

Inteligência Artificial: um paradoxo ambiental?

Vanessa Ferrari¹

Juíza de Direito no estado de São Paulo

Sumário: Introdução. 1. Transformações sociais e Inteligência Artificial. 2. IA: um retorno às chaminés? 3. Dos impactos ao dano ambiental. Conclusão. Referências bibliográficas.

Introdução

Os avanços da tecnologia, com caráter disruptivo, inauguram a Era Digital e a Inteligência Artificial (IA)² surge como a nova Tecnologia de Uso Geral³ do século XXI, permitindo feitos que desafiam a inteligência humana. A terminologia utilizada para descrever a Inteligência Artificial nos leva a pensar em uma tecnologia complexa e, por vezes, difícil de compreender, que parece possuir habilidades que transcendem as capacidades humanas. Essa ideia não é nova e remonta aos pensamentos que deram origem a seres mitológicos com características humanas ou animais. Nilton Silva (SILVA, 2020, p. 35) destaca essa conexão entre a imaginação humana e a criação de entidades com habilidades extraordinárias.

No entanto, a Inteligência Artificial não se limita ao domínio da imaginação; demonstra impacto real e positivo na proteção do meio ambiente. Por exemplo, redes elétricas inteligentes possibilitam a redução de perdas no transporte de energia, enquanto a identificação e o mapeamento das emissões de gases de efeito estufa auxiliam no combate às mudanças climáticas. Além disso, a Inteligência Artificial contribuiu para a economia de energia e insumos agrícolas, bem como para o monitoramento de florestas, oceanos e recursos hídricos, promovendo a conservação da biodiversidade (ACTUIA. *Le Magazine de L'intelligence Artificielle*, 2020). O Tribunal de Contas da União também tem explorado a geotecnologia para o controle externo, utilizando imagens de satélite para monitorar o andamento das obras e identificar questões ambientais (FERRAZ, BERBERIAN, *et al.*, 2015).

Em paralelo, as discussões acerca dos danos à privacidade, ao direito de propriedade intelectual, à responsabilidade civil se avolumam rapidamente. A despeito dos importantes questionamentos aos danos na esfera privada passam despercebidos os da-

¹ Doutoranda em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade São Paulo (USP). Bacharel em Direito pela PUC-SP. Professora convidada de Direito Ambiental da Escola Paulista da Magistratura (EPM) e professora de cursos preparatórios para concursos.

² Os termos Inteligência Artificial e IA serão utilizados ao longo do texto como equivalentes e a depender de melhores cadência e fluidez do texto.

³ O termo "Tecnologia de Uso Geral" ou "General Purpose Technology" tem sido bastante empregado em estudos sobre o papel da tecnologia no crescimento econômico, identificando transformações na vida doméstica e na organização e condução de empresas em suas atividades empresariais. À noção de "Tecnologia de Uso Geral" atribui-se três características fundamentais: a) os artefatos podem ser empregados em ampla gama de setores, apresentando grande abrangência; b) um alto dinamismo confere à tecnologia um constante aprimoramento que, por sua vez, c) estimula um rápido progresso técnico, gerando inovação.

nos de caráter coletivo gerados à coletividade. Isso porque a utilização da Inteligência Artificial gera impactos ambientais negativos, os quais se proliferam sem a devida atenção. Estes incluem a emissão de gases de efeito estufa resultantes da energia consumida pelos sistemas de IA e dos componentes eletrônicos utilizados em seu treinamento e execução, assim como a produção de resíduos eletrônicos do descarte desses componentes também é uma preocupação crescente (NOTLEY, 2019).

Nesse contexto, a pesquisa se concentra na investigação da possível ocorrência de danos ambientais decorrentes do crescente uso da Inteligência Artificial e dos avanços tecnológicos associados a ela. Unindo duas áreas aparentemente distintas, Direito Ambiental e Ciência, Tecnologia e Inovação, através de método indutivo, o objetivo é responder, sob a perspectiva do Direito Ambiental, se a Inteligência Artificial tem o potencial de causar danos ao meio ambiente.

Dado o caráter pervasivo da Inteligência Artificial, que se tornou uma presença constante na vida de muitos cidadãos, assim como a eletricidade, é imperativo que o campo jurídico compreenda profundamente essa tecnologia para cumprir seu papel de harmonizar os diversos interesses envolvidos.

