindo eletricidade em patamares equivalentes ao de países inteiros e o treinamento de variantes de modelos, repetidos na ordem de bilhões de vezes ao dia, nos convida a questionar se seria a IA uma reedição simbólica das nossas antigas chaminés e a partir disso indagar como considerar as externalidades negativas geradas pelo artefato.

DO IMPACTO AO DANO AMBIENTAL?

Diante desse cenário, nota-se na Inteligência Artificial, em especial a Generativa, um relevante paradoxo ambiental, porquanto o aumento da capacidade da IA determina aumento da pegada de carbono. Trata-se de uma externalidade negativa que, à semelhança da poluição inicialmente gerada pelas máquinas a vapor, vem sendo ignorada ao largo do seu processo de desenvolvimento.

Como assistimos, o crescimento econômico, até o começo do século XX, não foi sensível aos impactos ambientais, gerando degradação ambiental e contaminação do solo, do ar, dos corpos d'água, por conta de desmatamentos e destinação inapropriada de resíduos. As consequências sociais também foram sentidas, com as desigualdades trazidas pelo desenvolvimento econômico, tornando ainda mais pertinentes os atuais questionamos – à semelhança dos gerados pela Revolução Industrial – sobre as consequências da Revolução Tecnológica, produtora de uma sociedade digital tão submetida aos algoritmos da Inteligência Artificial.¹⁸

Dentre questionamentos, diante do silêncio jurídico sobre a matéria, cabe indagar, do ponto de vista do Direito Ambiental, se a Inteligência Artificial tem aptidão de gerar danos ao meio ambiente.

A conceituação jurídica de dano ambiental não é tarefa objetiva nem simplória, a começar pelo fato de que a nossa legislação optou por não o conceituar. Mais do que isso, a ideia de danos ao meio

18 Sobre o tema, Lupton discorre sobre uma vida cada vez mais digitalizada (Lupton, 2015).

ambiente é construída a partir da percepção humana, conforme os interesses preponderantes, com evidente caráter antropocêntrico; é estabelecida não *per si*, mas a partir de padrões sociais previamente estabelecidos e que são quebrados (Antunes, 2015, p. 129).

Basta observar, a título de exemplo, que nas Ordenações Manuêlinas o meio ambiente foi referido em razão do proveito econômico que oferecia, com a proibição de caça de coelhos no período da cria ou com a determinação de extração do pau-brasil com o menor prejuízo à terra, trazendo tutela à espécie da fauna e flora, não pelo valor ambiental, mas pelo proveito econômico obtido, inexistindo à época o reconhecimento do meio ambiente como um bem essencial à sadia qualidade de vida (art. 225, caput CF/88)¹⁹. Nota-se que o contexto social influencia o conteúdo do dano ao meio ambiente.

Neste sentir, tomando o meio ambiente ecologicamente equilibrado como objeto constitucional de tutela fundamental, ao falar em dano ambiental, observa-se conteúdo ambivalente, identificando-se duas faces de lesão: a lesão direta ao meio ambiente e a lesão em decorrência do meio ambiente. Desta constatação, observam-se lesões que atingem o indivíduo; que atingem toda a coletividade – presentes e futuras gerações – e que atingem o próprio equilíbrio ambiental, identificando no dano ambiental um dano multifacetário.²⁰

Mais, a construção do conceito de dano ambiental parte de uma premissa fundante: viver gera impacto no entorno, mas nem toda atividade gera dano ambiental. Há uma importante diferença entre impacto ambiental e dano ambiental. O ato de nascer e condutas inerentes ao viver geram impactos ambientais, mas não necessariamente dano ambiental. Há um nível de tolerabilidade que distinguirá impacto ambiental de dano ambiental. Em verdade, impacto e dano ambiental não existem por si só, mas a partir de um determinado parâmetro previamente estabelecido pelo Poder Público, que o determina a partir do cumprimento do encargo constitucional de defesa e preservação do meio ambiente (art. 225, caput, CF/88).

Sem um conceito legal de dano ambiental, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n.º 6.938/81), no seu art. 3º, III, estabeleceu um conceito jurídico de poluição, contemplando a tutela de aspectos biológicos, como a biota (*c*) ou lançamento de matérias ou energias em desacordo com padrões estabelecidos (*e*), e de aspectos sociais,

19 O reconhecimento da constitucionalidade de sacrifício animal por determinada prática religiosa ou a inconstitucionalidade de práticas de vaquejada e farra do boi, matérias submetidas a julgamento do STF ilustrando como fatores culturais e religiosos são relevantes no reconhecimento do dano ambiental.