1. Transformações sociais e IA

Para iniciar esta investigação, é importante destacar que estamos diante de cenários, até pouco tempo, inimagináveis. Os avanços na Inteligência Artificial Generativa permitem a criação de textos complexos e até mesmo a realização de tarefas totalmente autônomas por máquinas, resultando significativos impactos econômicos e sociais, como abordado por Ulrich Beck (2015, p. 8). Essas transformações vão além de simples mudança da sociedade; elas representam uma verdadeira metamorfose do mundo, exigindo o reexame do nosso passado recente como forma de questionar os efeitos atuais e futuros da Inteligência Artificial.

O apelo midiático gerado pelo ChatGPT despertou a atenção até mesmo daqueles menos familiarizados com o tema da Inteligência Artificial. Encantados pela promessa de textos bem escritos, capazes de responder a comandos e a uma variedade de perguntas, a Inteligência Artificial Generativa, como exemplificada pelo funcionamento do ChatGPT, tem sido uma presença constante nos meios de comunicação. Esse fenômeno nos confronta com desafios éticos, profissionais e pessoais que esse novo artefato nos instiga a encarar.

Para além das questões sobre o futuro e a possível reconfiguração das ocupações profissionais, bem como os efeitos no processo educacional e a necessidade de regulamentação dessa tecnologia, os impactos ambientais resultantes do ciclo de vida da Inteligência Artificial parecem ter permanecido, até então, à margem das discussões jurídicas.

Neste vazio regulatório, e incentivados pelos potenciais oferecidos por modelos de linguagem como o ChatGPT, desenvolvido pela OpenAI, ou concorrentes como o Google Bard, observa-se que gigantes da tecnologia como Microsoft, Google e Meta estão investindo bilhões de dólares na pesquisa e desenvolvimento da Inteligência Artificial Generativa (AN, DING e LIN, 2023). Embora esses recursos permitam a criação de modelos substancialmente mais avançados do que seus predecessores, eles também impõem

um ônus considerável ao meio ambiente. A crescente complexidade desses sistemas possibilita que modelos de linguagem de grande escala gerem texto de alta qualidade, mas isso vem acompanhado de um consumo significativamente maior de eletricidade em comparação com versões anteriores.

O Relatório de Inteligência Artificial de 2023 (*AI Index Annual Report*)⁴, produzido pela Universidade de Stanford, lança luz sobre a preocupação de que os sistemas de IA podem trazer sérios impactos ambientais, alerta ecoado na literatura acadêmica. Alguns acadêmicos argumentam que os termos utilizados para descrever essa tecnologia, como “inteligência” e “artificial”, podem ser contraproducentes para a compreensão dos riscos envolvidos. Como sugere Kate Crawford (2021, p. 22), ao questionar: “O que é inteligência artificial? Nem artificial, nem inteligente”⁵ ou “Ininteligência Artificial” como afirma Meredith Broussard, ao discorrer sobre as limitações das programações de computadores (BROUSSARD, 2018), destaca-se a ideia de que a Inteligência Artificial não é verdadeiramente inteligente, tampouco estritamente artificial.

Com efeito, a observação é relevante, especialmente quando analisada do ponto de vista ecológico, uma vez que o uso do termo “artificial” no contexto da Inteligência Artificial é, na verdade, um equívoco substancial. Em primeiro lugar, os algoritmos que manipulam os dados, um componente essencial da IA, são criações humanas e a IA depende inteiramente dessa programação para dar sentido aos dados. Em segundo lugar, a construção do hardware requer recursos naturais, com destaque para o lítio (KAUFMAN, 2022), e o treinamento dos algoritmos consome uma quantidade considerável de energia. Essa dependência de recursos naturais e energia lança luz sobre as externalidades negativas associadas à IA, conforme alertado por Crawford (2021). Essas externalidades vão além das questões éticas, causando alterações geomorfológicas significativas e de longo prazo, o que vem ao encontro da preocupação crítica expressa pelo IPCC sobre as mudanças climáticas.

Uma breve incursão ao passado recente revela que essa não é a primeira vez que uma inovação tecnológica provoca transformações profundas na sociedade. A “arte de fazer” - que remonta ao latim da junção de *artis*⁶ + *factus*⁷ (artefato) -, em um período não muito distante, nos brindou com mudanças sociais de grande relevância. A introdução da energia a vapor, permitindo a substituição da manufatura artesanal pela produção em fábricas, bem como a difusão da eletricidade e o advento das linhas de montagem, inauguraram fases da Revolução Industrial que não apenas reconfiguraram a economia, mas também moldaram a estrutura de uma nova sociedade. Esta transformação foi caracterizada por Beck (2015) como a “metamorfose do mundo”, um termo adotado devido à ausência de um conceito mais apropriado⁸.

Não é coincidência que estejamos vivendo em uma nova era: a Era Digital. A máquina a vapor, a eletricidade e o computador tiveram a capacidade de remodelar a

4 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.

5 No original: “¿Qué es la inteligencia artificial? Ni artificial ni inteligente”.

6 Ars, artis, (f.). Maneira de ser ou de proceder. Habilidade adquirida, conhecimento técnico. Artificio, astúcia. Ofício, profissão. Trabalho, obra, tratado. Talento, arte. (REZENDE e BIANCHET, 2014, p. 44).

7 Factum, -i, (n.). (fação). Feito, ação, empresa, obra. No plural: os feitos notáveis. (REZENDE e BIANCHET, 2014, p. 140).

8 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. (BECK, 2015, p. 8).

sociedade, sendo reconhecidos como Tecnologia de Uso Geral (*GPT - General Purpose Technology*), como sustentam economistas como Manuel Trajtenberg (2018). A Inteligência Artificial se junta a essa lista de inovações e é considerada a Tecnologia de Uso Geral do século XXI.

Frente a possibilidades antes impensáveis, como a entrega de mercadorias por drones⁹ ou aplicativos de transporte com veículos totalmente autônomos¹⁰, a “metamorfose do mundo”, conforme descrita por Beck, implica em transformações radicais, nas quais antigas certezas desaparecem e o inimaginável se torna realidade. A Inteligência Artificial, especialmente a Inteligência Artificial Generativa, dada a sua imensa capacidade transformadora, nos convida a reexaminar esse passado recente como uma forma de questionar os impactos presentes e, talvez, antecipar algumas das implicações futuras da Inteligência Artificial.

2. IA: um retorno às chaminés?

Em uma época não muito distante, a imagem de grandes chaminés liberando uma quantidade considerável de gases era um símbolo de progresso e influência. Não por acaso, a notável 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, registrou na história a divisão do mundo em duas posições distintas: os desenvolvimentistas e os preservacionistas. Isso impôs a necessidade de encontrar um equilíbrio entre promover o desenvolvimento socioeconômico e proteger o meio ambiente.

Ao analisarmos o cenário atual, testemunhamos impactos adversos resultantes da adoção dessa tecnologia. Pesquisadores da Universidade de Massachusetts Amherst (MARTINEAU, 2020) analisaram diversos modelos de treinamento de processamento de linguagem natural (NLP) disponíveis online para estimar o consumo de energia em quilowatts necessário para treiná-los, uma etapa fundamental no desenvolvimento da IA. Convertendo esse consumo de energia em emissões aproximadas de carbono e custos de eletricidade, os autores concluíram que o treinamento de um único grande modelo de linguagem equivale a cerca de 300 mil kg de emissões de dióxido de carbono, o que é equivalente a 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, os data centers usados na mineração de criptomoedas como o Bitcoin consumiram sozinhos a mesma quantidade de eletricidade que a Bélgica em um período semelhante (IEA, 2022).

Soma-se a isso, se o data center estiver localizado em uma área onde a fonte de energia é proveniente de recursos não renováveis, como petróleo ou carvão mineral, o impacto ambiental da Inteligência Artificial será ainda mais significativo. Estudo da Universidade de Cambridge (NEUMELLER, 2022) indica um aumento na participação de fontes não renováveis na mineração de Bitcoin, o que pode estar relacionado ao deslocamento das operações da China para outros países, como o Cazaquistão, que têm

9 Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/02/como-funciona-uma-entrega-de-delivery-por-drone/>. Acesso em: 22 mai. 2023.

10 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 mai. 2023.

matrizes elétricas mais poluentes (MALAR, 2022). Portanto, a preocupação com sistemas de resfriamento, que utilizam energias renováveis para conter o aumento da demanda de eletricidade, é bastante relevante.