20 Recurso Especial n.º 1.198.727-MG, de relatoria do Ministro Herman Benjamin.

ao prever a degradação da qualidade ambiental, por atividade que direta ou indiretamente, prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar (a), bem como crie condições adversas às atividades sociais e econômicas (b) e afete as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente (c). De forma interpretativa, o conceito de meio ambiente consagrado pelo sistema jurídico brasileiro abrange elementos diversos que vão desde o bem-estar humano, a segurança e a saúde pública, até o equilíbrio das atividades econômicas e sociais, passando, por evidência, pela tutela de recursos naturais.

Considerando que viver gera impactos ambientais, a poluição a ser punida é aquela que altera, de forma negativa, o meio ambiente; aquela que não é capaz de ser absorvida pelo seu entorno. À essa se atribui a natureza jurídica de dano ambiental, valendo destacar, como bem advertido por Lazarus (2023, p. 113), que os padrões de tutela do meio ambiente variam por razões diversas, com destaque aos valores éticos, culturais²¹, religiosos²², não sendo a Ciência o seu norte único.

Ao nos voltarmos à Inteligência Artificial, e cientes de que o dano ambiental é produto da vida em sociedade, que altera, de forma negativa, o meio ambiente, constatamos a grande dificuldade de identificação dos níveis de impacto ambiental gerados pela IA, seja em razão do consumo de energia, seja pela exploração excessiva de recursos naturais ou pelo inadequado estímulo a cliques em publicidade. A concentração de tanto poderio econômico em poucas *big techs*²³ e o desinteresse na transparência de informações relativas aos impactos ambientais, porquanto as empresas não têm interesse em compartilhar dados que permitam quantificar emissões (Dhar, 2020, p. 425), somada à opacidade²⁴ que os sistemas de IA possuem, dificulta estudos mais aprofundados e reflete o silêncio jurídico em relação ao tema.

21 Vide julgados do Supremo Tribunal Federal sobre a proibição das práticas da farra do boi (RE n.º 153.531- SC), da rinha de galo (ADI 1.856 – RJ, como exemplo, já que há outras) e vaquejada (ADI 4.983)

22 No RE 494.601, O Supremo Tribunal Federal reconheceu como constitucional o sacrifício ritual de animais em cultos de matriz africana.

23 Sobre o assunto, Mussa (2020, p. 37) relaciona as dez maiores empresas do mundo: sete são americanas (Amazon; Microsoft; Alphabet; Apple; Berkshire Hathaway; Facebook e Johnson & Johnson) e três chinesas (Tencent; Alibaba e China Unicom).

24 A opacidade da IA refere-se à falta de transparência ou compreensão completa sobre como os sistemas de Inteligência Artificial tomam decisões ou chegam a certos resultados. Algoritmos complexos podem produzir resultados sem que seja possível explicar exatamente como chegaram a eles.

Compatibilizar desenvolvimento econômico e proteção ambiental é comando constitucional inafastável (art. 170, VI da CF/88). O exercício da atividade econômica constitui exercício regular de um direito constitucionalmente assegurado, mas o seu excesso não. A ideia de intolerância do exercício de um direito nos remete à figura do abuso de direito, introduzido no Código Civil de 2002, como *o ato ilícito que comete o titular de um direito que, ao exercê-lo, excede manifestamente os limites impostos pelo seu fim econômico ou social, pela boa-fé ou pelos bons costumes*. (art. 187, CC). Assim, o abuso de direito se estabelece no exercício inicialmente lícito de um direito que, pelo excesso dos limites impostos, torna-se ilícito.

Vale lembrar, ainda que previsto no Código Civil, a categoria abuso do direito aplica-se a todos os ramos do direito, mostrando-se um hábil mecanismo de efetivação da teoria da confiança²⁵. A existência de maior nível de conhecimento exige maior responsabilidade social em prol de valores comuns, dentre esses, a tutela do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Em outras palavras, esse senso de responsabilidade social consubstancia deveres colaterais decorrentes da boa-fé objetiva (Cordeiro, 2015, §§20-34), cláusula geral que traduz conceito jurídico a ser preenchido, mediante a imposição de deveres, tendo-se por norte a proibição de determinados comportamentos que violam a legítima expectativa de outrem.

Fundamentada no referido senso de responsabilidade social, a *Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial*²⁶ da Unesco, aprovada em 23 de novembro de 2021, é o primeiro referencial global a destacar, para além de dilemas *éticos* contemporâneos da IA, como a transparência, a privacidade de dados e desigualdade de acesso aos seus benefícios, preocupação com o meio ambiente e os ecossistemas, estabelecendo recomendações aos Estados-membros na condução do uso da Inteligência Artificial.

Para tanto, recomenda-se que os Estados-membros avaliem os impactos ambientais diretos e indiretos no ciclo de vida dos sistemas de Inteligência Artificial, incluindo – mas não se limitando – a sua pegada de carbono, consumo de energia e impacto ambiental da extração de matérias-primas na fabricação de tecnologias de IA. A segunda recomendação prescreve incentivos para o desenvolvimento e adoção de soluções *éticas* alimentadas por Inteligência Artificial

25 Sobre o tema, estudo aprofundado de Frada (2015).

26 Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_por. Acesso em: 15 dez. 2022.

e a terceira recomendação destaca o dever de escolha de métodos de IA eficientes, em relação aos dados, energia e recursos.

Em termos de governança, o Brasil conta com o Projeto de Lei n.º 2.338 de 2023²⁷, fruto do trabalho complexo de profissionais de diversas áreas, relatado em mais de novecentas páginas que, no entanto, à semelhança de outros países, parece desatento aos impactos ambientais gerados pela IA, inexistindo, ao longo dos seus 45 artigos, qualquer menção ao tema. Por ora, norteando as ações do Estado brasileiro, possuímos a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial – EBIA, elaborada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A estratégia brasileira está alinhada às diretrizes da OCDE e fundamentada em cinco princípios: (i) a IA deve beneficiar as pessoas e o planeta para crescimento inclusivo, desenvolvimento sustentável e bem-estar; (ii) a tecnologia deve respeitar as leis, os direitos humanos e os valores democráticos; (iii) deve haver transparência e explicabilidade; (iv) deve haver robustez, segurança e proteção, com gestão e avaliação dos riscos dos sistemas de Inteligência Artificial durante a sua vida útil e (v) responsabilização ou a prestação de contas (*accountability*). Observa-se, a despeito do primeiro fundamento fazer menção ao desenvolvimento sustentável e ao bem-estar, a ausência de abordagem específica acerca dos impactos ambientais gerados ao longo do ciclo de vida da IA.

Neste cenário jurídico, em face a um futuro nebuloso, nosso presente revela que lidar com os níveis de poluição do ar, da água e do solo decorrentes de atividades industriais é matéria mais sedimentada e submetida a controle estatal, por meio de instrumentos como o licenciamento ambiental e o estudo prévio de impacto ambiental (EPIA/RIMA), mas inexistente, até então, o olhar do Direito para os impactos ambientais – e possíveis danos ambientais – gerados pela Inteligência Artificial. Por isso, a “Recomendação Internacional sobre a *Ética* da Inteligência Artificial” da Unesco aponta na direção certa, a fim de recomendar, em especial, aos países utilizadores do ativo IA, que avaliem os impactos ambientais diretos e indiretos decorrentes do ciclo de vida desse transformador artefato, incentivando a adoção de soluções *éticas* com a escolha de métodos de IA mais eficientes.

É imperativo que a avaliação desses impactos ambientais seja considerada, em face das externalidades negativas indicadas pela Academia, e regulada conforme os ditames dos princípios nor-