Na mesma direção, o artigo científico “Alinhando inteligência artificial com a mitigação das mudanças climáticas”¹¹ (KAACK, DONTI, et al., 2022) destaca que os impactos ambientais abrangem a energia consumida pelos computadores e pelo hardware usados no treinamento, desenvolvimento e execução dos algoritmos de IA. As diferentes fases do ciclo de vida de um modelo de *Machine Learning* (ML), subárea da IA, requerem energia, cuja quantidade varia de acordo com a fase, mas que é repetida bilhões de vezes ao dia.

Infelizmente, a significativa pegada hídrica dos modelos de IA também tem permanecido em grande parte ignorada. Por exemplo, o processo de treinamento do GPT-3 em data centers de ponta da Microsoft nos Estados Unidos pode resultar no consumo direto de 700 mil litros de água doce (quantidade suficiente para fabricar 370 carros BMW ou 320 veículos elétricos Tesla). Além disso, esse consumo de água triplicaria se o treinamento fosse realizado nos data centers asiáticos da Microsoft. No entanto, tais informações têm sido mantidas em sigilo. Isso é motivo de grande preocupação, dado que a escassez de água doce se tornou um dos desafios mais prementes que enfrentamos, devido ao rápido crescimento populacional, à exaustão dos recursos hídricos e à deterioração das infraestruturas relacionadas à água (LI, YANG, et al., 2023, p. 1).

No entanto, os custos ambientais em razão de emissões de carbono e água resultantes do treinamento de grandes modelos de aprendizado de máquina são apenas uma parte do problema. Sugere-se que o aumento do acesso à informação pode levar à exploração excessiva dos recursos, o que requer atenção dos pesquisadores. O relatório do Greenpeace Reports abordou a exploração inadequada de recursos e como empresas de tecnologia têm contribuído para os lucros da indústria do petróleo em detrimento das preocupações ambientais (GREENPEACE, 2020). Isso se deve ao fato de que a computação em nuvem e o software de IA auxiliam na descoberta, extração, distribuição, refino e comercialização de petróleo e gás. Por exemplo, inovações tecnológicas, desde a fratura hidráulica até a perfuração horizontal, impulsionaram o *boom* do xisto americano, permitindo a exploração de depósitos de petróleo e gás que anteriormente eram considerados arriscados ou caros.

Além disso, as aplicações de *Machine Learning* podem ter um impacto significativo, dependendo de como a Inteligência Artificial é usada no mercado (KAACK, DONTI, et al., 2022). O estudo destaca os impactos causados pela forma como os indivíduos interagem com as inteligências artificiais, como a distribuição de publicidade baseada em anúncios recebidos em dispositivos móveis ou computadores. Por meio desses mecanismos, os algoritmos coletam dados pessoais disponíveis na internet para personalizar anúncios com base nos interesses do usuário.

Para ilustrar os danos ambientais resultantes desses anúncios, um estudo examinou a desinformação relacionada ao derramamento de petróleo que ocorreu em 2019 ao longo da costa nordeste do Brasil, comparando a quantidade de barris de petróleo derramados com a quantidade equivalente de emissões de carbono geradas pelo consumo

¹¹ No original: “Aligning Artificial Intelligence with Climate Change Mitigation”.

de energia para disseminar desinformação e notícias reais (LE MOS, BITENCOURT e SANTOS, 2020). O estudo revela que mais de 500 milhões de tweets por dia estão associados a cerca de 13,39 toneladas métricas de CO² emitidas a cada 24 horas (DANIELLE, 2018).

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 o 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.

É importante ressaltar que, apesar das descobertas alarmantes, a Inteligência Artificial, como uma nova Tecnologia de Uso Geral, não é essencialmente boa ou má, mas dependente da maneira como é utilizada¹². É fundamental compreender que certos impactos ambientais podem parecer insignificantes quando examinados isoladamente. No entanto, da mesma forma que uma única chaminé pode não gerar poluição do ar, o efeito sinérgico de vários data centers, consumindo eletricidade em uma escala comparável à de países inteiros, e o treinamento repetido de inúmeras variantes de modelos ao longo do dia nos levam a questionar se a IA não é uma reedição simbólica das antigas chaminés industriais e assim refletir sobre como considerar as externalidades negativas geradas por essa tecnologia.