27 Produto da minuta de Substitutivo do Marco Legal da Inteligência Artificial no Brasil.

teadores do Direito Ambiental. Para isso, no ciclo de vida da IA, os riscos ambientais precisam ser urgentemente considerados, sugerindo-se, desde já, a inclusão de instrumentos de avaliação de riscos ambientais, no Projeto de Lei n.º 2.338 de 2023, que dispõe sobre Marco Legal da Inteligência Artificial no Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Graças à Ciência e à Tecnologia, o homem adquiriu o poder de transformar o que o cerca e, permeado por boa-fé e boa governança, pode melhorar e salvaguardar o equilíbrio sistêmico do nosso Planeta e a qualidade de vida das pessoas. Nos ensinamentos de Floridi (2020, p. 30), em perspectiva histórica e ecológica, a Inteligência Artificial é uma tecnologia que pode ser uma força poderosa para o bem²⁸, porque pode nos ajudar a conhecer, compreender e prever mais e melhor os desafios globais, materializados por novas pandemias, alterações climáticas, injustiça social e pobreza global. Por essa razão, o professor de Filosofia da Universidade de Oxford defende um novo casamento entre o verde dos nossos habitats – em referência ao meio ambiente – e o azul das nossas tecnologias digitais. Eficiência, eficácia e inovação são atributos que podem se fazer presentes na Inteligência Artificial e que dialogam de forma muito feliz com os valores ambientais.

Em busca de uma Inteligência Artificial mais ecológica, a Academia tem chamado a atenção para os efeitos decorrentes da adoção de “IA verde” e de “IA vermelha”²⁹. A “IA verde” representa a pesquisa de IA que produz novos resultados, sem aumento do custo computacional e, idealmente, até com redução, em oposição à “IA vermelha”, a qual importa aumento rápido de custos computacionais e, por conseguinte, aumento de carbono. Pontua-se, no estudo, que a delimitação da IA verde reclama transparência de dados quantos aos custos operacionais do ciclo de vida IA, o que tem se mostrado um grande desafio, em vista dos interesses econômicos envolvidos.

28 Há evidências de impactos positivos e negativos nos 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), da Agenda 2030 da ONU. No tocante aos ODS atrelados ao meio ambiente (ação climática, vida marinha e vida terrestre – ODS 13, 14 e 15) são identificadas 25 metas para as quais a IA poderia atuar como capacitadora de melhorias, o que equivale cerca de 93% do conjunto (Vinuesa, 2020).

29 Sobre o tema, estudo publicado por Cornell University, *Green AI* (Schwartz *et al.*, 2020).

Cientes de que a Inteligência Artificial é pervasiva, com impactos ambientais nem sempre visíveis, fazendo com que a sua presença seja pouco notada e até ignorada – situação semelhante à eletricidade – a sustentabilidade ambiental deve ser premissa fundamental no desenvolvimento e aplicação da IA. Mais do que uma ferramenta, a IA demanda uma série de recursos ambientais e sociais, exigindo atenção para a adoção de escolhas mais ecológicas. É imperativo que haja informação transparente para que a avaliação dos impactos ambientais gerados pela IA, externalidade negativa desta tecnologia, seja considerada em conformidade com os ditames dos princípios norteadores do Direito Ambiental.

Olhando para o passado e para o nosso presente, a história tem nos mostrado que a pesquisa em inovação, muitas vezes, esteve mais atrelada à atuação de economistas, sociólogos, cientistas políticos e tecnólogos, do que à Ciência do Direito, cujo papel tem sido negligenciado nessa matéria (Hoffmann-Riem, 2015). Neste contexto, olhando para o futuro, se ocupando da perspectiva jurídica da produção e regulação da inovação em relação aos impactos ambientais, o Direito Ambiental tem o desafio de contribuir na disciplina do tema Inteligência Artificial para a produção de efeitos desejáveis, buscando evitar, na medida do possível, os efeitos indesejáveis que o artefato já dá notícias de produzir. A complexa dinâmica da regulação da IA bem conjuga as dimensões de fato, valor e norma, referências à concepção da Teoria Tridimensional de Direito, de Miguel Reale, na qual observamos a IA como fato onipresente, exigindo da sociedade a precisa valoração do bem, para que a norma possa adequadamente regulamentar seu uso e estimulá-lo, em proveito do equilíbrio ambiental.

REFERÊNCIAS

- ACTUIA, LE MAGAZINE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE. L'IA, au service de la biodiversité. *In: I. Compiègne (A cura di)*, Quand l'Intelligence Artificiel vient au secours de la nature. Paris: Net Square Digital, 2020. v. 2.
- ALENCAR, A. C. **Inteligência Artificial, Ética e Direito**: Guia Prático para Entender o Novo Mundo. São Paulo: Saraiva, 2022.
- AMARAL, F. **Direito Civil**. Introdução. 10. ed. rev. modif. São Paulo: Saraiva Jur, 2018.

- AN, J.; DING, W.; LIN, C. ChatGPT: tackle the growing carbon footprint of generative AI. **Nature**, v. 615, n. 7953, p. 586-586, 23 mar. 2023.
- ANTUNES, P. de B. **Dano Ambiental**: uma abordagem conceitual. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- ANTUNES, P. de B. **Direito Ambiental**. 19. ed. rev. e atual. São Paulo: Atlas, 2017.
- BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. Trad. Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2010.
- BECK, U. **A metamorfose do mundo**: novos conceitos para uma nova realidade. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.
- BLANK, D. M. Big Data e preservação Ambiental. In: SARLET, Ingo Wolfgang; RUARO, Regina Linden; LEAL, Augusto Antônio Fontanive (orgs.). Porto Alegre, RS: Fundação Fênix, 2021. p. 303-318. DOI: <https://doi.org/10.36592/9786587424620>.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **A segunda era das máquinas**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2014.
- CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2013.
- CORDEIRO, A. M. **Da boa-fé no Direito Civil**. Coimbra: Almedina, 2015.
- CRAWFORD, K. Atlas de Inteligencia Artificial: Poder, política y costos planetarios. Trad. F. D. Klaassen. London: Yale University Press, 2021.
- DANIELLE. The Carbon Footprint of the Internet. **CreditAngel**, 2018. Disponível em: <https://www.creditangel.co.uk/blog/consumption-and-carbon-footprint-of-the-internet>.
- DHAR, P. The carbon impact of artificial intelligence. **Nature Machine Intelligence**, n. 2, p. 423-425, 12 ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s42256-020-0219-9>.
- FALEIROS JUNIOR, J. L. A evolução da inteligência artificial em breve retrospectiva. In: BARBOSA, Mafalda Miranda *et al.* (coord.). **Direito digital e inteligência artificial**: diálogos entre Brasil e Europa. São Paulo: Foco, 2021. p. 31-70.
- FERRARI, V. C. Desafios éticos e jurídicos do ciclo de vida da Inteligência Artificial na tutela ambiental. In: IGLECIAS, P.; TANNURE, F. A.; GOUVEIA, J.; SANTOS, C. J. **Proteção ao Meio Ambiente no Brasil passado, presente e futuro**: estudos em homenagem a Patrícia Iglecias. São Paulo: Almedina, 2023.

- FERRAZ, C. A. *et al.* O uso de geotecnologias como uma nova ferramenta para o controle externo. **Revista TCU**, n. 133, p. 40-53, maio/ago. 2015.
- CAVALIERI FILHO, S. Programa de Responsabilidade Civil. 9. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2010.
- FLORIDI, L. **The Fourth Revolution How the Infosphere Is Reshaping Human Reality**. Oxford, England: Oxford University Press, 2016.
- FLORIDI, L. The Green and the Blue: A New Political Ontology for a Mature Information Society. **SSRN**, 30 abr. 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3831094>.
- FLORIDI, L. *et al.* AI4People – An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. **Minds & Machines**, v. 28, p. 689-707, 26 nov. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>. Acesso em: 5 jul. 2022.
- FRADA, M. A. **Teoria da Confiança e Responsabilidade Civil**. Coimbra: Almedina, 2015.
- GREENPEACE. Oil in the Cloud: How Tech Companies are Helping Big Oil Profit from Climate Destruction. **GREENPEACE Reports**, 19 maio 2020. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/usa/reports/oil-in-the-cloud/>. Acesso em: 3 out. 2022.
- HOFFMANN-RIEM, W. **Direito, Inovação e tecnologia**. v. 1. São José dos Campos: Saraiva Jur, 2015.
- HOFFMANN-RIEM, W. Inteligência Artificial Como Oportunidade para a Regulação Jurídica. **Direito Público**, v. 16, n. 90, p. 11-38, nov./dez. 2019.
- HOFFMANN-RIEM, W. Big Data e Inteligência Artificial: desafios para o direito. **Revista Estudos Institucionais**, v. 6, n. 2, p. 431-506, maio/ago. 2020.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). IPCC, Genebra, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 3 out. 2022.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Data Centres and Data Transmission Networks. **IEA**, Paris, 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>. Acesso em: 4 out. 2022.