3. Dos impactos ao dano ambiental

No contexto atual, a Inteligência Artificial, especialmente a Generativa, apresenta um paradoxo ambiental significativo. O aumento da capacidade da IA está diretamente relacionado ao aumento da pegada de carbono e pegada hídrica, representando uma externalidade negativa que, de maneira semelhante à poluição inicial causada pela revolução das máquinas a vapor, tem sido amplamente ignorada em seu desenvolvimento.

Historicamente, até o início do século XX, o crescimento econômico não levava em consideração os impactos ambientais, resultando em degradação ambiental, contaminação do solo, do ar e dos corpos d'água, devido ao desmatamento e ao descarte inadequado de resíduos. Esse desenvolvimento econômico também trouxe consigo desigualdades sociais, tornando os questionamentos atuais sobre as consequências da Revolução Tecnológica, impulsionada pela Inteligência Artificial, tão relevantes quanto os gerados pela Revolução Industrial, acrescendo que essa revolução tecnológica está moldando uma sociedade digital cada vez mais influenciada pelos algoritmos de IA.

Diante dessas questões e considerando a falta de abordagem jurídica sobre o assunto, é importante questionar, do ponto de vista do Direito Ambiental, se a Inteligência

12 Refletindo sobre o artefato Inteligência Artificial, Eduardo Tomasevicius Filho (2018, p. 146) anota: “em suma, a inteligência artificial não é um mal em si mesma. O mal está no mau uso que alguém pode fazer dela. Impõe-se, portanto, o dever de exigir que seja usada exclusivamente em favor da humanidade, jamais com o intuito de promover o controle social e o fim das liberdades”.

Artificial tem aptidão de causar danos ao meio ambiente.

A definição jurídica de dano ambiental não é uma tarefa simples, começando pelo fato de que a nossa legislação optou por não fornecer uma definição. Além disso, a concepção de danos ambientais é moldada pela percepção humana, de acordo com os interesses predominantes; é estabelecida não de forma intrínseca, mas com base em padrões sociais previamente estabelecidos e que são violados, refletindo um genuíno viés antropocêntrico¹³.

Por exemplo, nas Ordenações Manuelinas, o meio ambiente era tutelado em razão do benefício econômico que oferecia, como a proibição da caça de coelhos durante o período de reprodução ou a extração de pau-brasil com o mínimo dano à terra. Essas regulamentações visavam proteger a fauna e a flora não pelo seu valor ambiental intrínseco, mas pelo lucro econômico que geravam. Naquela época, não havia reconhecimento do meio ambiente como um bem essencial para a sadia qualidade de vida, como o que vemos na Constituição de 1988 (artigo 225, caput). 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 multifacetário¹⁴.

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 (artigo 225, caput, CF/88).

Sem um conceito legal de dano ambiental, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), no seu artigo 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, 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 (d). 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.

13 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.

14 Recurso Especial nº 1.198.727-MG, de relatoria do ministro Herman Benjamin.

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, culturais¹⁵, religiosos¹⁶, não sendo a Ciência o seu norte único.

Em relação à Inteligência Artificial, identificar os níveis de impacto ambiental gerados é uma tarefa desafiadora, seja devido ao consumo de energia, à exploração excessiva de recursos naturais ou ao estímulo inadequado à publicidade. A concentração de poder econômico em poucas empresas de tecnologia e a falta de transparência sobre os impactos ambientais, já que as empresas relutam em compartilhar dados que permitam quantificar emissões, tornam ainda mais complexa a análise.

A compatibilização do desenvolvimento econômico e da proteção ambiental é um comando constitucional inquestionável (artigo 170, VI da CF/88). O exercício da atividade econômica é um direito constitucionalmente garantido, mas seu excesso não é. 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*. (artigo 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.

Além disso, a categoria do abuso de direito se aplica a todas as áreas do Direito, tornando-se um mecanismo eficaz para aplicar a teoria da confiança. O aumento do conhecimento traz consigo maior responsabilidade social em prol de valores comuns, incluindo a proteção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Portanto, esse senso de responsabilidade social implica em deveres derivados da boa-fé objetiva, cláusula geral que impõe a proibição de comportamentos que violem as legítimas expectativas de terceiros.

Nesse contexto, a “Recomendação Internacional sobre a Ética da Inteligência Artificial” da Unesco, aprovada em novembro de 2021, é um marco global que destaca não apenas dilemas éticos contemporâneos da IA, como transparência, privacidade de dados e desigualdade de acesso aos seus benefícios, mas também a preocupação com o meio ambiente e os ecossistemas. Essa recomendação orienta os Estados-membros sobre o uso responsável da Inteligência Artificial e exige a avaliação dos impactos ambientais diretos e indiretos do ciclo de vida dos sistemas de IA, incluindo sua pegada de carbono e consumo de energia.

No Brasil, embora o Projeto de Lei nº 2.338/2023, pretenda regulamentar a Inteligência Artificial, não faz menção aos impactos ambientais gerados pela IA. A Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), elaborada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), também não aborda especificamente os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida da IA. Portanto, é crucial que a avaliação desses impactos ambientais seja considerada e regulamentada, incorporando instrumen-

15 Vide julgados do Supremo Tribunal Federal sobre a proibição das práticas da farra do boi (RE nº 153.531- SC), da rinha de galo (ADI 1.856 - RJ, como exemplo, já que há outras) e vaquejada (ADI 4.983).

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

tos de avaliação de riscos ambientais no Projeto de Lei nº 2.338/2023, que visa a estabelecer o Marco Legal da Inteligência Artificial no Brasil.

Este é um passo fundamental para garantir que a Inteligência Artificial seja desenvolvida e utilizada de maneira responsável, em conformidade com os princípios do Direito Ambiental, de modo a evitar danos ambientais significativos.

Conclusão

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.

Graças aos avanços da Ciência e da Tecnologia, a humanidade conquistou o poder de transformar o ambiente ao seu redor. Com boa-fé e uma governança eficiente, temos a capacidade de aprimorar e preservar o equilíbrio sistêmico de nosso planeta, bem como a qualidade de vida das pessoas. Nas palavras de Luciano Floridi (2020), a Inteligência Artificial, quando utilizada com sabedoria, pode ser uma força poderosa para o bem. Ela nos capacita a compreender e antecipar com maior precisão os desafios globais que enfrentamos, como pandemias, mudanças climáticas, injustiça social e pobreza global. O autor propõe um novo “casamento” entre o “verde” de nosso meio ambiente e o “azul” de nossas tecnologias digitais, destacando que eficiência, eficácia e inovação são atributos que podem se alinhar harmoniosamente com os valores ambientais.

Nesse influxo, em busca de uma Inteligência Artificial mais ecologicamente responsável, a academia tem chamado a atenção para os efeitos da “IA verde” em comparação com a “IA vermelha”. A “IA verde” refere-se à pesquisa de IA que produz novos resultados sem aumentar os custos computacionais e idealmente até reduz esses custos. Em contrapartida, a “IA vermelha” implica em rápido aumento nos custos computacionais e consequentemente maior emissão de carbono. Todavia, a distinção entre esses dois tipos de IA exige transparência em relação aos custos operacionais ao longo do ciclo de vida da IA, o que tem sido um desafio considerável devido aos interesses econômicos envolvidos.

Conscientes de que a Inteligência Artificial é pervasiva e que seus impactos ambientais nem sempre são visíveis, é essencial que a sustentabilidade ambiental seja uma premissa fundamental em seu desenvolvimento e aplicação. A IA não é apenas uma ferramenta; ela consome uma série de recursos ambientais e sociais. Portanto, é imperativo que, em conformidade com os princípios do Direito Ambiental, haja informações transparentes para avaliar os impactos ambientais dessa tecnologia, que bem se mostra como uma externalidade negativa.

Ao analisar o passado e o presente, fica evidente que a pesquisa e a inovação muitas vezes estiveram mais relacionadas a economistas, sociólogos, cientistas políticos e tecnólogos do que à Ciência do Direito. A perspectiva jurídica sobre a produção e regulação da inovação em relação aos impactos ambientais tem sido negligenciada.

No entanto, à medida que olhamos para o futuro, o Direito Ambiental enfrenta o desafio de contribuir para a disciplina da Inteligência Artificial, buscando orientar seu uso de maneira a produzir resultados desejáveis e evitar efeitos indesejáveis. A complexa dinâmica da regulamentação da IA incorpora as dimensões de fato, valor e norma, alinhando-se com a Teoria Tridimensional de Direito de Miguel Reale. Nesse contexto, a IA é reconhecida como um fato onipresente que exige uma valoração precisa dos bens envolvidos, permitindo que a norma regulamente adequadamente seu uso em prol do equilíbrio ambiental e do bem-estar da sociedade¹⁷.