- JONAS, H. **O princípio responsabilidade**: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. 1. reimpr. Rio de Janeiro: Contraponto; PUC Rio, 2011.
- KAACK, L. H. *et al.* Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. **Nature Climate Change**, v. 12, p. 518-527, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41558-022-01377-7>. Acesso em: 3 out. 2022.
- KAUFMAN, D. **Desmistificando a inteligência artificial**. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.
- LAFER, C. Responsabilidade e desenvolvimento sustentável: aproximações e variações. In: SIMÃO, J. F.; PAVINATTO, T. (coord.). **Liber Amicorum Teresa Ancona Lopez**: Estudos sobre Responsabilidade Civil. São Paulo: Almedina, 2021. p. 81-91.
- LAZARUS, R. J. **The making of environmental law**. 2. ed. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2023.
- LEE, K.-F. **Inteligência Artificial**. 2. ed. reimpr. Rio de Janeiro: Globo, 2020.
- LE MOS, A. L.; BITENCOURT, E. C.; SANTOS, J. G. *Fake news as fake politics: the digital materialities of YouTube misinformation videos about Brazilian oil spill catastrophe*. **Media Culture & Society**, v. 43, n. 5, p. 886-905, dez. 2020.
- LE MOS, P. F. **Direito Ambiental**: Responsabilidade Civil e proteção ao meio ambiente. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.
- LE MOS, P. F. **Meio Ambiente e Responsabilidade Civil do proprietário**. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012a.
- LE MOS, P. F. **Resíduos Sólidos e Responsabilidade Civil Pós-Consumo**. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012b.
- LE MOS, P. F. A Responsabilidade pós-consumo no contexto da pandemia da covid-19: contribuições para a gestão de resíduos sólidos. In: SIMÃO, J. F.; PAVINATTO, T. (coord.). **Liber Amicorum Teresa Ancona Lopez**: Estudos sobre Responsabilidade Civil. São Paulo: Almedina, 2021. p. 645-660.
- LIMA, A. **Culpa e risco**. 2. ed. rev. atual. pelo prof. Ovídio Rocha Barros Sandoval. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1999.
- LOPEZ, T. A. **Princípio da Precaução e Evolução da Responsabilidade Civil**. São Paulo: Quartier Latin do Brasil, 2010.
- LUPTON, D. **Digital Sociology**. New York: Routledge, 2015.

- MALAR, J. Emissões de gases de efeito estufa ligadas ao bitcoin caíram 14,1% em 2022. **Exame Future of Money**, 28 set. 2022. Disponível em: <https://exame.com/future-of-money/emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-ligadas-ao-bitcoin-cairam-141-em-2022-aponta-estudo>. Acesso em: 3 out. 2022.
- MARTINEAU, K. Shrinking deep learning's carbon footprint. **MIT News**, 7 ago. 2020. Disponível em: <https://news.mit.edu/2020/shrinking-deep-learning-carbon-footprint-0807>. Acesso em: 3 out. 2022.
- MASSENO, M. D. Nas fronteiras da PI: os direitos patrimoniais sobre dados, uma perspectiva europeia. **Revista Rede de Direito Digital, Intellectual & Sociedade**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 101-113, 2021.
- MILARÉ, É. **Direito do Ambiente**. 10. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.
- MILLER, D.; HORST, H. A. **The Digital and the Human: A prospectus for Digital Anthropology**. New York: Berg Publications, 2012.
- MIRANDA, Maria Dulce. Uber sem motorista: jovem mostra carro que dirige sozinho e viraliza. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 11 abr. 2023. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2023/04/11/interna_tecnologia,1479940/uber-sem-motorista-jovem-mostra-carro-que-dirige-sozinho-e-viraliza.shtml. Acesso em: 22 maio 2023.
- MORLEY, J.; COWLS, J.; TADDEO, M.; FLORIDI, L. (2020). Ethical Guidelines for SARS-CoV-2 Digital Tracking and Tracing Systems. **SSRN**, 22 abr. 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3582550>. Acesso em: 3 out. 2022.
- MUSSA, A. **Inteligência artificial: mitos e verdades**. São Paulo: Saint Paul, 2020.
- NERY JUNIOR, N.; NERY, R. M. Responsabilidade Civil: Direito Ambiental, **Revista dos Tribunais**, São Paulo, v.7, 2010.
- NEUMELLER, A. A deep dive into Bitcoin's environmental impact. **Cambridge Judge Business School**, 27 set. 2022. Disponível em: <https://www.jbs.cam.ac.uk/insight/2022/a-deep-dive-in-to-bitcoins-environmental-impact/>. Acesso em: 28 set. 2022.
- NOTLEY, T. The environmental costs of the global digital economy in Asia and the urgent need for better policy. **Media International Australia**, v. 173, n. 1, p. 125-141, 2019.