A vulnerabilidade da natureza em decorrência da intervenção humana e do progressivo desenvolvimento tecnológico, que pela denominada Lei de Moore prevê a duplicação da potência geral dos computadores, a cada período de 18 meses (BRYNJOLFSSON e MCAFEE, 2014, p. 45) exigem, como nos adverte Hans Jonas (2011, p. 77-79), alteração de critérios éticos que levem em consideração a cumulação de efeitos no tempo. À nova ética cabe se responsabilizar pelo futuro das presentes e futuras gerações, de modo que a dimensão de uma responsabilidade intergeracional deverá estar fundada nos valores de ética ambiental, restando cada vez mais evidente que lidar com a vulnerabilidade da natureza é uma das funções do Direito.

Referências bibliográficas

- ACTUIA, LE MAGAZINE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE. L'IA, au service de la biodiversité. In: COMPIÈGNE, I. *Quand l'Intelligence Artificiel vient au secours de la nature*. Paris: Net Square Digital, v. 2, 2020. Cap. V, p. França.
- AN, J.; DING, W.; LIN, C. ChatGPT: tackle the growing carbon footprint of generative AI. *Nature*, 23 mar 2023.
- ANTUNES, P. D. B. *Dano ambiental: uma abordagem conceitual*. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- ANTUNES, P. D. B. *Direito Ambiental*. 19ª rev. e atual. ed. São Paulo: Atlas.
- BECK, U. *A metamorfose do mundo: novos conceitos para uma nova realidade*. [S.l.]: Zahar, 2015.
- BROUSSARD, M. Artificial Unintelligence: How Computers Misunderstand the World. *The Information Society*, Cambridge, 2018.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *A segunda era das máquinas*. [S.l.]: Alta Books Editora, 2014.

17 Destaco reflexão de Fernando Scaff (2021, p. 249-250) ao analisar a necessidade de equilíbrio da norma a fim de viabilizar a produção, com observância dos cuidados ambientais e incentivar a pesquisa: “sendo assim, os caminhos de prevenção ao surgimento ou de reparação dos danos que possam ser causados em razão da presença de bens imateriais que, de alguma forma, estejam vinculados às últimas conquistas da biotecnologia, estão em fase de consolidação e a medida ideal de tais sanções e condutas obrigatórias a serem impostas nesse ambiente ainda estão para ser encontradas. Aparece aí, ademais, outra preocupação, consistente na necessidade de que sejam equilibrados os valores que compõem a ideia de “função social”, aplicável aos bens passíveis de domínio individual e cuja persecução é, inclusive por disposição legal, obrigatoriamente conjunta. É o que se observa, por exemplo, no confronto dos interesses de uma indústria farmacêutica, que investe elevadas quantias no desenvolvimento de uma vacina eficaz para combater uma nova doença infecciosa, e a ânsia das populações que almejam acesso universal e gratuito a esse medicamento fundamental. Para tanto, devem ser garantidos os meios para que se viabilize a produção efetiva, racional e constante de novos produtos de base biológica, os quais são necessários ou úteis à sobrevivência e à melhoria de vida das pessoas, o que deve ocorrer sem que se descuide da preservação do meio ambiente e do incremento das condições sociais dos agentes envolvidos, bem como no necessário incentivo - sob a perspectiva empresarial - para que tais pesquisas e a consecução dos objetivos ocorram”.

- CARSON, R. *Primaveira silenciosa*. 1ª edição digital. ed. São Paulo: [s.n.], 2013.
- CRAWFORD, K. *Atlas de Inteligencia Artificial: Poder, política y costos planetarios*. Tradução de Francisco Diaz Klaassen. London: Yale University Press, 2021.
- DANIELLE. CreditAngel. *The Carbon Footprint of the Internet*, 2018. Disponível em: <<https://www.creditangel.co.uk/blog/consumption-and-carbon-footprint-of-the-internet>>. Acesso em: 03 Outubro 2022.
- FERRARI, V. C. F. Desafios éticos e jurídicos do ciclo de vida da Inteligência Artificial na tutela ambiental. In: IGLECIAS, P., et al. *Proteção ao meio ambiente no Brasil passado, presente e futuro*: Estudos em homenagem Patrícia Iglecias. São Paulo: Almedina, 2023.
- FERRAZ, C. A. D. M. et al. O uso de geotecnologias como uma nova ferramenta para o controle externo. *Revista TCU*, Brasília, 133, maio/agosto 2015. 40-53.
- FILHO, E. T. Inteligência Artificial e Direitos de Personalidade: uma contradição em termos? *Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo*, São Paulo, 113, jan/dez 2018. 133-149.
- FLORIDI, L. The Green and the Blue: A New Political Ontology for a Mature Information Society. SSRN, 2020. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3831094> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3831094>>.
- GREENPEACE. GREENPEACE Reports. [S.l.]. 2020.
- IEA. Data Centers and Data Transmission Networks. IEA. Paris. 2022.
- JONAS, H. *O Princípio Responsabilidade*: Ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. 1ª reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto; PUC Rio, 2011.
- KAACK, L. H. et al. Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 2022. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41558-022-01377-7#citeas>>. Acesso em: 03 Outubro 2022.
- KAUFMAN, D. *Desmistificando a inteligência artificial*. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.
- LAZARUS, R. J. *The making of environmental law*. 2ª. ed. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2023.
- LEMOS, A. L. M.; BITENCOURT, E. C.; SANTOS, J. G. B. D. Media, Culture & Society. *Fake news as fake politics*: the digital materialities of YouTube misinformation videos about Brazilian oil spill catástrofe, 2020.
- LEMOS, P. F. I. *Direito Ambiental*: Responsabilidade Civil e proteção ao meio ambiente. 3ª. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.
- LEMOS, P. F. I. *Meio ambiente e responsabilidade civil do proprietário*. 2ª. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.
- LEMOS, P. F. I. *Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo*. 2º. ed. São Paulo: [s.n.], 2012.
- LEMOS, P. F. I. A Responsabilidade pós-consumo no contexto da pandemia da covid-19: contribuições para a gestão de resíduos sólidos. In: SIMÃO, J. F.; PAVINATTO, T. *Liber Amicorum Teresa Ancona Lopez*: Estudos sobre Responsabilidade Civil. [S.l.]: Grupo Almedina, 2021.
- LI, P. et al. Making AI Less “Thirsty”: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models. *ArXivLabs*, online, v. 1, p. 1-16, abril 2023. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2304.03271v1>>.

MALAR, J. Emissões de gases de efeito estufa ligadas ao bitcoin caíram 14,1% em 2022. *Future of money*, 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: 28 Setembro 2022.

MARTINEAU, K. MIT News - Massachusetts Institute of Technology. *Shrinking deep learning's carbon footprint*, 2020. Disponível em: <<https://news.mit.edu/2020/shrinking-deep-learning-carbon-footprint-0807>>. Acesso em: 03 Outubro 2022.

NEUMELLER, A. A deep dive into Bitcoin's environmental impact. *Cambridge Judge Business School*, 2022. Disponível em: <<https://www.jbs.cam.ac.uk/insight/2022/a-deep-dive-into-bitcoins-environmental-impact/>>. Acesso em: 28 Setembro 2022.

NOTLEY, T. *The environmental costs of the global digital economy in Asia and the urgent need for better policy*. ResearchGate, Sydney, Abril 2019. 1-17.

PENA, P. G. L. et al. Derramamento de óleo bruto na costa brasileira em 2019: emergência em saúde pública em questão. *Cadernos de Saúde Pública [online]*, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/RdpV54PDWjxktvSjhJRCvTP/#ModalArticles>>. Acesso em: 03 Outubro 2022.

REZENDE, A. M. D.; BIANCHET, S. B. *Dicionário do latim essencial*. E-book: Grupo Autêntica, 2014. Disponível em: <<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582173190/>>. Acesso em: 2023 Agosto 2023.

SCAFF, F. C. A responsabilização civil e a biotecnologia. In: SIMÃO, J. F.; PAVINATTO, T. *Liber Amicorum Teresa Ancona Lopez: Estudos sobre Responsabilidade Civil*. São Paulo: Almedina, 2021. p. 247-256.

SILVA, N. C. D. Inteligência Artificial. In: FRAZÃO, A.; MUHOLLAND, C. *Inteligência Artificial e Direito*. 2ª edição, revista, atualizada e ampliada. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020. Cap. 1, p. 33-50.

TRAJTENBERG, M. AI as the next GPT: a Political-Economy Perspective. *NBER - National Bureau of Economic Research*, jan. 2018. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w24245>>. Acesso em: 2022.