- OCEANMIND. **OceanMind**, 2022. Disponível em: <https://oceanmind.global/>. Acesso em: 21 set. 2022.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD AI Principles overview**, Paris, 2023. Disponível em: <https://oecd.ai/en/ai-principles>. Acesso em: 28 maio 2023.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial. **UNESDOC Digital Library**, Paris, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_por. Acesso em: 15 dez. 2022.
- PACETE, Luiz Gustavo. Como funciona uma entrega por drone? **Forbes**, 11 fev. 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/02/como-funciona-uma-entrega-de-delivery-por-drone/>. Acesso em: 22 maio 2023.
- PEIXOTO, F. H. **Inteligência Artificial e Direito: Convergência Ética e Estratégica**. Curitiba: Alteridade, 2020. v. 5.
- PENA, P. G.; NORTHCROSS, A. L.; LIMA, M. A.; REGO, R. d. Deramamento de óleo bruto na costa brasileira em 2019: emergência em saúde pública em questão. **Cad. Saúde Pública**, v. 36, n. 2, e00231019, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00231019>.
- QUESNEL, K. J.; AGRAWAL, S.; AJAMI, N. K. Diverse paradigms of residential development inform water use and drought-related conservation behavior. *Environmental Research Letters*, v. 15, n. 12, p. 124009, 2020. DOI: [10.1088/1748-9326/abb7ae](https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb7ae).
- ROBERTS, H. *et al.* The Chinese Approach to Artificial Intelligence: an Analysis of Policy, Ethics, and Regulation. **AI & Soc.**, v. 36, p. 59-77, 23 out. 2019. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3469784>. Acesso em: 3 out. 2022.
- SANTAELLA, L. **A inteligência artificial é inteligente?** São Paulo: Almedina, 2023.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Connecticut: LeBooks, 1942.
- SCHWARTZ, R.; DODGE, J.; SMITH, N. A.; ETZIONI, O. Green AI. **Communications of the ACM**, v. 63, n. 12, p. 54-63, 17 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1145/3381831>.
- SILVA, J. A. **Direito Ambiental**. 8. ed. atual. São Paulo: Malheiros, 2010.

- SILVA, N. C. Inteligência Artificial. *In*: FRAZÃO, A.; MULHOLLAND, C. **Inteligência Artificial e Direito**. 2. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020. p. 33-50.
- STEIGLEDER, A. M. **Responsabilidade Civil Ambiental**: as dimensões do dano ambiental do Direito Brasileiro. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.
- TADDEO, M. R.; FLORIDI, L. How AI can be a force for good. **Science**, v. 361, n. 6404, p. 751-752, 24 ago. 2024. Disponível em: <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/science.aat5991>. Acesso em: 3 out. 2022.
- TEIXEIRA, A. P.; TEIXEIRA, M. F.; TEIXEIRA, O. P. Ética ambiental: paradigma do dever de cuidar do meio ambiente natural no estado socioambiental. *In*: CALGARO, C.; SANGALLI, I. J. **Ética, Direitos Humanos e Socioambientalismo**. Caxias do Sul, RS: Universidade de Caxias do Sul, 2018. p. 474-486.
- TEPEDINO, G.; SILVA, R. d. Desafios da inteligência artificial em matéria de responsabilidade civil. **Revista Brasileira de Direito Civil**, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 61-86, jul./set. 2019.
- TOMASEVICIUS FILHO, E. Inteligência Artificial e Direitos de Personalidade: uma contradição em termos? **Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo**, n. 113, p. 133-149, jan./dez. 2018.
- TRAJTENBERG, M. AI as the next GPT: a Political-Economy Perspective. **NBER Working Paper Series**, jan. 2018. Disponível em: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w24245/w24245.pdf. Acesso em: 3 out. 2022.
- VINUESA, R. A. *et al.* (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. **Nature Communications**, v. 11, n. 233, p. 1-10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>.